



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Incorporación de polímeros SBS para mejorar las propiedades  
de las mezclas asfálticas en el jirón Ricardo Palma en  
Sapallanga – Huancayo 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Boza Escalante, Jorge Luis (0000-0002-3585-5995)

**ASESOR:**

Dr. Benites Zúñiga, José Luis (0000-0003-4459-494x)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño De Infraestructura Vial

Lima – Perú

2022

## **Dedicatoria**

A mi familia por su apoyo incondicional para poder lograr culminar este proyecto de investigación.

Boza Escalante, Jorge Luis.

## **Agradecimiento**

A todas las personas que hicieron posible que este proyecto se haga realidad y a la empresa CIAA SANTA CRUZ GEOTECNIA por el apoyo en el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

Boza Escalante, Jorge Luis.

## Índice de contenidos

Caratula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	vii
Abstract	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>17</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>33</b>
3.1. Tipo y diseño de la investigación	33
3.2. Variables y operacionalización	34
3.3. Población muestra, muestra y muestreo	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
3.5. Procedimientos	37
3.6. Método de análisis de datos	66
3.7. Aspectos éticos	66
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>67</b>
<b>V. DISCUSIONES</b>	<b>84</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>90</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>92</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>94</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>102</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Requisitos de calidad de los agregados gruesos en la mezcla asfáltica en caliente.....	29
Tabla 2. Requisitos de calidad de los agregados finos en la mezcla asfáltica en caliente.....	30
Tabla 3. Requisitos de calidad de la gradación en la mezcla asfáltica en caliente.....	30
Tabla 4. Requisitos de calidad de la mezcla asfáltica en caliente.....	31
Tabla 5. Resumen de las propiedades de los agregados. ....	38
Tabla 6. Descripción de la granulometría del asfalto patrón. ....	38
Tabla 7. Descripción de la granulometría del asfalto con SBS al 1 %.....	39
Tabla 8. Descripción de la granulometría del asfalto con SBS al 1.5 %.....	40
Tabla 9. Descripción de la granulometría del asfalto con SBS al 1.5 %.....	41
Tabla 10. Diseño de mezcla asfáltica convencional. ....	44
Tabla 11. Resumen del diseño de mezcla asfáltica convencional.....	45
Tabla 12. Diseño de mezcla asfáltica con 1 % de SBS.....	51
Tabla 13. Resumen del diseño de mezcla asfáltica con 1 % de SBS. ....	52
Tabla 14. Diseño de mezcla asfáltica con 1.5 % de SBS.....	56
Tabla 15. Resumen del diseño de mezcla asfáltica con 1.5 % de SBS. ....	57
Tabla 16. Diseño de mezcla asfáltica con 2 % de SBS.....	61
Tabla 17. Resumen del diseño de mezcla asfáltica con 2 % de SBS. ....	62
Tabla 18. Comparación del peso específico en las mezclas asfálticas. ....	69
Tabla 19. Comparación del contenido de vacíos en las mezclas asfálticas. ....	70
Tabla 20. Comparación de vacíos de material en el agregado compactado en las mezclas asfálticas. ....	72
Tabla 21. Comparación de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas.....	74
Tabla 22. Comparación del flujo de las mezclas asfálticas. ....	75
Tabla 23. Comparación de la estabilidad en las mezclas asfálticas.....	77

Tabla 24. Comparación de la rigidez en las mezclas asfálticas. ....	79
Tabla 25. Prueba de hipótesis respecto a las propiedades físicas.....	81
Tabla 26. Prueba de hipótesis respecto a las propiedades mecánicas.....	82

## Índice de figuras

Figura 1. Vista del modelo del asfalto. ....	25
Figura 2. Estructura del polímero SBS. ....	26
Figura 3. Vista del polímero SBS. ....	26
Figura 4. Vista de las distintas compatibilidades entre el asfalto y el polímero. ...	27
Figura 5. Características de los tipos de mezclas asfálticas. ....	28
Figura 6. Clasificación de los áridos. ....	29
Figura 7. Distribución de la granulometría del asfalto patrón. ....	39
Figura 8. Granulometría del agregado con adición de SBS al 1 %. ....	40
Figura 9. Granulometría del agregado con adición de SBS al 1.5 %. ....	41
Figura 10. Granulometría del agregado con adición de SBS al 2 %. ....	42
Figura 11. Control del agregado. ....	43
Figura 12. Adición de la mezcla asfáltica. ....	43
Figura 13. Mezcla de los componentes del asfalto. ....	43
Figura 14. Control del agregado. ....	43
Figura 15. Adición de la mezcla asfáltica. ....	43
Figura 16. Mezcla de los componentes del asfalto. ....	43
Figura 17. Contenido de vacíos en la mezcla asfáltica en caliente convencional. ....	45
Figura 18. Contenido de vacíos de material en el agregado compactado en la mezcla asfáltica convencional. ....	46
Figura 19. Contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla convencional. ....	46
Figura 20. Flujo en la mezcla asfáltica convencional. ....	47
Figura 21. Estabilidad de la mezcla asfáltica convencional. ....	47
Figura 22. Rigidez de la mezcla asfáltica convencional. ....	48
Figura 23. Pesaje de los componentes del asfalto modificado. ....	49
Figura 24. Vista del molde para la elaboración de briquetas. ....	49
Figura 25. Compactación de las briquetas de asfalto modificado. ....	49

Figura 26. Extracción de las briquetas del molde.....	50
Figura 27. Vista de las briquetas de asfalto modificado. ....	50
Figura 28. Inmersión en agua de las muestras de asfalto modificado.....	50
Figura 29. Ejecución del ensayo Marshall de la mezcla asfáltica modificada. ....	50
Figura 30. Briquetas roturadas después del ensayo Marshall.....	50
Figura 31. Control de la temperatura del asfalto modificado. ....	50
Figura 32. Contenido de vacíos en la mezcla asfáltica en caliente con 1 % de SBS.....	52
Figura 33. Contenido de vacíos de material en el agregado compactado en la mezcla asfáltica con 1 % de SBS. ....	53
Figura 34. Contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de SBS.....	53
Figura 35. Flujo en la mezcla asfáltica con 1 % de SBS. ....	54
Figura 36. Estabilidad en la mezcla asfáltica con 1 % de SBS.....	54
Figura 37. Rigidez en la mezcla asfáltica con 1 % de SBS. ....	55
Figura 38. Contenido de vacíos en la mezcla asfáltica en caliente con 1.5 % de SBS.....	57
Figura 39. Contenido de vacíos de material en el agregado compactado en la mezcla asfáltica con 1.5 % de SBS. ....	58
Figura 40. Contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de SBS.....	58
Figura 41. Flujo en la mezcla asfáltica con 1.5 % de SBS. ....	59
Figura 42. Estabilidad en la mezcla asfáltica con 1.5 % de SBS.....	59
Figura 43. Rigidez en la mezcla asfáltica con 1.5 % de SBS. ....	60
Figura 44. Contenido de vacíos en la mezcla asfáltica en caliente con 2 % de SBS.....	62
Figura 45. Contenido de vacíos de material en el agregado compactado en la mezcla asfáltica con 2 % de SBS. ....	63
Figura 46. Contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de SBS.....	63



Figura 47. Flujo en la mezcla asfáltica con 2 % de SBS. ....	64
Figura 48. Estabilidad en la mezcla asfáltica con 2 % de SBS.....	64
Figura 49. Rigidez en la mezcla asfáltica con 2 % de SBS. ....	65
Figura 50. Mapa político del Perú.....	67
Figura 51. Mapa político del departamento de Junín. ....	67
Figura 52. Mapa de la provincia de Huancayo. ....	67
Figura 53. Mapa de ubicación del distrito de Sapallanga. ....	67
Figura 54. Comparación del peso específico en las mezclas asfálticas. ....	69
Figura 55. Variación del peso específico en las mezclas asfálticas. ....	69
Figura 56. Comparación del contenido de vacíos en las mezclas asfálticas. ....	71
Figura 57. Variación del contenido de vacíos en las mezclas asfálticas. ....	71
Figura 58. Comparación de vacíos de material en el agregado compactado en las mezclas asfálticas. ....	72
Figura 59. Variación de vacíos de material en el agregado compactado en las mezclas asfálticas. ....	73
Figura 60. Comparación de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas. ....	74
Figura 61. Variación de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas. ....	74
Figura 62. Comparación del flujo de las mezclas asfálticas. ....	76
Figura 63. Variación del flujo de las mezclas asfálticas. ....	76
Figura 64. Comparación de la estabilidad en las mezclas asfálticas.....	77
Figura 65. Variación de la estabilidad en las mezclas asfálticas. ....	78
Figura 66. Comparación de la rigidez en las mezclas asfálticas. ....	79
Figura 67. Variación de la rigidez en las mezclas asfálticas.....	80

## Resumen

La presente investigación tuvo como principal finalidad demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en las propiedades de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, para ello fue se consideró como metodología un tipo de investigación aplicada, con un enfoque cuantitativo, de diseño experimental; donde se consideró como población y muestra un total de 60 briquetas para la elaboración del asfalto patrón y el asfalto modificado con polímero SBS en proporciones de 1 %, 1.5 % y 2 %.

Los principales resultados obtenidos demuestran que el contenido de vacíos se modifica de 4 % a 7.80 %; el flujo de 4.00 mm a 5.20 mm, la estabilidad de 877 kg a 1106 kg y la rigidez de 2277 kg/cm a 1473 kg/cm; concluyendo que el asfalto modificado con mejor comportamiento fue el que posee una proporción de SBS del 1 %; pues cumplen los estándares de la norma vigente.

**Palabras clave:** SBS, mezclas asfálticas, polímeros.

## **Abstract**

The main purpose of this research was to demonstrate the influence of the incorporation of the SBS polymer on the properties of the asphalt mixture in the Ricardo Palma street in Sapallanga-Huancayo 2021, for which the methodology was considered as a type of applied research, with a quantitative approach, experimental design; where a total of 60 briquettes for the preparation of standard asphalt and asphalt modified with SBS polymer in proportions of 1 %, 1.5 % and 2 % were considered as population and sample.

The main results obtained show that the void content is modified from 4 % to 7.80 %; the flow from 4.00 mm to 5.20 mm, the stability from 877 kg to 1106 kg and the stiffness from 2277 kg/cm to 1473 kg/cm; concluding that the modified asphalt with the best performance was the one with a SBS proportion of 1 %, since it complies with the standards of the current norm.

**Key words:** SBS, asphalt mixes, polymers.

## I. INTRODUCCIÓN

La importancia del asfalto es innegable en la actualidad, pues es uno de los materiales con mayor uso para la construcción de carreteras en todo el mundo, tal es su importancia que, del total de asfalto producido, el 95 % es utilizado en la construcción de carreteras [1], las cuales son el principal medio de desarrollo y comunicación de comunidades de un país que se encuentra en vías de desarrollo [2]. Por la importancia de las carreteras en un país, estas deben encontrarse en excelentes condiciones, pues problemas en estas, se convierten en la disminución de la trasitabilidad y el confort de quienes hacen uso.

A nivel internacional, el uso del asfalto es muy común, aunque en países como Ecuador todas las vías principales de intercomunicación departamental están asfaltadas. Si embargo, lo mencionado ha revelado una problemática que viene afectando a otros países, la cual es el reducido tiempo de vida útil del pavimento asfáltico; pues las mezclas de asfaltos convencionales tienen muchos problemas prematuros, debido a que son insuficientes para soportar demandas de tráfico no previstas, y la variación climática; las cuales son complementadas por la baja calidad del agregado, el mal proceso de producción y el deficiente diseño de la mezcla asfáltica. Estos problemas han conllevado que vías que poseían un prolongado tiempo de vida, no las puedan cumplir, por lo cual el estado debe invertir más dinero en mantenimientos [3].

A nivel nacional, la problemática descrita también es frecuente, tal es el caso de la Avenida Santa Callao en Lima, que fue mejorada el año 2014, esperando que tenga un periodo de vida útil de 20 años, sin embargo solo en 5 años se ha evidenciado lugares de deformación y fallas que afectan su normal desempeño [4], en este contexto los estudios han demostrado que dicha reducción del tiempo de vida útil está ligada a factores como el mal diseño, el incremento del tráfico y las condiciones del clima. Estos aspectos han creado la necesidad de poder realizar estudios de

elementos que compensen las deficiencias descritas, generando en los investigadores inquietud por elementos como los polímeros, que cuya composición puede ser beneficioso para la creación del pavimento asfáltico.

A nivel local, en la ciudad de Huancayo y en especial en el jirón Ricardo Palma del distrito de Sapallanga, presenta serias deficiencias que en la actualidad vienen perjudicando el normal desarrollo del tránsito, pues se puede evidenciar fallas, fisuras y baches que afectan a quienes hacen uso diario de la vía, como los pobladores y conductores. Esta situación se ve afectada con mayor intensidad en los meses de fuertes precipitaciones, agravando no solo la condición de vida de los habitantes, sino también de la parte estructural del pavimento del mencionado jirón. Es por ello que, ante esta deficiencia de propiedades del asfalto, el uso de polímeros como el SBS (Estireno-butadieno-estireno), ha tomado relevancia en los últimos años, pues son los compuestos químicos que ofrecen especiales características mecánicas al pavimento, brindándole una mayor resistencia y elasticidad, prolongando así periodo de funcionamiento y reduciendo costos de mantenimiento a las vías [5].

Un aspecto que posee el uso de los polímeros es el incremento del costo que tiene su implementación en comparación del asfalto convencional pues estudios sugieren que el incremento puede ser de hasta 40 % [6]; sin embargo, esto es compensado con la durabilidad y la resistencia a las variaciones de temperatura que ofrece, evitándose de esta manera los costos por mantenimiento periódico y por ende ser más beneficioso que el asfalto convencional [7].

Bajo este contexto, se han considerado como el problema general ¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en las propiedades de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga - Huancayo 2021?, siendo los problemas específicos ¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en el peso unitario de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga -Huancayo

2021?, ¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en los vacíos de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?, ¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en los vacíos en agregado mineral (VMA) de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021 ?, ¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en vacíos llenados con cemento asfáltico de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?, ¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en la flujo de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?, ¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?, ¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en el índice de rigidez de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?.

La justificación teórica de esta investigación está representada en función al aporte del conocimiento científico que se pueda dar con su desarrollo [8], es por ello que con su desarrollo se pudo establecer nuevos enfoques del diseño del pavimento convencional, dando de esta manera un aporte sobre los efectos que tiene el polímero SBS con dosificaciones de 1, 1.5, 2 % en las propiedades de mezclas asfálticas.

La justificación metodológica evalúa las herramientas e instrumentos, necesarios para establecer un método para generar nuevos conocimientos científicos [9]. Es por ello que este tipo de justificación en esta tesis está basada en el desarrollo de los métodos novedosos para la fabricación del asfalto modificado, esto podrá ser aplicado por nuevos investigadores, pues les servirá de guía, para la generación de nuevos conocimientos.

La justificación social de esta investigación estuvo ligada a que, mediante su desarrollo se pudo establecer una alternativa de solución a quienes diariamente

transitan el jirón Ricardo Palma en Sapallanga de la provincia de Huancayo en la región Junín, pues en la actualidad dicha vía presenta fallas, fisuras y baches que afectan la transitabilidad de vehículos y peatones.

La justificación ambiental de esta investigación estuvo ligada a que, mediante el uso de este material, se puede reducir el uso de la mezcla asfáltica, pues de acuerdo a los antecedentes, la aplicación del polímero SBS incrementa la resistencia del asfalto, y por ende el espesor del pavimento. Esto implica ambientalmente la reducción de la extracción de la cantidad de recursos como los agregados, los cuales afectan de manera directa a los ecosistemas de donde se obtienen estos materiales.

el objetivo general es demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en las propiedades de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, y los objetivos específicos son serian demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en el peso unitario de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021; demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en los vacíos de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en los vacíos en agregado mineral (VMA) de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en los vacíos llenados con cemento asfáltico de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en el flujo de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en la estabilidad de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en el índice de rigidez de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.

Con las siguientes hipótesis general el polímero SBS influye en las propiedades de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, con las hipótesis específicas el polímero SBS influye en el peso unitario de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, el polímero SBS influye en los vacíos de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, el polímero SBS influye en los vacíos en agregado mineral (VMA) de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, el polímero SBS influye en los vacíos llenados con cemento asfáltico de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, el polímero SBS influye en el flujo de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, el polímero SBS influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021, el polímero SBS influye en el índice de rigidez de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.



## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta investigación, en Cusco, Estrada (2017) en su investigación consideró como objetivo general estudiar y evaluar el desempeño de las mezclas asfálticas al modificarlas con el uso del polímero SBS PG-28 y comparar sus propiedades con un asfalto convencional PEN 85/100. En el desarrollo de su estudio consideró una metodología experimental y aplicada basada principalmente en una población del asfalto modificado, para lo cual consideró la aplicación de ensayos de laboratorio estandarizados en las normativas peruanas con el fin de establecer de dos problemas frecuentes como lo son la deformación y la resistencia a la fatiga, para lo cual aplicó los ensayos de Hamburg Wheel Tracker y el ensayo de viga de flexión en 4 puntos. Como principales resultados pudo determinar que el desempeño de la mezcla asfáltica modificada con SBS presenta un incremento de hasta un 400 % respecto a la mezcla convencional, mientras que la resistencia a la fatiga fue superior hasta en 17 veces a lo obtenido en la mezcla patrón. Además, pudo establecer que el contenido de asfáltico óptimo fueron similares, pues el primero fue de 6.3 % mientras que para el asfalto convencional fue de 6.2 %; con respecto a la estabilidad, pudo determinar que el asfalto modificado fue de 2947 kgf, mientras que del asfalto convencional fue de 1382 kgf, por su parte el flujo obtenido en la mezcla modificada fue de 14.10 mm y el del asfalto patrón de 14.00 mm. Concluyendo de esta manera que el uso del polímero SBS en las mezclas asfálticas pueden modificar de manera significativa sus propiedades [10].

En Junín, Chávez (2017), para el desarrollo de su investigación consideró como objetivo general el evaluar cual es el desempeño de las mezclas asfálticas al utilizar el polímero SBS en su composición, y de esta manera poder ser aplicada en la elaboración de carpetas asfálticas en climas fríos como el de la región Junín. Para cumplir con sus objetivos planteados consideró la aplicación de una metodología de investigación experimental y aplicada en el que estudió al asfalto con SBS, y en

el que se consideró ensayos de acuerdo al diseño Marshall con el fin de determinar la estabilidad, el flujo y la rigidez de la mezcla. Los principales resultados obtenidos muestran que el uso de la mezcla modificada con el polímero SBS mejoran sus propiedades, pues la estabilidad obtenida fue de 19.12 kN, el cual es 100 % mayor que el valor obtenido en la muestra convencional. Respecto a la susceptibilidad a la humedad, pudo establecer que esta se incrementó, pues el de mezcla convencional fue de 78.41 % mientras que la mezcla modificada fue de 89.79 %; con ello pudo establecer como conclusión que el uso del polímero SBS mejorará las propiedades del asfalto convencional y su uso es factible en zonas de clima frío [2].

En Lima, Valdivia (2017), en su investigación consideró como principal objetivo establecer la incidencia de la adición del polímero SBS en el comportamiento, especialmente mecánico, de las mezclas asfálticas para su aplicación en la Av. Universitaria, para lo cual ha considerado una metodología experimental en el que consideró como asfalto patrón el PEN 60/70 y agregados de la cantera denominada "Leticia Cerro Blanco", los cuales fueron ensayados de acuerdo a las normativas EG-2013 y EM-2016, para el estudio de las propiedades del asfalto convencional y modificado, consideró también, el diseño Marshall por lo que consideró también la estabilidad y el flujo de cada mezcla. Como principales resultados pudo determinar que la estabilidad de la mezcla convencional fue de 1389.4 kg, mientras que el de la mezcla modificada fue de 1921.4 kg, lo cual representa una variación de 38.28 % entre ambas mezclas; respecto al daño inducido por humedad también obtuvo un incremento de 8.85 % respecto al asfalto convencional, lo cual indica que se ha incrementado la susceptibilidad a la humedad. En tal sentido pudo concluir que la incorporación del SBS en las mezclas asfáltica convencionales pueden mejorar de manera considerable sus propiedades física y mecánicas; con ello se puede disminuir las fallas comunes, los cuales se dan a causa de la variabilidad climática [11].

Seguidamente los antecedentes internacionales de esta investigación, en México, como Palma y otros (2015), tuvo como objetivo realizar un artículo de revisión con el fin de establecer la modificación de las propiedades del asfalto mediante la aplicación de elastómeros con la finalidad de poder utilizarlos en pavimentos. Fue un estudio que consideró una metodología descriptiva y de revisión bibliográfica, en la que se ha estudiado a polímeros como el caucho natural, el estireno-butadieno, el estireno-butadieno-estireno, el caucho etileno-propileno-dieno y el SEBS. Como principales resultados pudieron establecer que a pesar del elevado costo que conlleva el uso de estos materiales, estos pueden ser compensados con el incremento de la resistencia a la fractura, ahuellamiento, susceptibilidad térmica y permeabilidad, lo cual se traduce en un incremento del tiempo de vida de la mezcla asfáltica; siendo que el más compatible de los materiales revisados con el asfalto fue el estireno-butadieno-estireno (SBS). Concluyendo finalmente que la factibilidad de uso de los polímeros es factible para poder mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas [12].

En Ecuador, Borja y Cárdenas (2019) tuvo como principal objetivo estudiar y comparar las principales características de las mezclas asfálticas en caliente al utilizar polímeros como el SBS (estireno-butadieno-estireno) y SBR (estireno-butadieno). El estudio realizado consideró una metodología experimental y aplicada, en la que consideró como población al asfalto modificado a los que se aplicaron ensayos normalizados como la estabilidad y flujo, todo ello en función al diseño Marshall; también consideró estudios como los ensayos de desgaste por cántabro y tracción indirecta. Los resultados que ha obtenido muestran que, las mezclas asfálticas modificadas con SBS y SBR mejoran de manera significativa las propiedades del asfalto, pues se logra reducir la susceptibilidad térmica a temperaturas bajas, reduce el riesgo a deformación y se incrementa la durabilidad de la mezcla. Concluyendo finalmente que la dosificación óptima fue de 2 % de SBS y 1 % de SBR; además que el costo de producción se incrementó en 25.36 % y 15.84 % respectivamente, respecto a una mezcla convencional [7].

En México, Zapién (2015) tuvo como principal objetivo desarrollar un asfalto conformado por copolímeros SBS y la nanoarcilla montmorillonita en diferentes proporciones, mediante la técnica de mezclado por caliente. El estudio consideró una metodología experimental y aplicada en el que la población fueron aquellos asfaltos modificados; además, este estudio consideró proporciones de la mezcla SBS/nanoarcilla de 3 %, 4 %, y 6 %; a las que se corroboró la pertinencia del compuesto mediante una técnica de difracción de rayos X, los cuales corroboraron que son propias de un nanocomposito exfoliado cuando se mezclan a una temperatura de 190 °C. Como principales resultados pudo establecer que el uso del polímero SBS y la nanoarcilla mejoran de manera significativa las propiedades del asfalto, pues su inclusión en la mezcla aumentó la viscosidad, incrementó la temperatura de reblandecimiento y disminución de la penetración, redujo la susceptibilidad térmica y mejoró la morfología de dispersión. Concluyendo de manera general que la mejor dosificación del uso de este material fue la concentración de 3 %, lo cual da cabida a estudio del uso de concentraciones menor a este porcentaje, puesto que las principales propiedades del asfalto se mejoraron de manera significativa [1].

Los artículos de esta investigación, tales como el de Zuluaga, Gómez y Correa (2021), donde consideraron como principal objetivo desarrollar un asfalto modificado mediante el uso de un polímero SBS para poder compararlo con un asfalto proveniente de la refinería Ecopetrol Barrancabermeja 60/70; para ello consideró una metodología experimental en el que consideró ensayos de laboratorio con el fin de establecer que el asfalto colombiano es compatible con altos contenidos de polímero SBS y de esta manera establecer que el cemento asfáltico tiene recuperaciones elásticas por torsión superiores al 80 %. En este sentido, el aspecto experimental consideró la incorporación del polímero SBS en proporciones de 2.5 %, 5 % y 7.5 %. Los resultados muestran que el ligante mejora sus propiedades físicas, comparables con los de un asfalto altamente modificado, pues logra desarrollar una recuperación elástica por torción de hasta 91 %, ello

considerando un porcentaje de SBS en la mezcla de 7.5 %; además, pudo establecer que, si esta recuperación por torsión elástica se da a una temperatura de 25 °C en un periodo de 24 horas, ella puede incrementarse hasta un 94 %. Concluyendo de esta manera que el uso del polímero SBS puede mantener la recuperación por torsión del asfalto a través del tiempo [13].

Villa y Jaramillo (2018), en su investigación consideraron como principal objetivo establecer la incidencia del empleo de polímeros como modificadores del asfalto. Para ello, el estudio consideró una metodología experimental y un tipo de investigación aplicada, en el que para los ensayos de laboratorio consideró tres tipos de polímeros: SBS, Elvaloy y Caucho de llantas, los cuales fueron mezclados con el asfalto convencional en proporciones de 3 %, 1.3 % y 5 % respectivamente, con el fin de que estos puedan cumplir con las especificaciones de la norma ASTM (American Society for Testing Materials). Estos materiales fueron diseñados y estudiados en función de la metodología Superpave, mediante la cual se pudo establecer el despeño y el análisis reológico de los agregados. Los resultados que se obtuvo en el desarrollo de la investigación han demostrado que, al considerar la clasificación PG, el asfalto modificado con Elvaloy y con caucho tienen una clasificación de PG76-28, lo cual hace que el rango de temperatura para su trabajo sea mayor que el asfalto con SBS, el cual se ha clasificado como PG 76-22, demostrando que los tres casos analizados presentan una mejora significativa en el grado alto de temperatura; sin embargo, esto no ocurre en el grado bajo de temperatura donde los polímeros Elvaloy y el caucho presentaron un valor de 28, mientras que el SBS se incrementó a 22. En este contexto, pudo establecer como principal conclusión que, el uso de los polímeros SBS son factibles para mejorar el grado alto y bajo de temperatura del asfalto convencional [14].

Münkel *et al.* (2021) en su investigación consideraron como principal objetivo el estudio del aceite reciclado para mejorar el desempeño del asfalto modificado con polímeros como el SBS y RET, en referencia a su fatiga y deformación. El

estudio consideró como principal metodología la experimental, la cual consistió en primera instancia en la caracterización de los materiales a utilizar, para posteriormente determinar el óptimo contenido de asfalto en la mezcla, luego modificaron el contenido del asfalto y también la concentración de los polímeros; para posteriormente medir la resistencia a la deformación y a fatiga en función de los ensayos de reología. Como principales resultados puedo establecer que el aceite disminuyó el grado superior e inferior del desempeño (PG), además que afectó de manera considerable la interacción con el SBS; por su lado, el uso del RET en el asfalto con aceite, pudo determinarse que el valor del desempeño se incrementó en 2 grados, sin la necesidad de afectar la temperatura. Como conclusión general pudieron establecer que el aspecto determinante para un adecuado comportamiento del asfalto fue el tipo de polímero que se considere, además que el aspecto que tuvo mayor incidencia en el asfalto fue la recuperación elástica [15].

En Iraq, Ibrahim (2020) en su investigación consideró como principal objetivo determinar la influencia del envejecimiento a largo plazo a  $85 \pm 3^\circ\text{C}$  durante  $120 \pm 0,5$  h en las propiedades de las mezclas de SBS y PP en términos de: estabilidad, rigidez, módulo de resiliencia, resistencia a la tracción indirecta a 25 y  $60^\circ\text{C}$ , relación de resistencia a la tracción y ahuellamiento, pues la mayoría de las investigaciones se enfocan en la determinación de las propiedades dejando de lado el envejecimiento de los asfaltos. Para ello consideró un estudio aplicativo y experimental en el que evaluó la vida del pavimento y las respuestas en términos de: deformación por fatiga, deformación por ahuecamiento, deflexión de la superficie y aumento porcentual de la vida del pavimento mediante el software de análisis elástico multicapa (BISAR). Los resultados de las pruebas de las mezclas de SBS mostraron un mayor módulo de resiliencia y resistencia al daño por humedad, con una menor estabilidad y resistencia al ahuellamiento que las mezclas de PP. Los análisis BISAR muestran que las mezclas de SBS tenían una mayor vida a la fatiga que las mezclas de PP. Concluyendo de manera general que, el

envejecimiento a largo plazo mejora el rendimiento de las mezclas de SBS y PP [16].

En China, Yan *et al.* (2020) en su investigación consideraron como principal objetivo realizar la caracterización de cómo es la degradación del SBS en el asfalto modificado con alto contenido de asfalto (HCPMA), para lo cual aplicaron la espectroscopía infrarroja de reflexión atenuada por la transformada de Fourier (ATR-FTIR), pues en la actualidad existen un sinnúmero de estudios sobre las propiedades del asfalto, pero dejan de lado la posible sensibilidad del SBS al envejecimiento. En tal sentido, el estudio realizado ha considerado un estudio experimental y aplicada basada en el análisis de 17 condiciones de envejecimiento en laboratorio/campo. Los índices infrarrojos derivados del análisis semicuantitativo del espectro se correlacionaron con las propiedades reológicas del ligante ( $G^*$ ,  $d$ ,  $J_{nr3.2}$ ,  $R_{3.2}$ ). Los resultados muestran que, debido a la degradación del polímero el ligante HCPMA con un mayor nivel de envejecimiento tiene generalmente una mayor rigidez con menos elasticidad. Además, el HCPMA es vulnerable al envejecimiento a corto plazo a alta temperatura y muestra más resistencia al envejecimiento a largo plazo a temperatura intermedia. La aplicabilidad del envejecimiento bituminoso estándar de laboratorio, es decir, el envejecimiento en horno de película fina (RTFO) y el envejecimiento en recipiente a presión (PAV), para el HCPMA parece ser cuestionable. En consecuencia pudieron establecer como principal conclusión que el RTFOT como el PAV producen un grado de envejecimiento mucho menor que el envejecimiento real del HCPMA en el campo [17].

En Irán, Vamegh, Ameri y Chavoshian Naeni (2019) en su investigación consideraron como objetivo principal evaluar el performance de la resistencia a la fatiga de mezclas asfálticas con los polímeros mezclados de SBR y PP, pues un aspecto de suma importancia y poco estudiado en el asfalto es la fatiga que este sufre a consecuencia del incremento del tráfico y de la carga de paso. En este

estudio se ha considerado una investigación del tipo aplicada con un diseño experimental en el que se realizó la mezcla de los polímeros mencionados en proporciones de 70/30, 50/50 y 30/70, al 3, 4 y 5 % en peso de ligante asfáltico, para posteriormente comparar el rendimiento de la fatiga de las mezclas asfálticas que posean una concentración de SBS del 4 % y 5 % en su composición, a los que además se añadió la nanoarcilla CLOSITE 15<sup>a</sup> al 1.5 % del peso del ligante, con la finalidad de mejorar la estabilidad de la mezcla. Los resultados de las pruebas de fatiga por flexión, fatiga por tracción indirecta, resistencia a la tracción indirecta y módulo de resiliencia realizadas en las muestras de asfalto mostraron que el uso de mezclas de polímeros mejora el rendimiento a la fatiga de las mezclas de asfalto, de modo que en las muestras que contienen un 5% de mezclas de polímeros con un 50% y un 70% de SBR, la vida a la fatiga se incrementa en más de un 50% en comparación con la de las muestras con un 5% de SBS. En conclusión, puede decirse que las mezclas de polímeros pueden utilizarse como un aditivo eficaz y económico en las mezclas asfálticas [18].

En cuanto al aspecto teórico, se tiene que el asfalto corresponde a una mezcla de hidrocarburos producto resultante de destilar el petróleo, es así que su composición presenta 1 % de oxígeno, 5 % de restos de hierro, vanadio, níquel y azufre, 10 % de hidrógeno y 84 % de carbón; en cuanto a las propiedades del asfalto se tiene a la durabilidad, adhesión y cohesión, susceptibilidad térmica, endurecimiento y envejecimiento y pureza; mientras que, los ensayos que normalmente se realizan a los asfaltos corresponden a la penetración, viscosidad, punto de ignición, punto de ablandamiento, ductilidad, prueba de película delgada, solubilidad y peso específico [19]. Es así que, en la siguiente figura se muestra el modelo del asfalto:



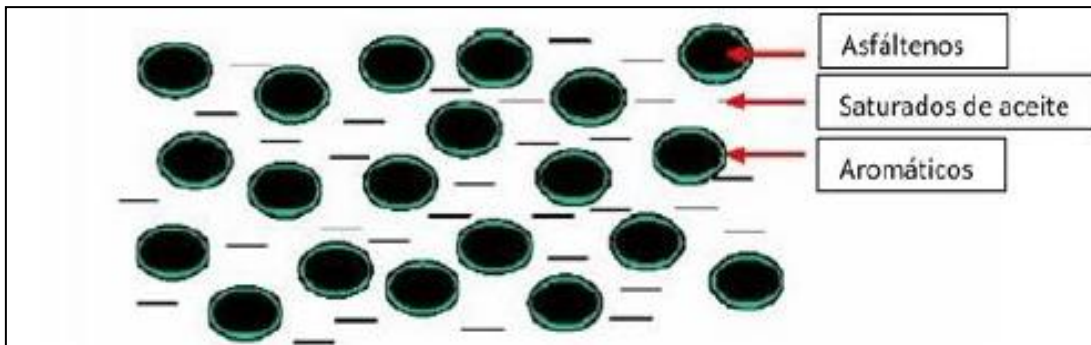


Figura 1. Vista del modelo del asfalto.

Fuente: Borja y Cárdenas (2019).

Respecto a la clasificación y grados del asfalto se cuenta con el cemento asfáltico, que viene a ser un asfalto con flujo o sin flujo, que generalmente es empleado para la producción de pavimentos, otro tipo es el asfalto diluido, es aquel que es mezclado con petróleo y licuado, en estos se tiene a los RC y MC; por último, se tiene a la emulsión asfáltica, que es resultante de la mezcla de asfalto y agua pudiendo ser del tipo catiónico o aniónico [20].

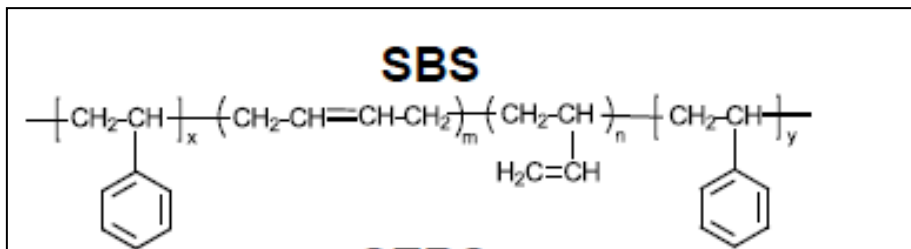
El asfalto modificado son aquellos donde se incluye polímeros, pudiendo ser la fase donde los polímeros cuentan con pequeñas partículas de asfalto o la otra fase en la cual el asfalto cuente con pequeñas partículas de polímeros [21]

Los polímeros están conformados por grandes moléculas que forman pequeñas unidades, las cuales se llaman monómeros, su aplicación en los asfaltos trae consigo una acción superficial iónica que va incrementándose en la interface del asfalto y de los agregados pétreos, que es sostenida hasta con presencia de agua [22].

En el ámbito de pavimentos, se tiene a los polímeros termoendurecibles y a los termoplásticos, donde en este primero se encuentra a las resinas epoxi, poliuretanos y poliésteres, a diferencia que en los termoplásticos se cuenta con dos grupos grandes que vienen a ser los plastómeros y los elastómeros, conformado

por el SBR, cauchos naturales, cauchos artificiales, neopreno y SBS en este último grupo [20].

Cuando se habla de polímeros SBS se refiere al Styrene-Butadiene-Styrene que de ser traducido es el estireno – butadieno – estireno, que es producto de polimerizar el estireno y el butadieno formando así a este elastómero termoplástico que es elástico y durable, cuya estructura se muestra en la *Figura 2*, que de ser adicionado a la mezcla asfáltica en caliente asegura la fricción superficial, reduce la deformación permanente, otorga resistencia a la tracción y mejora el comportamiento cuando se encuentre en temperaturas bajas [23].



*Figura 2.* Estructura del polímero SBS.

Fuente: Zapién (2015).

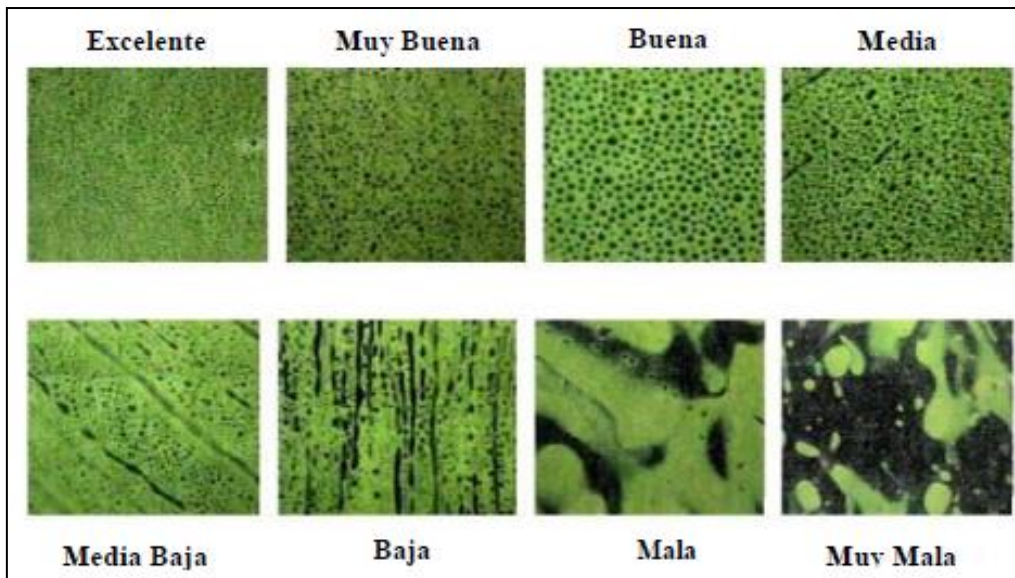


*Figura 3.* Vista del polímero SBS.

Fuente: Borja (2019).

La compatibilidad del asfalto con el polímero se determina cuando no se presenta heterogeneidad en la mezcla, siendo esta determinado por medio de un examen

visual, entonces es posible tener dos resultados, las mezclas heterogéneas y las homogéneas, siendo que en esta primera la compatibilidad del polímero con el asfalto, a diferencia que en la segunda representa una compatibilidad perfecta, aunque esto suele ser un caso con muy poca probabilidad [19].

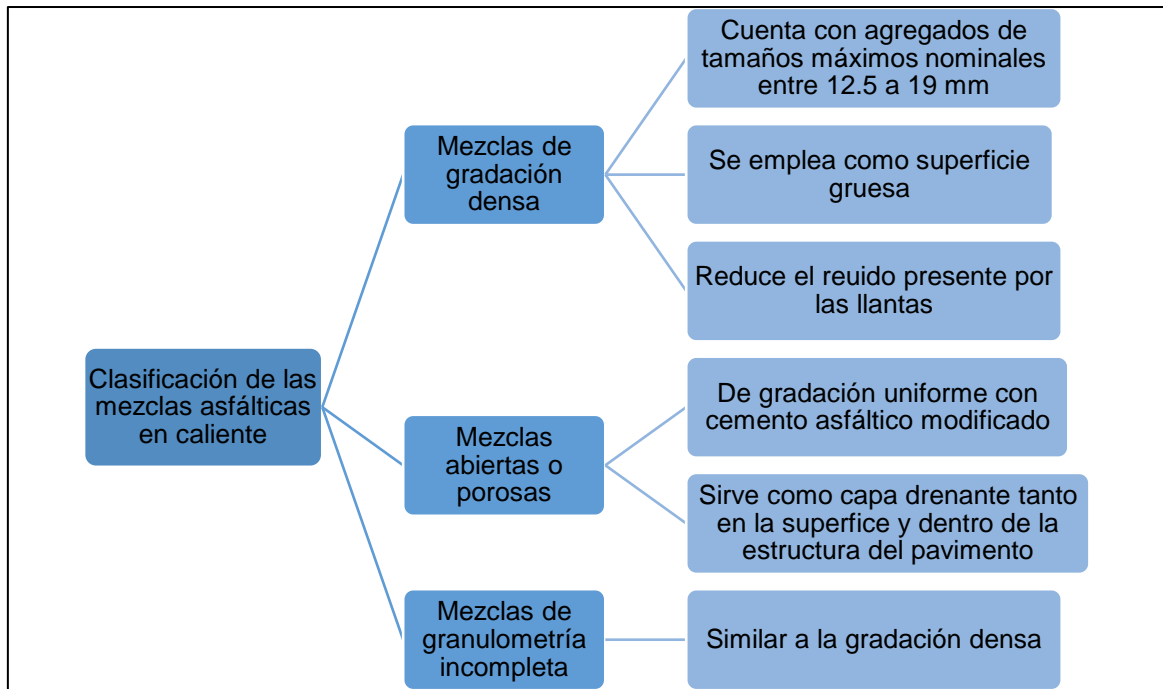


*Figura 4.* Vista de las distintas compatibilidades entre el asfalto y el polímero.  
Fuente: Broncano y Campos (2021).

Dentro de las principales ventajas del empleo de los asfaltos modificados se tiene la mejora en la deformación permanente, incremento de la resistencia ante el envejecimiento, mejor sellado de fisuras, reducción de la exudación, menos permeabilidad, mayor trabajabilidad, mayor costo beneficio que el asfalto convencional [19].

La mezcla asfáltica es una mezcla que tiene propiedades termoplásticas, ante ello corresponde a una mezcla de áridos donde por lo general determina las propiedades de la mezcla, más el ligante asfáltico el cual debe estar controlado en 160 °C aproximadamente [20].

Se cuenta con diversos tipos de mezclas asfálticas en caliente, tales como las mezclas de gradación densa, mezclas abiertas o porosas, mezclas de granulometría incompleta [24], sus principales características se muestran en la siguiente figura:



*Figura 5.* Características de los tipos de mezclas asfálticas.  
Fuente: Borja (2019).

Los agregados o áridos, son aquellos materiales minerales duros que son empleados considerando una buena gradación para la elaboración de los pavimentos, dentro de la clasificación de estos se tiene tanto por su formación y por su origen, tal como se muestra en la siguiente figura:

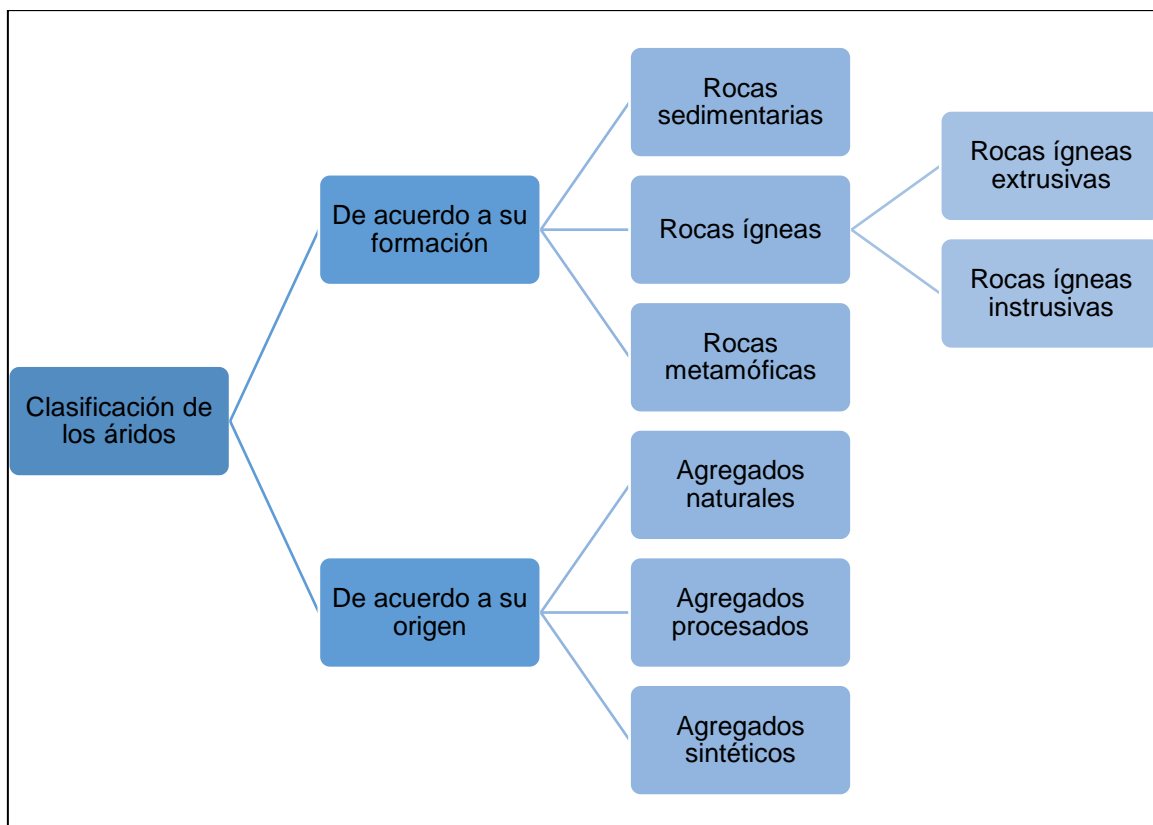


Figura 6. Clasificación de los áridos.  
Fuente: Borja (2019).

En consecuencia, las consideraciones para los agregados gruesos y finos, para la elaboración de mezclas asfálticas se tiene la Tabla 1 hasta la Tabla 3.

**Tabla 1.** Requisitos de calidad de los agregados gruesos en la mezcla asfáltica en caliente.

Ensayos	Requerimiento de acuerdo a la altitud	
	≤ 3 000 msnm	> 3 000 msnm
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	18 % máximo	15 % máximo
Abrasión Los Ángeles	40 % máximo	35 % máximo
Adherencia	+ 95	+ 95
Índice de durabilidad	35 % mínimo	35 % mínimo
Partículas chatas y alargadas	10 % máximo	10 % máximo
Caras fracturadas	85/50	90/70
Sales solubles totales	0.5 % máximo	0.5 % máximo
Absorción	1 % máximo	1 % máximo

Fuente: Especificaciones técnicas generales para construcción del MTC (2013).

**Tabla 2.** *Requisitos de calidad de los agregados finos en la mezcla asfáltica en caliente.*

Ensayos	Requerimiento de acuerdo a la altitud	
	≤ 3 000 msnm	> 3 000 msnm
Equivalente de arena	60	70
Angularidad del agregado fino	30	40
Azul metileno	8 máximo	8 máximo
Índice de plasticidad (malla N° 40)	NP	NP
Durabilidad	-	18 % máximo
Índice de durabilidad	35 mínimo	35 mínimo
Índice de plasticidad (malla N° 200)	4 máximo	NP
Sales solubles totales	0.5 % máximo	0.5 % máximo
Absorción	0.5 % máximo	0.5 % máximo

Fuente: Especificaciones técnicas generales para construcción del MTC (2013).

**Tabla 3.** *Requisitos de calidad de la gradación en la mezcla asfáltica en caliente.*

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
1"	100		
3/4"	80 - 100	100	
1/2"	67 - 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	08 - 17	08 - 17	09 - 19
N° 200	04 - 08	04 - 08	05 - 10

Fuente: Especificaciones técnicas generales para construcción del MTC (2013).

Para el diseño de las mezclas asfálticas en caliente, se evalúa el comportamiento físico mecánico de la mezcla, partiendo de la combinación de los agregados y el asfalto, con el control de la temperatura durante su mezclado y su compactación, para lo cual se tiene plantas de mezclado que después es llevado a la obra [3]. Definida la mezcla asfáltica se debe cumplir otros requerimientos de calidad los cuales se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4. Requisitos de calidad de la mezcla asfáltica en caliente.**

Parámetro de diseño	Clase de mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
Estabilidad (mínimo)	8.15 kN	5.44 kN	4.53 kN
Flujo 0.01" (0.25 mm)	08 - 14	08 - 16	08 - 20
Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
Inmersión - compresión (MTC E 518)			
Resistencia a compresión Mpa mínimo.	2.1	2.1	1.4
Resistencia retenida % (mínimo)	75	75	75
Relación polvo - asfalto (2)	0.6 - 1.3	0.6 - 1.4	0.6 - 1.5
Relación estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1700 - 4000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283.	80 mínimo		

(1) En el Perú se tiene rangos de 2 % a 4 % (siendo lo recomendable menor a 2 %) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3 000 msnm que se recomienda en estos casos.

(2) Relación entre el porcentaje en peso del agregado más fino que el tamiz 0.07 mm y el contenido de asfalto efectivo, en porcentaje en peso del total de la mezcla.

(3) Para zonas de clima de frío es deseable que la relación de estabilidad y flujo sea de la mayor magnitud posible.

$$\frac{1}{GEB\ 50 - GEB\ 5}$$

(4) El índice de compactabilidad mínimo será 5, definiéndose esta:

Siendo GEB 50 y GEB 5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

Fuente: Especificaciones técnicas generales para construcción del MTC (2013).

El contenido de asfalto en las mezclas depende las características de los agregados, como la capacidad de absorción y su granulometría, pues de presentarse mayor contenido de finos mayor cemento asfáltico se necesitará, a diferencia de que al encontrarse agregados más gruesos se requiere menor contenido de asfalto, asimismo, cuando el agregado mineral presenta variaciones puede traer consigo cambios en la mezcla asfáltica para lo cual es necesario llevar el debido control o de ser posible la modificación del diseño de la mezcla asfáltica [26].

El peso específico de las mezclas asfálticas es la representación de la densidad con el contenido de vacíos de la misma, el cual es determinado inmediatamente posterior a la compactación de la briqueta, mientras se tenga mayores valores de esta propiedad se asegura la duración de la mezcla asfáltica [20].

Los vacíos en las mezclas asfálticas representan a esos espacios pequeños de aire entre los agregados después de compactar la mezcla asfáltica, lo cual es necesario para que de presentarse compactación adicional por acción del tráfico vehicular permitan fluir a la mezcla asfáltica, es así que a mayor sea el contenido de vacíos mayor será la permeabilidad de la mezcla facilitando el ingreso de agua y aire, por ende generar deterioro [27].

Mientras que los vacíos en el agregado mineral son aquellos espacios que incluyen los espacios llenos de cemento asfáltica y los vacíos una vez compactada la mezcla asfáltica, razón de que al presentarse mayores valores, permitirá que las películas de asfalto sean más disponibles, por ende más partículas serán recubiertas asegurando así su durabilidad [28].

De lo cual se tiene que la estabilidad es la capacidad de la mezcla asfáltica en caliente ante el desplazamiento y deformación ante las cargas de tránsito, donde depende de la cohesión y fricción interna de las partículas de agregados, además de su textura y forma [10].

En cuanto al flujo es aquella deformación que se da en la briqueta de mezcla asfáltica lo cual trae consigo la reducción del diámetro de la misma verticalmente, que de presentarse valores muy bajos representa que la mezcla asfáltica es demasiado rígida [29]. Otra de las propiedades importantes en la mezcla asfáltica en caliente viene a ser la fatiga que es comúnmente uno de los modos de falla más recurrente en los pavimentos flexibles, que puede ser por acción de daños en la estructura del pavimento o de la carpeta asfáltica [30]



### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de la investigación**

##### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación empleado fue la aplicada, se encuentra principalmente enfocada en construir, conocer y modificar una específica realidad problemática mediante la utilización de aportes teóricos y conceptuales preexistentes [31]. En concordancia a lo descrito, el desarrollo de esta investigación considerará el tipo aplicada, pues para su desarrollo se aplicará el conocimiento existente referente al diseño de mezclas asfálticas, a sus propiedades físicas y mecánicas y lo referente al conocimiento existente de los polímeros.

##### **Enfoque de investigación**

El enfoque que se consideró en el desarrollo de esta investigación fue el cuantitativo, pues este enfoque aplica la recolección de datos y el análisis para poder dar solución a las preguntas de investigación, y de esta manera poder establecer la validez de las hipótesis, para lo cual aplicará mediciones numéricas y métodos estadísticos [32]. En este contexto, el desarrollo de esta investigación considerará este enfoque, pues aplicará mediciones numéricas de las principales propiedades del asfalto, tales como la estabilidad, el flujo, entre otros.

##### **Diseño de investigación**

Los diseños experimentales, son aquellos en los que se modifica de manera delibera la variable independiente en una investigación [33]. En tal sentido, el desarrollo de esta investigación consideró un diseño experimental, pues se modificará de manera deliberada y controlada la cantidad de polímero SBS en el asfalto y de esta manera observar los efectos en sus propiedades.

## **Nivel de investigación**

El nivel de investigación que se tomará como referencia fue el explicativo, pues en este nivel se busca establecer la causa y el efecto entre las variables de estudio [34].

En concordancia a lo mencionado, con el desarrollo de esta investigación se buscó establecer la relación de causa y efecto entre las variables analizadas (asfalto modificado con polímero SBS y asfalto convencional).

### **3.2. Variables y operacionalización**

Se puede definir como variable a aquella propiedad o característica, magnitud o cantidad que puede sufrir cambios, por lo que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación[35].

**Variable independiente:** Polímero SBS

**Variable dependiente:** Propiedades de mezclas asfálticas

Por lo general, las variables están compuesta por dimensiones e indicadores, los cuales de manera conjunta forman la operacionalización de las variables, para lo cual es necesario complementarla con su definición conceptual y operacional (ver matriz de operacionalización de variables)

### **3.3. Población muestra, muestra y muestreo**

#### **Población**

Cuando se desarrolla una investigación se puede considerar como población al conjunto de sujetos, de los que se pueden establecer generalidades en función

a los resultados de una investigación[36]. En este contexto, la población de la investigación estará compuesta por 60 briquetas de asfalto modificado.

## **Muestra**

La muestra puede definirse como el subconjunto representativo de una población, pues puede reflejar de manera casi precisa las principales características de una población, para lo cual es necesario la aplicación de una técnica de muestreo adecuada [37]. En tal contexto, el desarrollo de esta investigación consideró como muestras a las 60 briquetas de mezclas asfálticas que se describen a continuación.

- Mezcla asfáltica modificada convencional. Se consideró 5 porcentajes de cemento asfáltico (5.0 %, 5.5 %, 6.0 %, 6.5 %, y 7.0 %), los cuales se realizó por 3 repeticiones. Es así que se tuvo 15 briquetas de estudio.
- Mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS. Se consideró 5 porcentajes de cemento asfáltico (5.0 %, 5.5 %, 6.0 %, 6.5 %, y 7.0 %), los cuales se realizó por 3 repeticiones. Además, se incluyó el porcentaje de polímeros SBS en 1 %, 1.5 % y 2 %. De esta manera se obtuvo 45 briquetas para el análisis.

## **Muestreo**

El muestreo es la técnica mediante la cual se escoge o selecciona la cantidad de muestras para una investigación, por lo que existen dos tipos, la probabilística y la no probabilística [38]. En tal sentido, para el desarrollo de la presente tesis, se consideró un tipo de muestreo no probabilístico o intensional, el cual implica un proceso de selección basado en las características del fenómeno estudiado y no tanto por el criterio probabilístico.

## **Unidad de análisis**

La unidad de análisis es aquel sujeto, objeto o grupo de quien se realiza la investigación, es decir, es el eje de toda la investigación sobre quien se describirán su características o variables [39]. En base a lo descrito, la unidad de análisis en esta investigación fue el asfalto.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

La observación es una técnica que consiste en la recolección de información mediante la inspección controlada de un fenómeno, hecho o caso, para de esta manera se realice su posterior registro y análisis [40]. En tal sentido, el desarrollo de esta tesis, se consideró por conveniente la aplicación de esta técnica la cual será utilizada con mayor énfasis cuando se desarrollen los trabajos de laboratorio.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Se ha podido interpretar que los instrumentos de investigación pueden ser formatos impresos o digitales para la recolección, registro y almacenamiento de los datos obtenidos [31]. En base a ello, se ha visto por conveniente la utilización de la ficha de observación como instrumento, los cuales serán complementarios a los establecidos por las normativas dadas por la Norma Técnica Peruana (NTP) y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

#### **Validez**

La validez se puede definir como la ausencia de sesgo, en la que debe existir una relación entre lo que se mide y lo que realmente se desea medir de una variable de estudio [32]. En base a lo mencionado se puede establecer que la validez de los

instrumentos utilizado para la medición de las variables, desde el punto de vista técnico, está conformada por las normativas como las Normas Técnicas Peruanas, pues es en estas donde se establecen las características mínimas que los instrumentos deben poseer.

### **Confiabilidad de los instrumentos**

La confiabilidad se puede definir como el error aleatorio en un instrumento para la recolección de datos, por lo que las mediciones realizadas nunca estarán libres de errores involuntarios o que no dependan del investigador.

En este contexto, para el desarrollo de la investigación, la confiabilidad de los están sustentados en función a los certificados de calibración de los principales instrumentos para medir las propiedades físicas y mecánicas del asfalto, garantizando de esta manera la confiabilidad de los instrumentos y por ende de la recolección de datos.

## **3.5. Procedimientos**

El desarrollo de esta investigación tuvo una secuencia de sucesos para poder establecer el correcto desarrollo de la investigación, y las cuales se describen a continuación:

### **Control de las propiedades de los agregados**

El primer aspecto analizado en el desarrollo de esta investigación fueron las propiedades de los agregados que componen el asfalto. En este sentido se extrajo muestras de agregado de la cantera denominada "Rio Seco San Lorenzo", obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 5. Resumen de las propiedades de los agregados.**

Propiedad	Valor	Propiedad	Valor
Gravedad específica agregado fino (Tn/m <sup>3</sup> )	2.66	Terrones de arcilla en el agregado grueso (%)	0
Gravedad específica agregado grueso (Tn/m <sup>3</sup> )	2.58	Terrones de arcilla en el agregado fino (%)	0.27
Resistencia a desgaste del agregado grueso (%)	28.17	Carbón y lignito en arenas	No presenta
Adherencia de mezcla de agregado-bitumen (%)	95	Impurezas inorgánicas	Aceptable
Equivalente de arena (%)	70.15	Presencia de sulfatos en el agregado grueso	0.0079
Durabilidad del agregado grueso (%)	4.13	Presencia de cloruros en el agregado grueso	0.024
Durabilidad del agregado fino (%)	7.43	Potencial de hidrógeno en el agregado grueso	6.57
Porcentaje de caras fracturadas-una cara (%)	96.9	Presencia de sulfatos en el agregado fino	0.0052
Porcentaje de caras fracturadas-dos caras (%)	89.6	Presencia de cloruros en el agregado fino	0.019
Partículas chatas y alargadas (%)	5.1	Potencial de hidrógeno en el agregado fino	6.98

Fuente: elaboración propia.

Adicional a los ensayos mencionados, se muestra el análisis granulométrico obtenido para la elaboración de las mezclas de asfalto.

**Tabla 6. Descripción de la granulometría del asfalto patrón.**

Malla	Grava chancada (40 %)	Arena chancada (60 %)	Polímero SBS (0 %)	Total (100 %)
3/4"	100.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	60.62	100.00	100.00	84.25
3/8"	32.67	100.00	100.00	73.07
N°4	0.00	98.80	100.00	59.28
N°10	0.00	68.90	99.90	41.34
N°40	0.00	30.90	45.19	18.54
N°80	0.00	19.59	10.02	11.75
N°200	0.00	12.34	0.83	7.40

Fuente: elaboración propia.

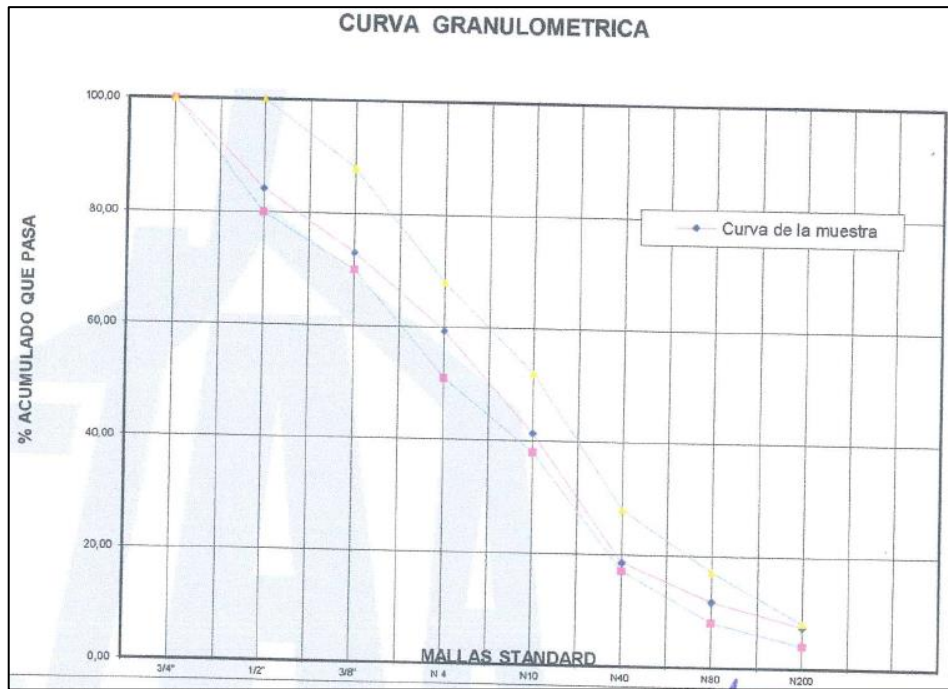


Figura 7. Distribución de la granulometría del asfalto patrón.  
Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se muestra la distribución de la mezcla del agregado para el asfalto patrón, donde se muestra que toda la distribución de los agregados cumple con los usos establecidos por la normativa.

**Tabla 7.** Descripción de la granulometría del asfalto con SBS al 1 %.

Malla	Grava chancada (40 %)	Arena chancada (60 %)	Polímero SBS (1 %)	Total (100 %)
3/4"	100.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	60.62	100.00	100.00	84.25
3/8"	32.67	100.00	100.00	73.07
N°4	0.00	98.80	100.00	59.29
N°10	0.00	68.90	99.90	41.65
N°40	0.00	30.90	45.19	18.68
N°80	0.00	19.59	10.02	11.66
N°200	0.00	12.34	0.83	7.29

Fuente: elaboración propia.

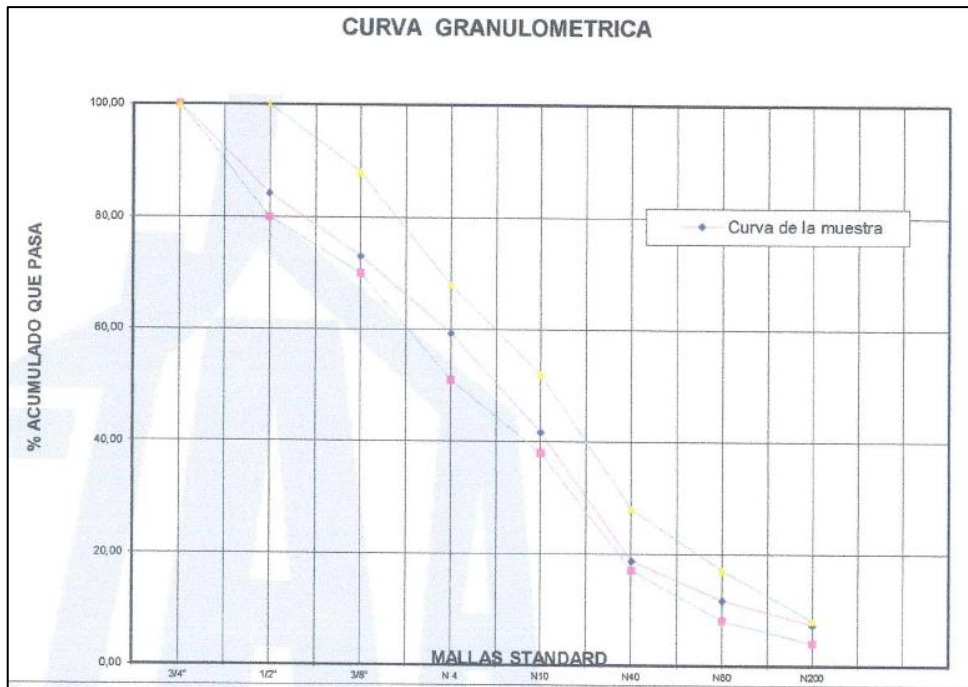


Figura 8. Granulometría del agregado con adición de SBS al 1 %.  
Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior y la Figura 8 se muestra la distribución del agregado con la adición del polímero SBS en una concentración de 1 %, donde se observa que cumplen con los usos recomendados.

**Tabla 8.** Descripción de la granulometría del asfalto con SBS al 1.5 %.

Malla	Grava chancada (40 %)	Arena chancada (60 %)	Polímero SBS (1.5 %)	Total (100 %)
3/4"	100.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	60.62	100.00	100.00	84.25
3/8"	32.67	100.00	100.00	73.07
N°4	0.00	98.80	100.00	59.29
N°10	0.00	68.90	99.90	41.81
N°40	0.00	30.90	45.19	18.75
N°80	0.00	19.59	10.02	11.61
N°200	0.00	12.34	0.83	7.23

Fuente: elaboración propia.



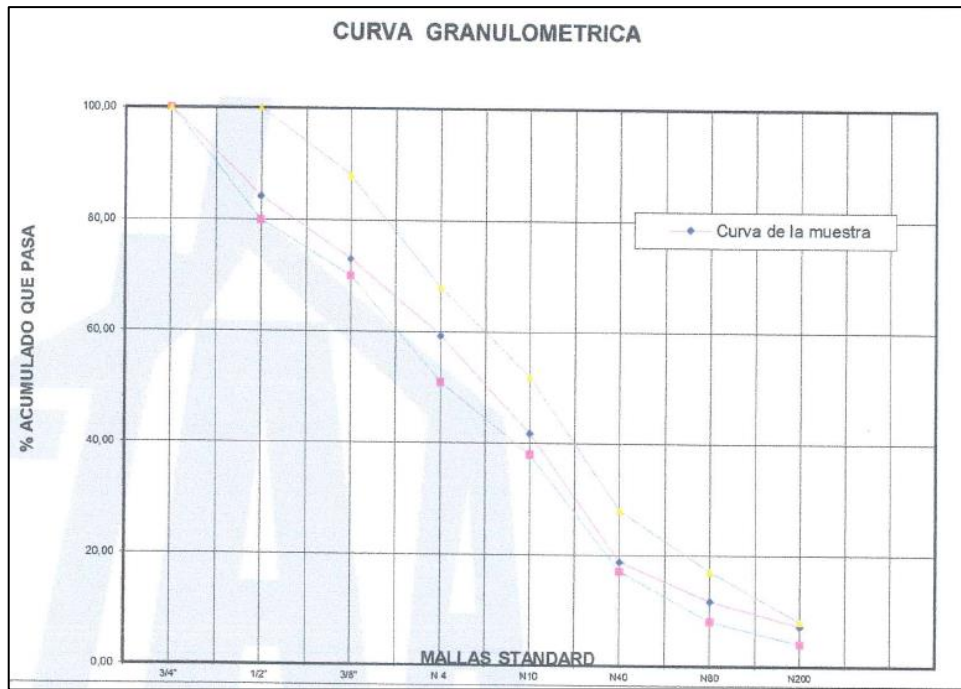


Figura 9. Granulometría del agregado con adición de SBS al 1.5 %.  
Fuente: elaboración propia.

En la tabla y la figura anterior se muestra la distribución de los áridos de la mezcla asfáltica más la adición de SBS al 1.5 %; los cuales no sobrepasan los límites recomendados.

**Tabla 9.** Descripción de la granulometría del asfalto con SBS al 1.5 %.

Malla	Grava chancada (40 %)	Arena chancada (60 %)	Polímero SBS (2 %)	Total (100 %)
3/4"	100.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	60.62	100.00	100.00	84.25
3/8"	32.67	100.00	100.00	73.07
N°4	0.00	98.80	100.00	59.30
N°10	0.00	68.90	99.90	41.96
N°40	0.00	30.90	45.19	18.83
N°80	0.00	19.59	10.02	11.56
N°200	0.00	12.34	0.83	7.17

Fuente: elaboración propia.

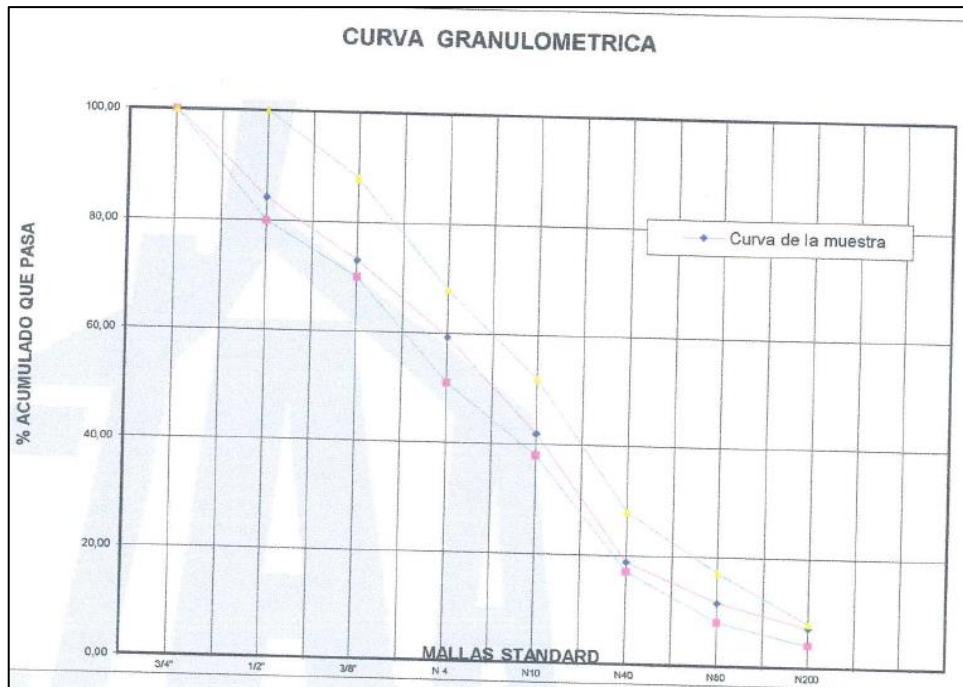


Figura 10. Granulometría del agregado con adición de SBS al 2 %.  
Fuente: elaboración propia.

En la figura y tabla anterior, se detallan la distribución de la granulometría del agregado con la adición del polímero SBS en concentración del 2 % en su composición, los cuales no sobre pasan los límites establecidos en el uso de gradación.

En este sentido se ha podido verificar que todas las propiedades de los agregados cumplen los estándares establecidos por las especificaciones generales (EG-2013) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### Diseño del asfalto convencional

Una vez verificado el correcto cumplimiento de las propiedades de los agregados, se ha procedido al diseño de la muestra patrón o "asfalto convencional" por lo cual se ha considerado el diseño Marshall como metodología principal para ello y cuya descripción se muestra en las siguientes figuras.



*Figura 11.* Control del agregado.



*Figura 12.* Adición de la mezcla asfáltica.



*Figura 13.* Mezcla de los componentes del asfalto.

Como se muestran en las figuras anteriores, en la primera fase del estudio, consistió en la preparación de la mezcla asfáltica con los cuales se elaboraron los especímenes.



*Figura 14.* Control del agregado.



*Figura 15.* Adición de la mezcla asfáltica.



*Figura 16.* Mezcla de los componentes del asfalto.

En la segunda fase, se ha elaborado las muestras de asfalto patrón, tal como se puede observar en las figuras anteriores; además de determinaron sus principales propiedades una vez que se ha realizado el ensayo de Marshall.

Los resultados de laboratorio para el diseño de mezcla patrón se detalla en las siguientes tablas y figuras.

**Tabla 10.** *Diseño de mezcla asfáltica convencional.*

Cemento asfáltico (%)	Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	Vacíos (%)	Vacíos de material agregado compactado (%)	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad/flujo (kg/cm)
5.00	2.15	11.40	21.25	46.37	3.05	1124.00	3688.00
5.00	2.16	11.30	21.15	46.65	3.05	1144.00	3753.00
5.00	2.15	11.50	21.36	46.08	3.05	1128.00	3700.00
5.50	2.22	8.30	19.62	57.56	3.30	988.00	2994.00
5.50	2.21	8.50	19.77	57.01	3.56	897.00	2521.00
5.50	2.20	8.60	19.87	56.65	3.30	934.00	2831.00
6.00	2.25	5.40	18.56	70.65	3.81	957.00	2511.00
6.00	2.28	4.40	17.63	75.22	4.06	948.00	2332.00
6.00	2.26	5.10	18.30	71.90	3.81	924.00	2424.00
6.50	2.29	2.60	17.65	84.99	4.30	827.00	1924.00
6.50	2.29	2.50	17.53	85.68	4.32	832.00	1927.00
6.50	2.31	1.90	16.98	89.03	4.32	884.00	2047.00
7.00	2.27	1.60	16.65	90.60	5.59	717.00	1283.00
7.00	2.27	1.60	16.71	90.22	5.08	803.00	1581.00
7.00	2.29	1.10	16.23	93.40	5.08	884.00	1739.00

Fuente: elaboración propia.

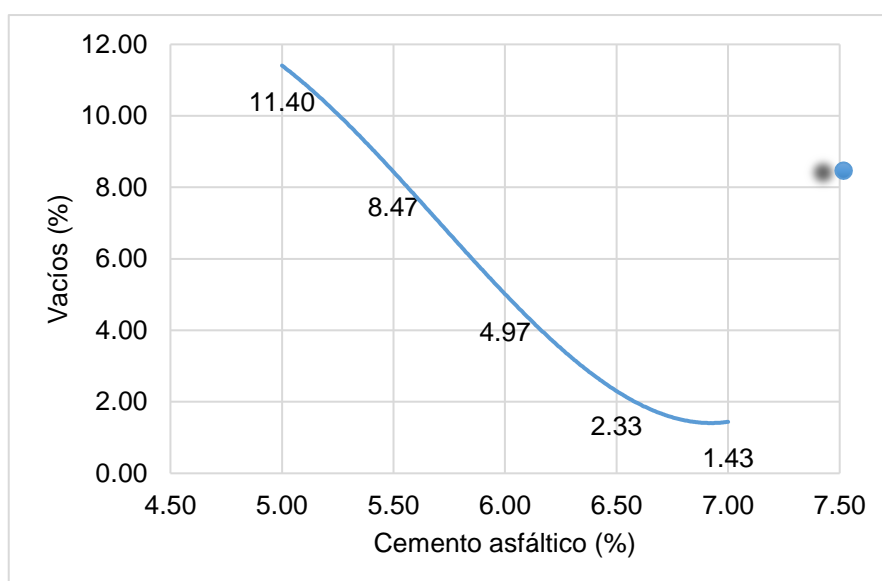
El diseño de mezcla convencional fue realizado con la finalidad de establecer el óptimo contenido de asfalto en la mezcla, en función a los agregados utilizados, además este servirá como una muestra “patrón”, con el cual se realizará los diseños de los demás grupos que contienen SBS en su composición. En la Tabla 10, se muestra los resultados de las principales propiedades de las briquetas obtenidas mediante el diseño Marshall, las cuales fueron modificadas en función del contenido de asfalto, para determinar de esta manera su valor óptimo.

**Tabla 11.** Resumen del diseño de mezcla asfáltica convencional.

Propiedades	Cemento asfáltico (%)					Óptimo
	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	6.2
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.15	2.21	2.26	2.30	2.28	2.27
Vacios (%)	11.40	8.47	4.97	2.33	1.43	4.00
Vacios de material agregado compactado (%)	21.25	19.75	18.16	17.39	16.53	17.90
Vacios llenos de cemento asfáltico (%)	46.37	57.07	72.59	86.57	91.41	77.30
Flujo (mm)	3.05	3.39	3.89	4.31	5.25	4.00
Estabilidad (kg)	1132.00	939.67	943.00	847.67	801.33	877.00
Estabilidad/flujo (kg/cm)	3713.67	2782.00	2422.33	1966.00	1534.33	2277.00

Fuente: elaboración propia.

Como se ha mencionado anteriormente, el diseño del asfalto consiste en la determinación del óptimo contenido, es por ello que fue necesario realizar variaciones de este contenido en porcentajes de 5 %, 5.5 %, 6 %, 6.5 % y 7 %, de los cuales, según se muestra en la Tabla 11, el valor óptimo fue de 6.2 %, pues presentó un mejor desempeño en la estabilidad y el flujo.



**Figura 17.** Contenido de vacíos en la mezcla asfáltica en caliente convencional.

Fuente: elaboración propia.

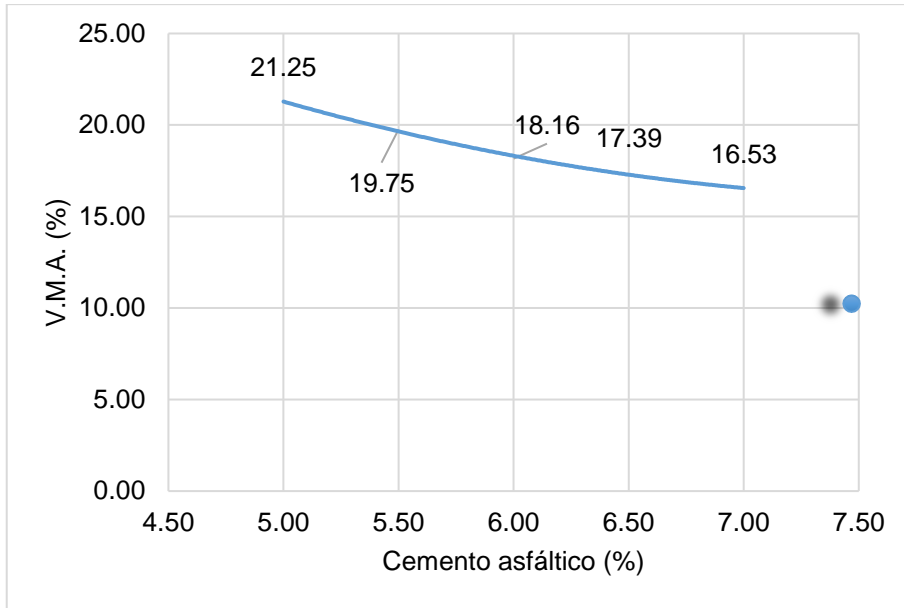


Figura 18. Contenido de vacíos de material en el agregado compactado en la mezcla asfáltica convencional.  
Fuente: elaboración propia.

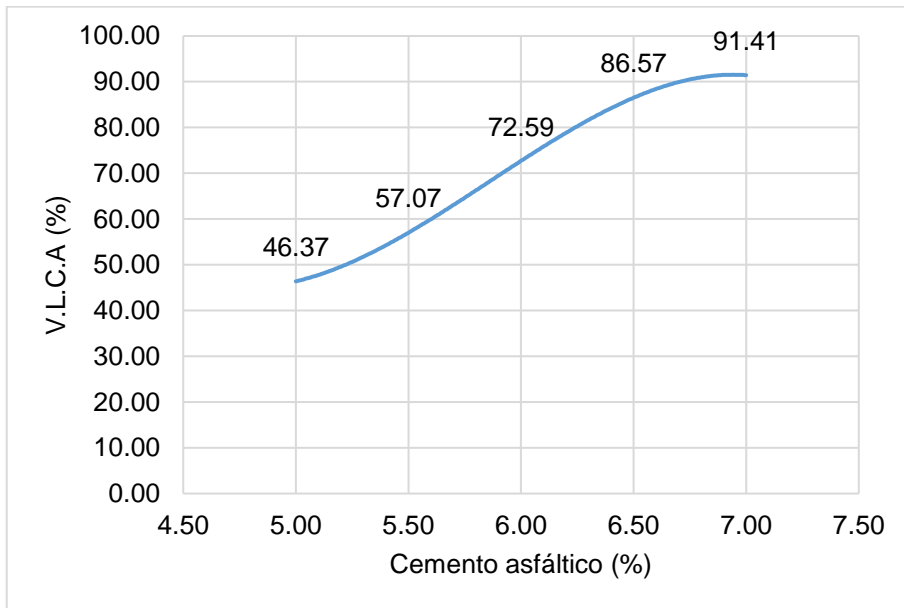
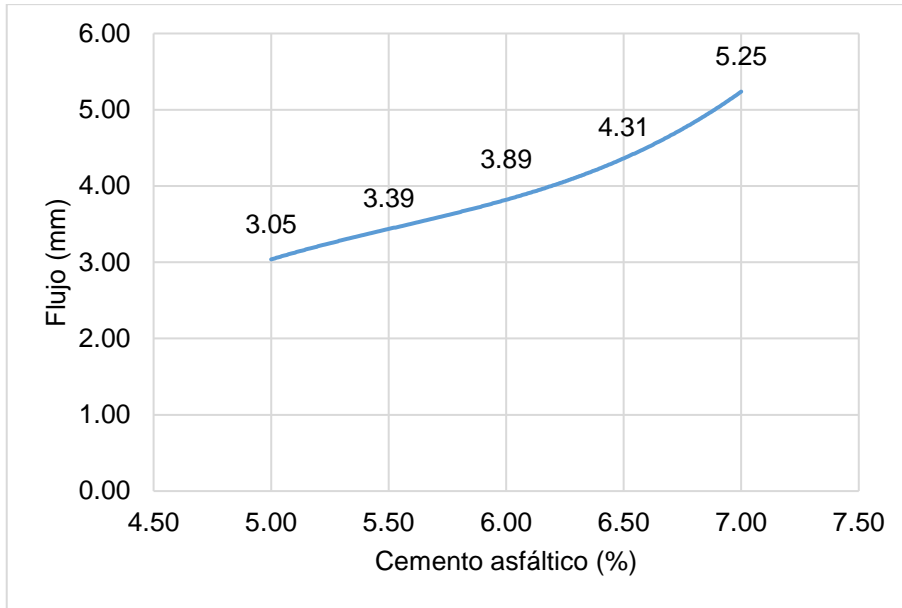
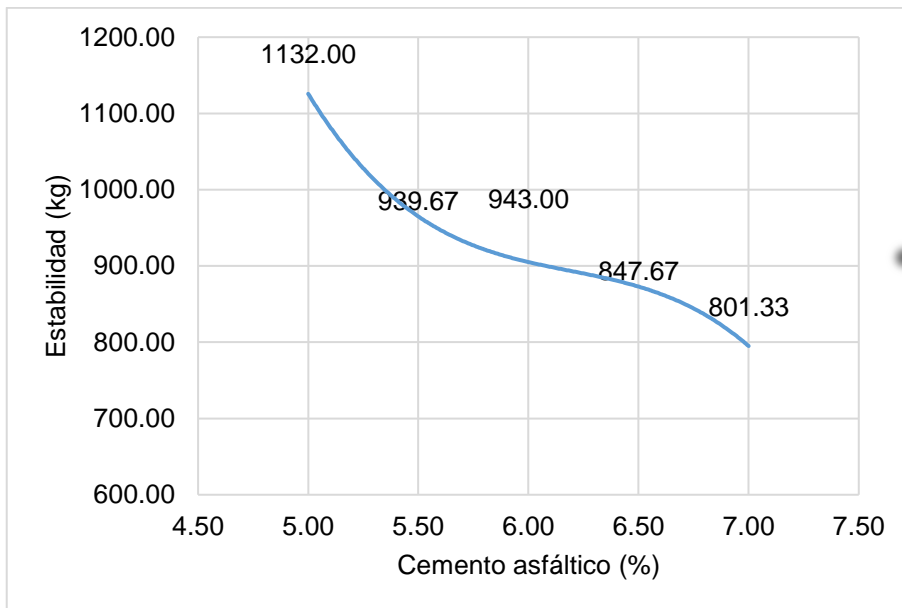


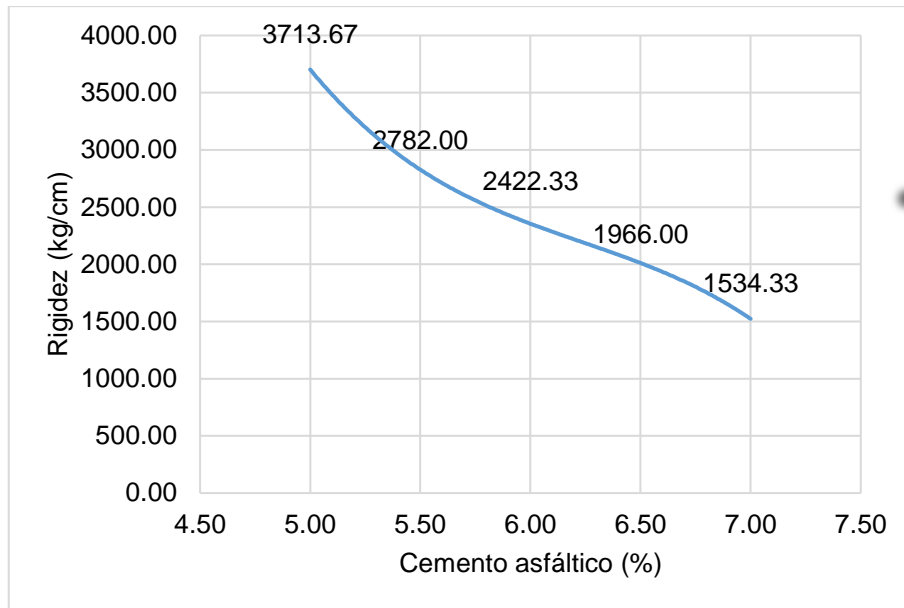
Figura 19. Contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla convencional.  
Fuente: elaboración propia.



*Figura 20.* Flujo en la mezcla asfáltica convencional.  
Fuente: elaboración propia.



*Figura 21.* Estabilidad de la mezcla asfáltica convencional.  
Fuente: elaboración propia.



*Figura 22.* Rigidez de la mezcla asfáltica convencional.  
Fuente: elaboración propia.

En la Figura 20, se muestra la variación del contenido de vacíos en la mezcla asfáltica convencional, la cual disminuye a medida que, si se incrementa el contenido de asfalto en la mezcla, pues disminuye de 11.40 % hasta 1.43 %, cuando el valor del asfalto varía de 5 % a 7 %, respectivamente; en este contexto, se pudo establecer que, en función del óptimo contenido de asfalto, el valor de esta propiedad fue de 4 %.

En la Figura 21, se puede observar cómo se da la variación del contenido de vacío de material en el agregado compactado (V.M.A), destacándose que, mientras mayor sea el contenido de asfalto en la mezcla, menor será su valor, pues se ha encontrado una reducción de 21.25 % a 16.53 %. Por su parte, al analizar la estabilidad se ha podido establecer que, este presenta un comportamiento diferenciado a las propiedades antes mencionadas, pues su valor se incrementa a medida que se adiciona mayor contenido de cemento asfáltico, tal como se observa en la figura 4, determinándose que su mejor comportamiento se da cuando el valor óptimo de asfalto fue de 6.2 % donde alcanzó un valor de 4 mm.



En la Figura 22 se muestra el comportamiento que se determinó para la estabilidad, el cual presenta una relación inversa con el contenido de asfalto, pues a mayor contenido de este material, la estabilidad disminuyó de 1132 kg hasta 801.33 kg. Por su parte la rigidez fue otro de los factores importantes analizados, y a diferencia de la estabilidad, esta propiedad disminuye a medida que se adiciona el contenido de asfalto, siendo que el valor más óptimo fue una concentración de asfalto de 6.2 %.

### **Diseño del asfalto modificado con el polímero SBS**

Una vez se finalizó el diseño del asfalto patrón, se ha seguido con el desarrollo del diseño del asfalto modificado con el polímero SBS en proporciones de 1 %, 1.5 % y 2%. Este procedimiento tuvo un procedimiento similar al del asfalto convencional, tal como se muestran en las siguientes figuras.



*Figura 23.* Pesaje de los componentes del asfalto modificado.



*Figura 24.* Vista del molde para la elaboración de briquetas.



*Figura 25.* Compactación de las briquetas de asfalto modificado.

En las figuras mostradas, se detalla los procedimientos realizados desde la preparación de las mezclas asfálticas modificadas hasta su compactación.



*Figura 26.* Extracción de las briquetas del molde.



*Figura 27.* Vista de las briquetas de asfalto modificado.



*Figura 28.* Inmersión en agua de las muestras de asfalto modificado.

En la Figura 26, Figura 27 y Figura 28, se muestra los procedimientos necesarios antes de la ejecución de los ensayos Marshall, destacándose la compactación, y la inmersión de estas muestras en el agua.



*Figura 29.* Ejecución del ensayo Marshall de la mezcla asfáltica modificada.



*Figura 30.* Briquetas roturadas después del ensayo Marshall.



*Figura 31.* Control de la temperatura del asfalto modificado.

La última fase se dio mediante la ejecución del ensayo Marshall, tal como se muestra en las figuras anteriores, en la que se destaca la rotura de la briqueta y el control de su temperatura antes de la compactación.

Finalmente, a continuación, se muestra los resultados del diseño del asfalto modificado con polímero SBS.

**Tabla 12.** *Diseño de mezcla asfáltica con 1 % de SBS.*

Cemento asfáltico (%)	Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	Vacíos (%)	Vacíos de material agregado compactado (%)	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad/flujo (kg/cm)
5.00	2.22	9.50	18.93	49.76	4.82	1269.00	2632.00
5.00	2.24	8.90	18.39	51.57	4.82	1378.00	2859.00
5.00	2.23	9.10	18.60	50.85	4.57	1336.00	2923.00
5.50	2.30	5.70	16.40	65.30	3.81	1136.00	2982.00
5.50	2.27	6.80	17.42	60.72	3.81	1195.00	3138.00
5.50	2.27	6.90	17.43	60.67	4.06	1161.00	2857.00
6.00	2.34	3.60	15.44	76.76	4.31	1203.00	2791.00
6.00	2.34	3.80	15.61	75.81	3.81	1250.00	3280.00
6.00	2.33	4.10	15.90	74.15	3.81	962.00	2526.00
6.50	2.32	3.80	16.53	76.98	4.57	1024.00	2242.00
6.50	2.32	3.90	16.57	76.76	4.57	1083.00	2370.00
6.50	2.33	3.60	16.36	77.96	4.83	1128.00	2338.00
7.00	2.31	3.90	17.50	77.76	5.84	1035.00	1771.00
7.00	2.32	3.40	17.05	80.25	5.59	1061.00	1898.00
7.00	2.32	3.40	17.04	80.27	5.59	1040.00	1861.00

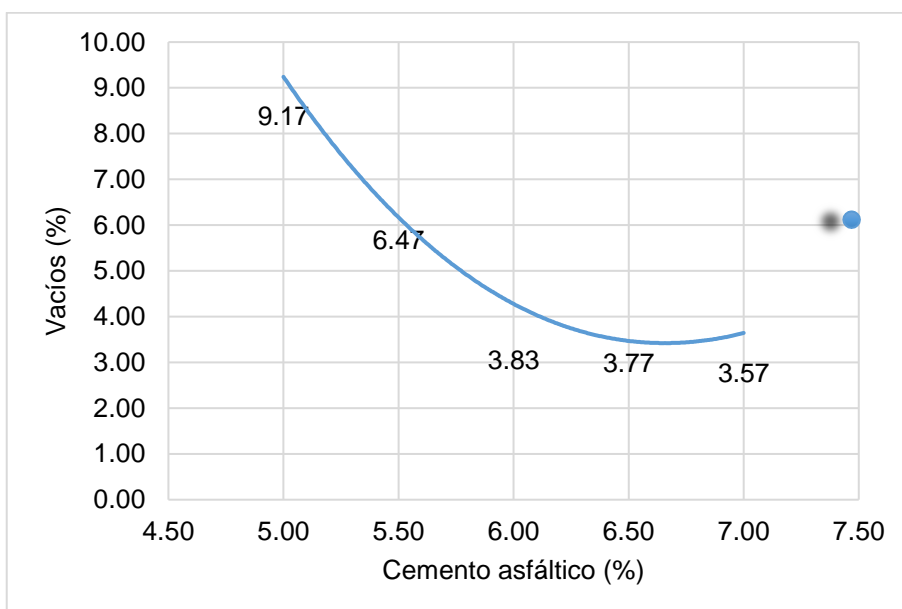
Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 12, se puede observar de manera ordenada todos los valores de las propiedades para el asfalto modificado con SBS en una proporción del 1 %, donde al igual que la mezcla patrón se ha modificado el contenido de asfalto en la mezcla con la finalidad de obtener el valor óptimo con el que las propiedades puedan cumplir las especificaciones de la normativa vigente.

**Tabla 13.** Resumen del diseño de mezcla asfáltica con 1 % de SBS.

Propiedades	Cemento asfáltico (%)					Óptimo
	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	6.1
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.23	2.28	2.33	2.32	2.32	2.33
Vacios (%)	9.17	6.47	3.83	3.77	3.57	4.00
Vacios de material agregado compactado (%)	18.64	17.08	15.65	16.49	17.20	18.00
Vacios llenos de cemento asfáltico (%)	50.73	62.23	75.57	77.23	79.43	74.70
Flujo (mm)	4.74	3.89	3.98	4.66	5.67	4.00
Estabilidad (kg)	1327.67	1164.00	1138.33	1078.33	1045.33	1106.00
Estabilidad/flujo (kg/cm)	2804.67	2992.33	2865.67	2316.67	1843.33	2513.00

Fuente: elaboración propia.



**Figura 32.** Contenido de vacíos en la mezcla asfáltica en caliente con 1 % de SBS.

Fuente: elaboración propia.

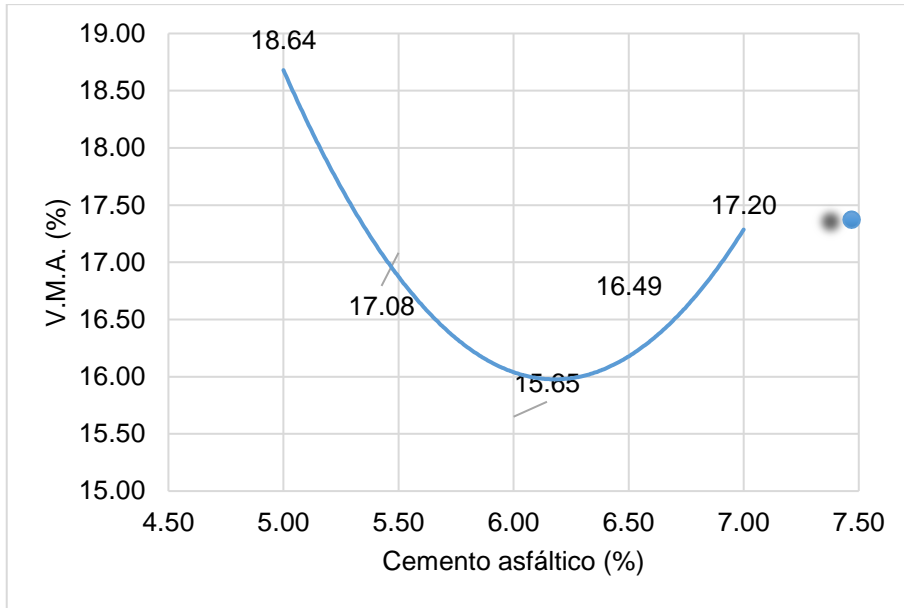


Figura 33. Contenido de vacíos de material en el agregado compactado en la mezcla asfáltica con 1 % de SBS.  
Fuente: elaboración propia.

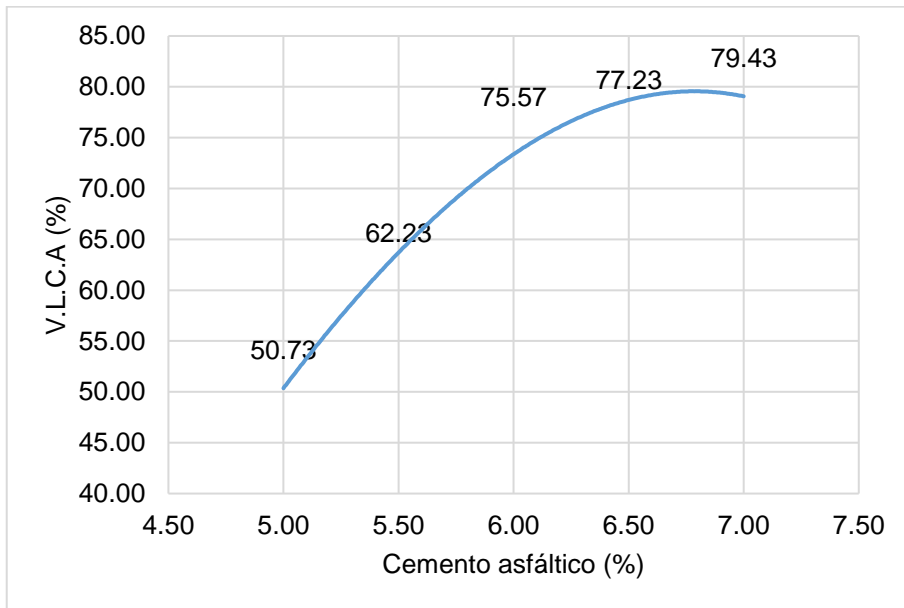
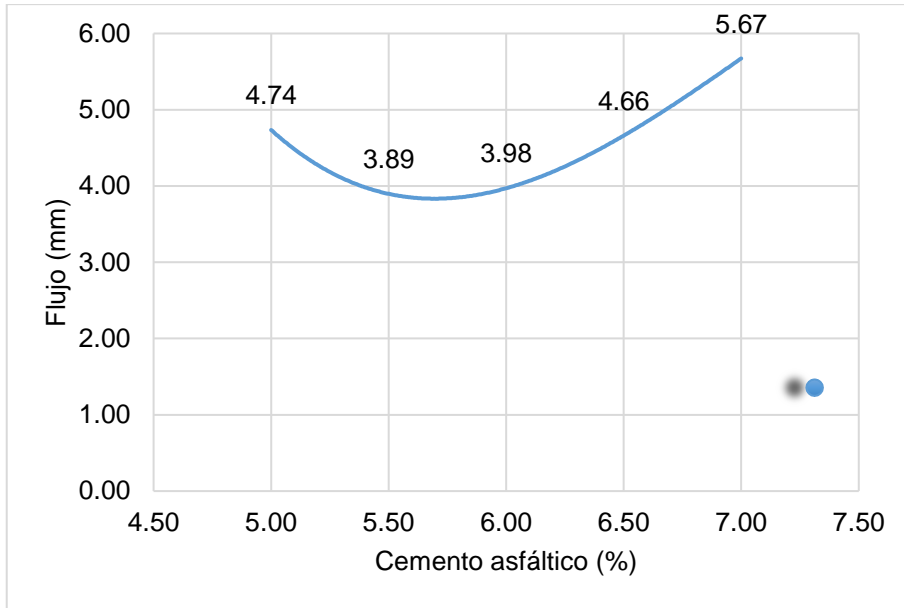
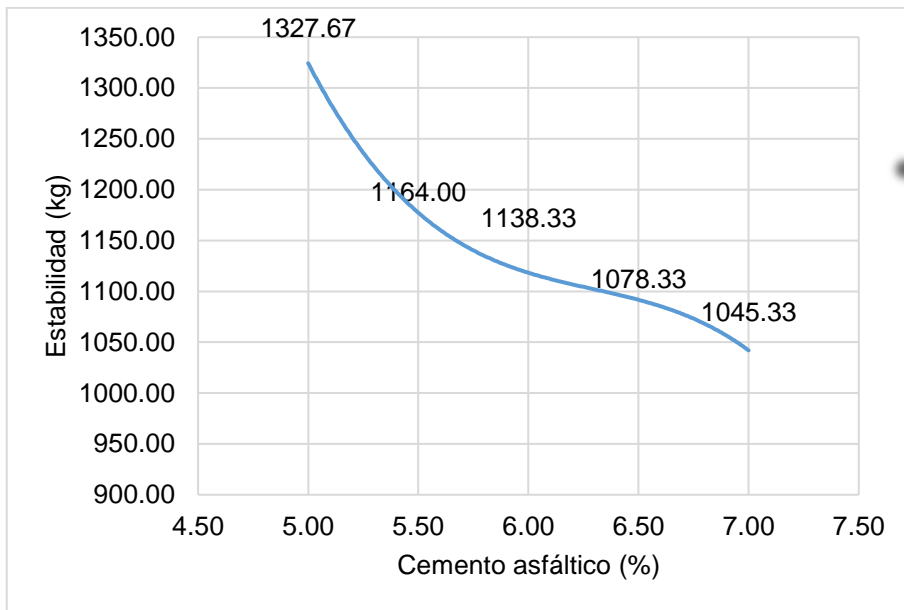


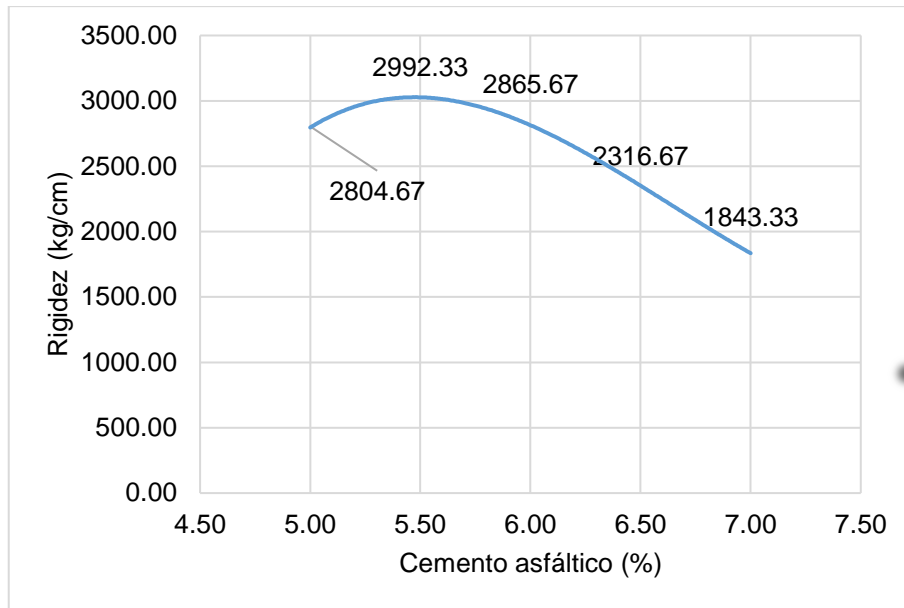
Figura 34. Contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla con 1 % de SBS.  
Fuente: elaboración propia.



*Figura 35.* Flujo en la mezcla asfáltica con 1 % de SBS.  
Fuente: elaboración propia.



*Figura 36.* Estabilidad en la mezcla asfáltica con 1 % de SBS.  
Fuente: elaboración propia.



*Figura 37. Rigidez en la mezcla asfáltica con 1 % de SBS.*  
Fuente: elaboración propia.

Los datos promedios obtenidos del diseño de mezcla del asfalto modificado con SBS en 1 %, se muestran en la Tabla 13 donde se pueden observar todos los valores de la mezcla asfáltica al modificar la cantidad de asfalto en su composición. Estas variaciones se pueden denotar en la Figura 32, donde se muestra cómo se da la variación del contenido de vacíos, en la que se puede denotar una tendencia negativa, es decir, que a mayor cantidad de cemento asfáltico más 1 % de SBS, el porcentaje de vacíos disminuye hasta logra una reducción de 9.17 % a 3.57 %.

En la Figura 33, se puede observar cuál es el comportamiento del contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla con adición de 1 % de SBS, esta presenta un comportamiento no lineal, pero con tendencia positiva, pues su valor se incrementa de 50.73 % a 79.43 % a medida que se incrementa la cantidad de cemento asfáltico más 1 % de SBS. Por su parte, el flujo fue representado en la Figura 35, donde se puede observar su comportamiento no lineal, donde su valor disminuye de 4.74 mm a 3.89 mm, después de ello y a medida que el contenido de asfalto se incrementó su valor también lo hizo, hasta alcanzar un valor máximo de 5.67 mm; Por otro lado, en la Figura 36, se muestra el comportamiento de la

estabilidad de la mezcla asfáltica, el cual fue variada en función del contenido de asfalto; de acuerdo a lo observado, la tendencia de esta propiedad es negativa, pues su valor disminuyó de 1327.67 kg a 1045.33 kg; un comportamiento similar presentó la rigidez de la mezcla asfáltica, pues su valor disminuyó de 2804 kg/cm a 1843.33 kg/cm a medida que la adición de asfalto y 1 % de SBS se incrementó, tal como se muestra en la Figura 37. Finalmente, después del análisis minucioso de los datos obtenidos en campo se ha podido establecer que la dosificación óptima fue 6.1 %, cuando se considera la adición del SBS en una proporción del 1 %.

**Tabla 14.** *Diseño de mezcla asfáltica con 1.5 % de SBS.*

Cemento asfáltico (%)	Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	Vacíos (%)	Vacíos de material agregado compactado (%)	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad/flujo (kg/cm)
5.00	2.18	10.60	20.33	47.96	3.81	938.00	2463.00
5.00	2.19	10.20	19.98	49.00	3.81	869.00	2281.00
5.00	2.18	10.60	20.38	47.80	4.06	990.00	2436.00
5.50	2.23	8.10	19.02	57.20	3.81	855.00	2244.00
5.50	2.22	8.40	19.22	56.51	3.81	915.00	2401.00
5.50	2.22	8.50	19.31	56.14	4.06	961.00	2365.00
6.00	2.25	6.80	18.67	63.84	4.06	770.00	1896.00
6.00	2.26	6.60	18.52	64.47	3.81	915.00	2401.00
6.00	2.26	6.20	18.23	65.72	3.81	759.00	1992.00
6.50	2.25	6.40	19.26	66.60	4.57	798.00	1747.00
6.50	2.23	7.00	19.71	64.71	4.57	718.00	1572.00
6.50	2.21	8.00	20.59	61.26	4.83	859.00	1779.00
7.00	2.16	9.50	22.70	58.35	5.59	763.00	1365.00
7.00	2.19	8.20	21.60	62.20	5.33	662.00	1242.00
7.00	2.18	8.70	22.02	60.69	5.59	727.00	13.01

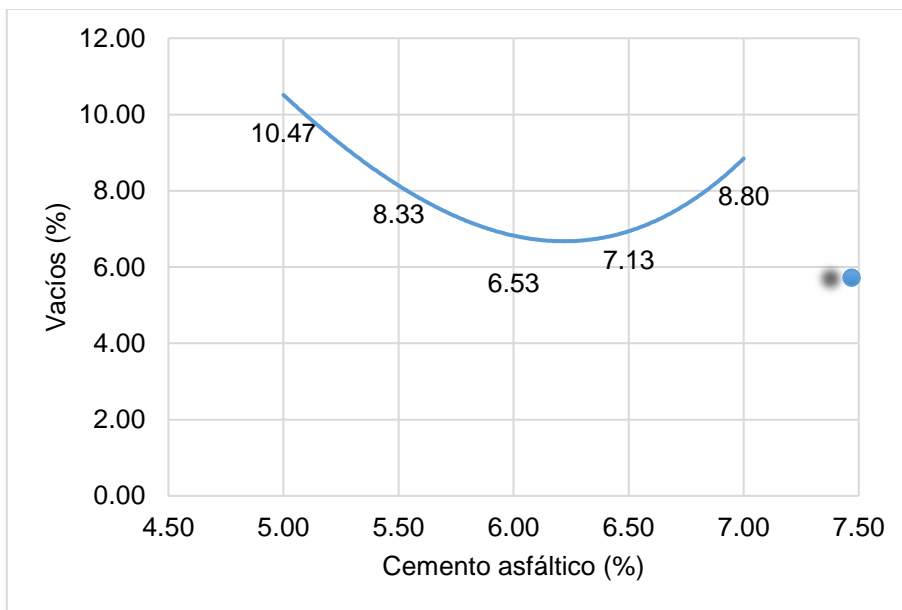
Fuente: elaboración propia.

Para la descripción del diseño de mezcla asfáltica con una adición de 1.5 % de SBS, se ha realizado un total de 15 muestras, cuyas propiedades determinadas se muestran en la Tabla 14 y en la que se ha considerado la variación del cemento asfáltico en proporciones de 5 %, 5.5 %, 6 %, 6,5 % y 7 %.



**Tabla 15.** Resumen del diseño de mezcla asfáltica con 1.5 % de SBS.

Propiedades	Cemento asfáltico (%)					Óptimo
	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	6.10
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.18	2.22	2.26	2.23	2.18	2.25
Vacios (%)	10.47	8.33	6.53	7.13	8.80	6.30
Vacios de material agregado compactado (%)	20.23	19.18	18.47	19.85	22.11	18.80
Vacios llenos de cemento asfáltico (%)	48.25	56.62	64.68	64.19	60.41	66.70
Flujo (mm)	3.89	3.89	3.89	4.66	5.50	4.10
Estabilidad (kg)	932.33	910.33	814.67	791.67	717.33	827.00
Estabilidad/flujo (kg/cm)	2393.33	2336.67	2096.33	1699.33	873.34	1884.00



**Figura 38.** Contenido de vacíos en la mezcla asfáltica en caliente con 1.5 % de SBS.

Fuente: elaboración propia.

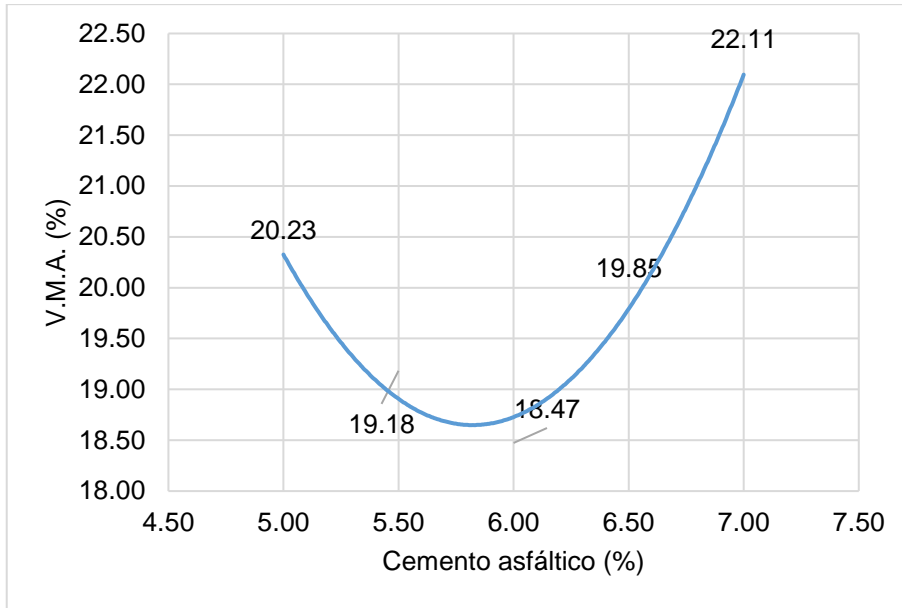


Figura 39. Contenido de vacíos de material en el agregado compactado en la mezcla asfáltica con 1.5 % de SBS.

Fuente: elaboración propia.

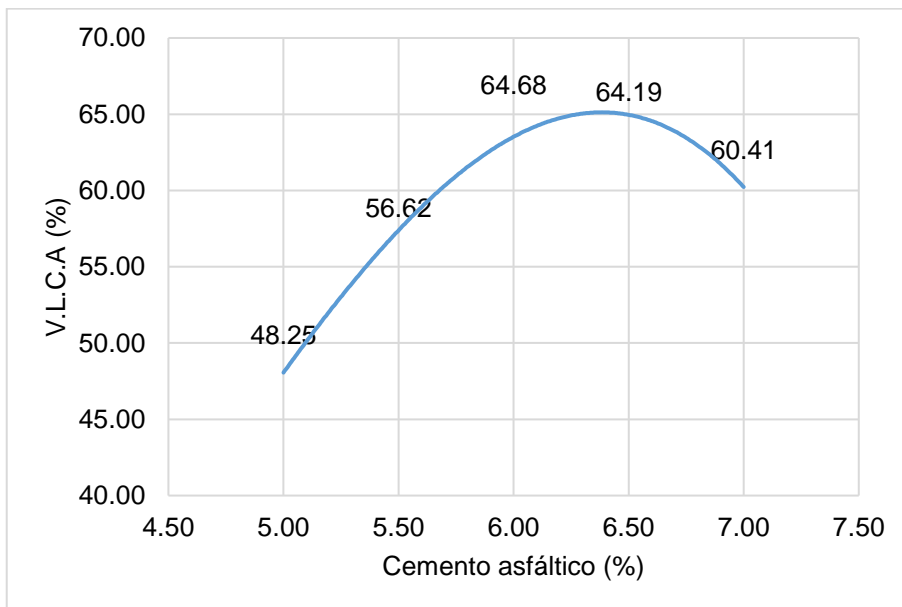


Figura 40. Contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla con 1.5 % de SBS.

Fuente: elaboración propia.

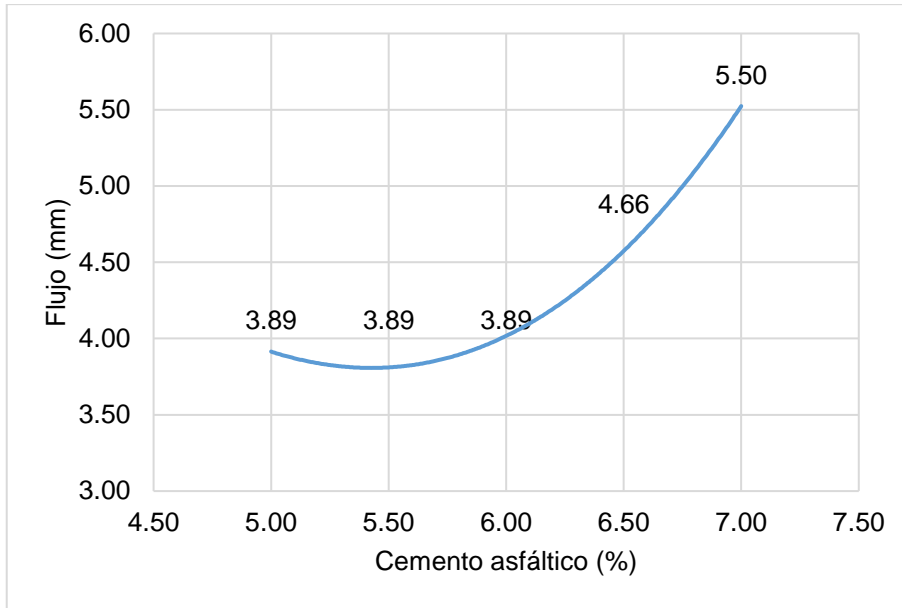


Figura 41. Flujo en la mezcla asfáltica con 1.5 % de SBS.  
Fuente: elaboración propia.

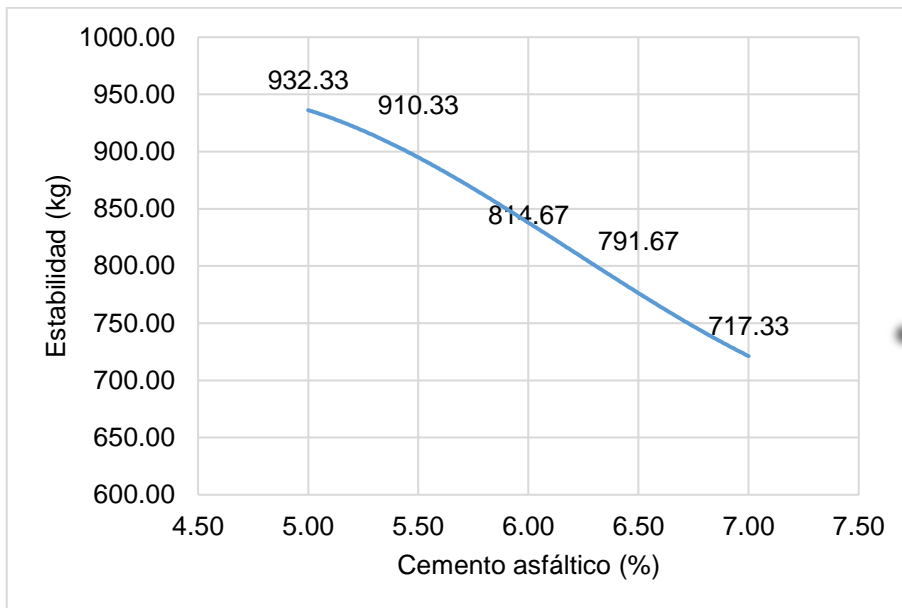
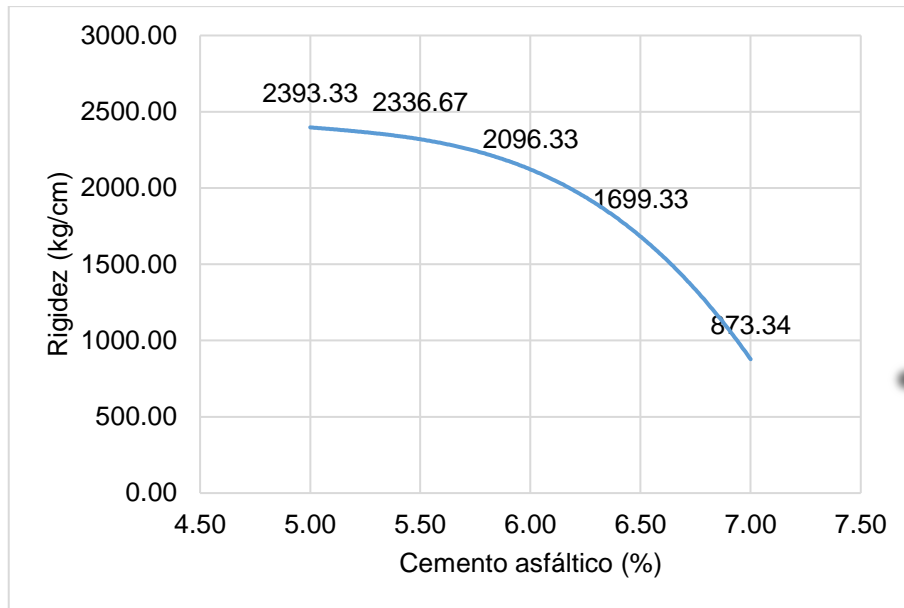


Figura 42. Estabilidad en la mezcla asfáltica con 1.5 % de SBS.  
Fuente: elaboración propia.



*Figura 43.* Rigidez en la mezcla asfáltica con 1.5 % de SBS.  
Fuente: elaboración propia.

El resumen del diseño de las mezclas con 1.5 % de SBS, se muestran en la Tabla 15 en la que detalla la variación del peso específico, los vacíos, los vacíos de material agregado compactado, los vacíos llenos de cemento asfáltico, el flujo, la estabilidad y la rigidez promedio de todas las muestras analizadas.

En la Figura 38, se puede observar el comportamiento de los vacíos de la mezcla asfáltica, la cual presente una variación polinómica de segundo grado en la que el punto más bajo se da con un porcentaje de cemento asfáltico más SBS en 1.5 % de 6 %, después de ello su valor se incrementa hasta alcanzar un valor de 8.8 %. Un comportamiento similar se presentó en el contenido de vacíos de material en el agregado (V.M.A), pues también presenta una función no lineal de segundo grado, en el que el valor más bajo se da con una concentración de cemento asfáltico de 5.5 %; mientras que su valor más elevado se dio con un contenido de asfalto de 7 %, tal como se muestra en la Figura 39. Por su parte, en la Figura 40 se muestra la variación del comportamiento del contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico, el cual no presenta un comportamiento lineal, y cuyo valor más alto fue de 65 %, mientras que el valor más bajo fue de 48.25 %.

Con respecto al flujo determinado para la mezcla asfáltica con SBS en 1.5 %, se ha demostrado que este posee una tendencia positiva, pues a mayor cantidad de cemento asfáltico, este se incrementa de 3.89 mm a 5.5 mm, tal como se observa en la Figura 41. Una tendencia contraria posee la estabilidad de la mezcla asfáltica, pues presente una tendencia lineal negativa, ya que a medida que se adiciona el contenido de cemento asfáltico en el suelo su valor disminuye de 932.33 kg a 717.33 kg. Finalmente, al analizar la tendencia de la rigidez de la mezcla asfáltica, ha denotado una tendencia negativa, en la que su valor disminuye de 2393.33 kg/cm a 873.34 kg/cm; estableciéndose de esta manera que la dosificación de asfalto es de 6.10 % cuando la adición de SBS es de 1.5 %

**Tabla 16.** *Diseño de mezcla asfáltica con 2 % de SBS.*

Cemento asfáltico (%)	Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	Vacíos (%)	Vacíos de material agregado compactado (%)	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad/flujo (kg/cm)
5.00	2.15	11.40	21.39	46.69	4.82	1048.00	2175.00
5.00	2.13	12.20	22.13	44.71	4.82	719.00	1492.00
5.00	2.16	11.30	21.28	47.01	4.06	868.00	2135.00
5.50	2.17	9.80	21.03	53.48	4.82	904.00	1876.00
5.50	2.17	9.80	21.08	53.35	5.08	819.00	1611.00
5.50	2.17	10.10	21.30	52.62	4.82	760.00	1576.00
6.00	2.20	8.00	20.52	61.25	5.08	665.00	1309.00
6.00	2.20	7.80	20.38	61.79	5.08	736.00	1448.00
6.00	2.20	7.90	20.44	61.55	4.83	844.00	1749.00
6.50	2.19	7.70	21.36	64.14	5.59	734.00	1314.00
6.50	2.20	7.40	21.12	65.07	5.59	646.00	1156.00
6.50	2.19	7.50	21.18	64.81	5.33	766.00	1435.00
7.00	2.13	10.30	23.82	56.81	5.59	725.00	1298.00
7.00	2.15	9.60	23.25	58.64	5.33	662.00	1242.00
7.00	2.14	9.80	23.38	58.23	5.59	727.00	1301.00

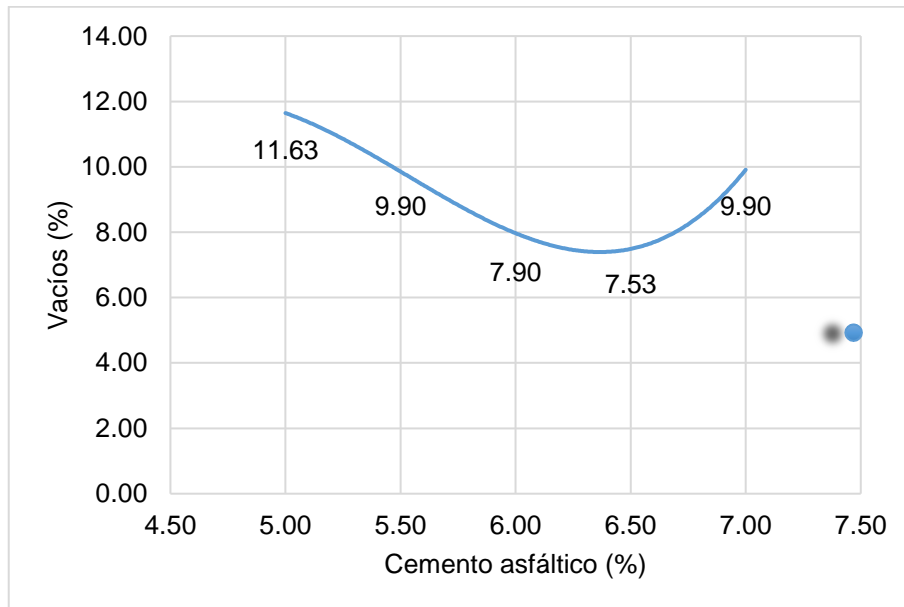
Fuente: elaboración propia.

El último porcentaje de SBS analizado fue el de 2 %, dichos valores se muestran de manera detalla las propiedades de cada uno de los especímenes analizados, con el fin de determinar un óptimo contenido de asfalto, para ello modifíco su concentración en 5 porcentajes, los cuales se muestran en la Tabla 16.

**Tabla 17. Resumen del diseño de mezcla asfáltica con 2 % de SBS.**

Propiedades	Cemento asfáltico (%)					Óptimo
	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	6.20
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.15	2.17	2.20	2.19	2.14	2.20
Vacios (%)	11.63	9.90	7.90	7.53	9.90	7.80
Vacios de material agregado compactado (%)	21.60	21.14	20.45	21.22	23.48	20.80
Vacios llenos de cemento asfáltico (%)	46.14	53.15	61.53	64.67	57.89	62.50
Flujo (mm)	4.57	4.91	5.00	5.50	5.50	5.20
Estabilidad (kg)	878.33	827.67	748.33	715.33	704.67	740.00
Estabilidad/flujo (kg/cm)	1934.00	1687.67	1502.00	1301.67	1280.33	1473.00

Fuente: elaboración propia.



**Figura 44. Contenido de vacíos en la mezcla asfáltica en caliente con 2 % de SBS.**

Fuente: elaboración propia.

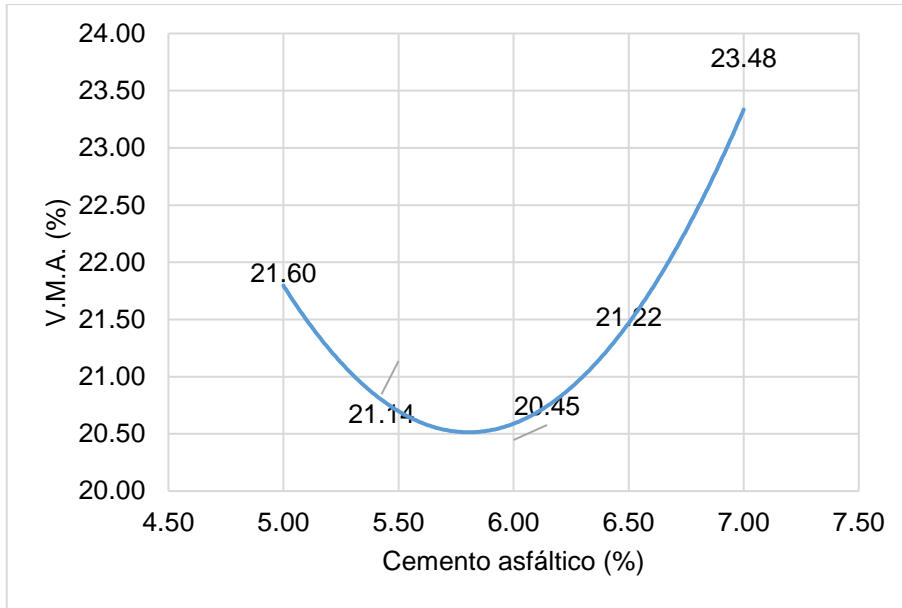


Figura 45. Contenido de vacíos de material en el agregado compactado en la mezcla asfáltica con 2 % de SBS.  
Fuente: elaboración propia.

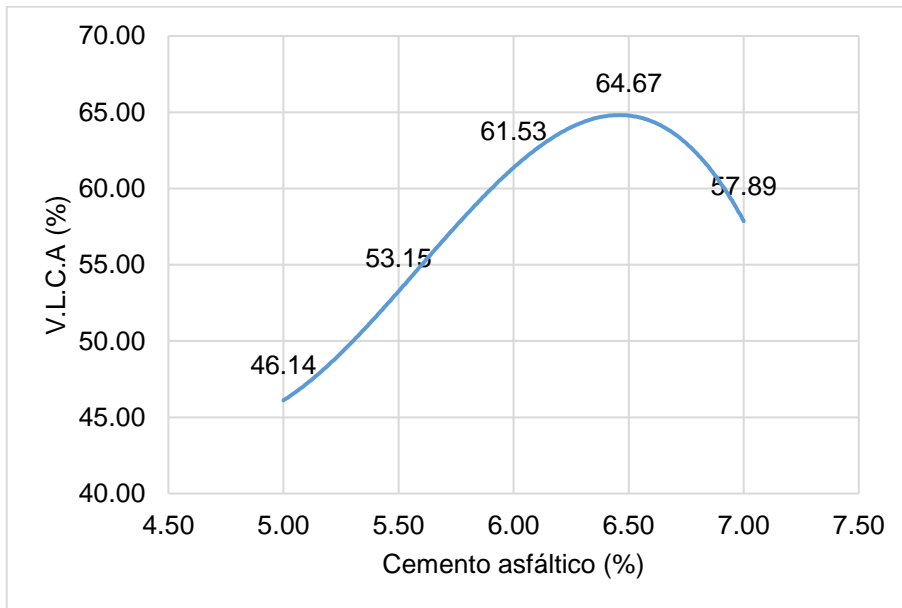
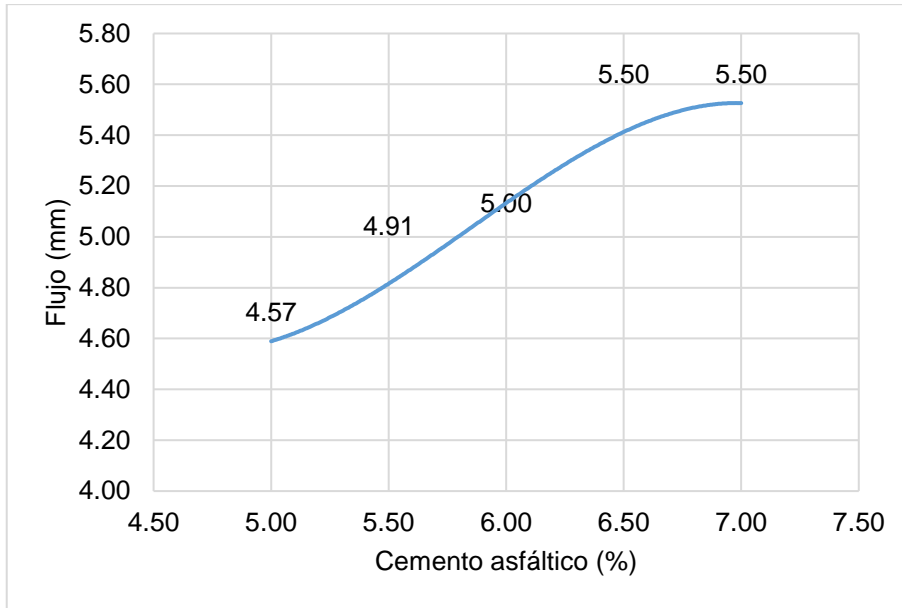
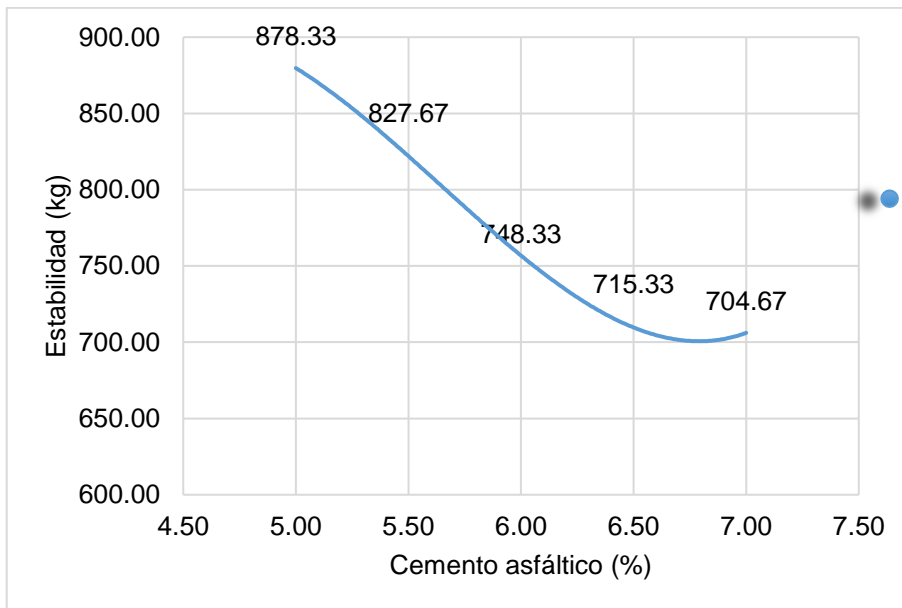


Figura 46. Contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla con 2 % de SBS.  
Fuente: elaboración propia.

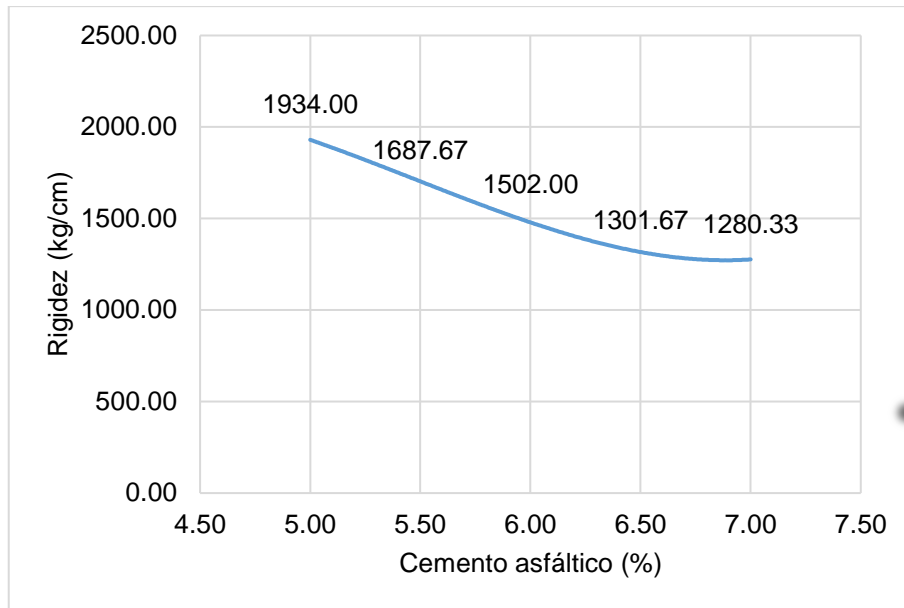


*Figura 47.* Flujo en la mezcla asfáltica con 2 % de SBS.  
Fuente: elaboración propia.



*Figura 48.* Estabilidad en la mezcla asfáltica con 2 % de SBS.  
Fuente: elaboración propia.





*Figura 49.* Rigidez en la mezcla asfáltica con 2 % de SBS.  
Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 17, se detalla los valores promedio obtenido para cada una de las propiedades analizadas según el porcentaje de cementos asfáltico más una concentración de SBS en 2 %, obteniéndose que el contenido de vacíos en la mezcla asfáltica tuvo un comportamiento con tendencia negativa, en el que su valor disminuyó de 11.63 % a 9.9 %; siendo el menor valor de 7.53 %, tal como se muestra en la Figura 44. Similar comportamiento fue determinado al analizar el valor del V.M.A, donde el valor mínimo fue de 20.45 % con una concentración de asfalto de 5.7 %; mientras que su máximo valor fue de 23.48 % (ver Figura 45).

Por su parte, el valor del contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico presenta un comportamiento no lineal en el que el valor máximo de 64.67 %, fue obtenido con un porcentaje de asfalto de 6.5 %. Un comportamiento diferente se presentó al analizar el flujo de la mezcla asfáltica, pues este presenta una tendencia positiva debido a que su valor se incrementa de 4.57 mm a 5.50 mm; mientras que la estabilidad disminuye a medida que el valor de del cemento asfáltico se reduce, pues su valor se modifica de 878.33 kg a 704 kg, tal como se puede observar en la Figura 47 y la Figura 48.

Finalmente, en la Figura 49 se muestra la rigidez de la mezcla asfáltica, el cual posee una tendencia negativa en el que su valor disminuye a medida que se adiciona el contenido de asfalto, pues su valor disminuye de 1934 kg/cm a 1280.33 kg/cm. En este contexto, se pudo establecer que el óptimo contenido de asfalto con 2 % de SBS fue de 6.20 %.

#### **4.1. Método de análisis de datos**

Para el análisis respectivo, fue necesario la creación de gráficos de barras y tablas, ello con el objetivo de realizar una verificación de las diferencias existentes entre los diseños propios de las mezclas asfálticas convencionales y modificadas. Asimismo, se aplicaron estadísticos inferenciales mediante la diferencia de medias o medianas, según la distribución de los datos; para lo cual se hizo uso de softwares especializados como Microsoft Excel y SPSS.

#### **4.2. Aspectos éticos**

Los aspectos éticos que fueron considerados en el desarrollo de esta investigación, estuvieron en relación a los especificado en las normativas peruanas, tales como las Normas Técnicas Peruanas, las normas establecidas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones y los recomendados en el Reglamento Nacional de Edificación. Asimismo, es importante señalar que, para el desarrollo de esta investigación se tomará normativas para el desarrollo de la parte metodológica, tales como el formato ISO 690 para la elaboración de las citas, la guía para la elaboración de proyectos de la Universidad César Vallejo y la resolución de las líneas de investigación de la Universidad César Vallejo.



## **Límites**

El distrito de Sapallanga presenta los siguientes límites:

- Por el Este limita con la Hacienda Acopalca.
- Por el Oeste limita con los Distritos de Huayucachi, Viques y Huacrapuquio.
- Por el Norte limita con el Distrito de Chilca.
- Por el Sur limita con el Distrito de Pucará.

## **Ubicación geográfica**

El distrito de Sapallanga se ubica en la provincia de Huancayo en el departamento de Junín; cuyas coordenadas son:

- Latitud Sur: 12° 02' 20" S (N);12°10' 43" S (S)
- Longitud Oeste: 75° 02' 52" W (E)
- Altitud: 3278 m.s.n.m.

## **Clima**

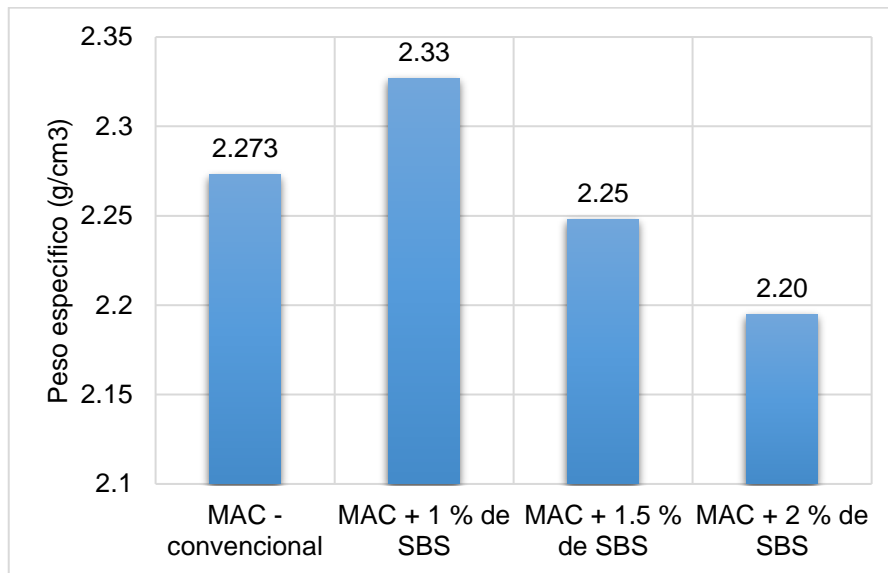
El Clima del distrito de Sapallanga presenta dos etapas bien marcadas, la primera basada en inviernos fríos parcialmente nublados con una temperatura de entre 5 ° a 20 °C; la otra etapa es el verano, donde escasea la lluvia en la que se alcanza temperaturas de hasta 22 °C.

**Objetivo específico 1:** Demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en el peso específico de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.

**Tabla 18.** Comparación del peso específico en las mezclas asfálticas.

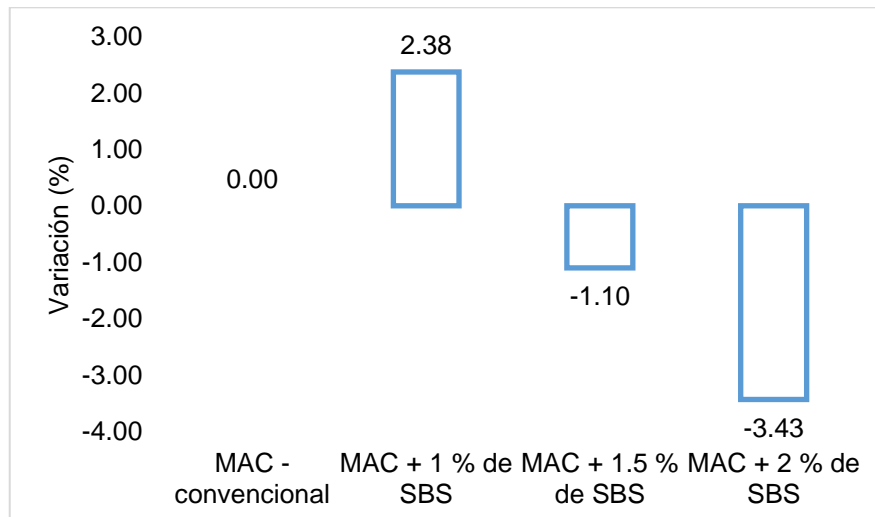
Grupos	Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	Variación del peso específico (%)
MAC - convencional	2.273	0.00
MAC + 1 % de SBS	2.33	2.38
MAC + 1.5 % de SBS	2.25	-1.10
MAC + 2 % de SBS	2.20	-3.43

Fuente: elaboración propia.



**Figura 54.** Comparación del peso específico en las mezclas asfálticas.

Fuente: elaboración propia.



**Figura 55.** Variación del peso específico en las mezclas asfálticas.

Fuente: elaboración propia.

Para establecer la diferencia del peso específico entre los distintos grupos de asfalto modificado con polímero SBS, se ha establecido un cuadro comparativo, el cual se detalla el valor promedio de cada grupo considerado (ver Tabla 18). Entre los principales aspecto relevantes se ha podido destacar que el asfalto convencional presenta un valor de 2.273 g/cm<sup>3</sup>, y al adicionar 1 % de SBS en su composición, este valor se incrementa a 2.33 g/cm<sup>3</sup>, después de ello, este valor tiende a disminuir, ya que con una adición de SBS al 2 % se obtuvo un valor de 2.20 g/cm<sup>3</sup>; estas fluctuaciones se muestra de manera detallada en la Figura 54; mientras que en la Figura 55 se da cuenta de la variación porcentual de la peso específico en función del incremento del SBS. En resumidas cuentas, se puede establecer que la adición de SBS en el asfalto modifica el peso específico del asfalto, lográndose alcanzar variaciones de hasta 2.38 % y de -3.43 %, respecto al valor del asfalto patrón.

**Objetivo específico 2:** demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en los vacíos de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.

**Tabla 19.** Comparación del contenido de vacíos en las mezclas asfálticas.

Grupos	Vacíos (%)	Variación de vacíos (%)
MAC - convencional	4.00	0.00
MAC + 1 % de SBS	4.00	0.00
MAC + 1.5 % de SBS	6.30	57.50
MAC + 2 % de SBS	7.80	95.00

Fuente: elaboración propia.

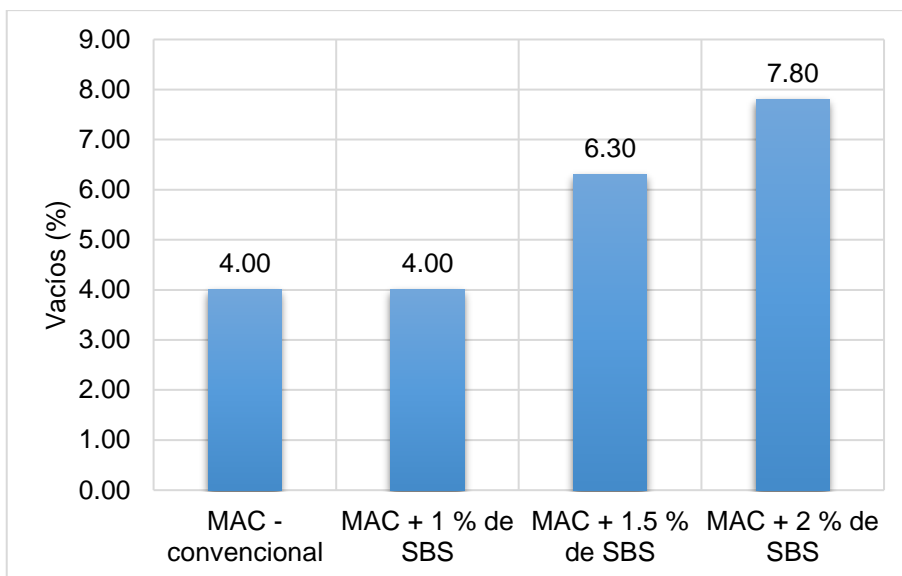


Figura 56. Comparación del contenido de vacíos en las mezclas asfálticas.  
Fuente: elaboración propia.

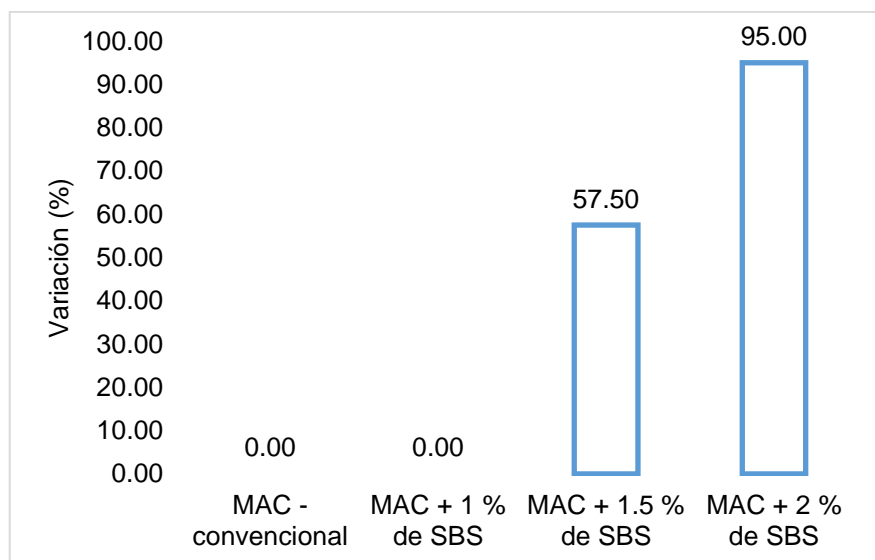


Figura 57. Variación del contenido de vacíos en las mezclas asfálticas.  
Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 19, se detalla el valor del contenido de vacíos en las mezclas asfálticas, donde se puede observar que el valor obtenido por la mezcla convencional o patrón fue de 4 %; el cual no se modificó al agregar una concentración de SBS al 1 % en la mezcla asfáltica; sin embargo, a medida que se adición mayor contenido SBS, esta propiedad se incrementó hasta alcanzar valores de 7.80 %. En la Figura 56,

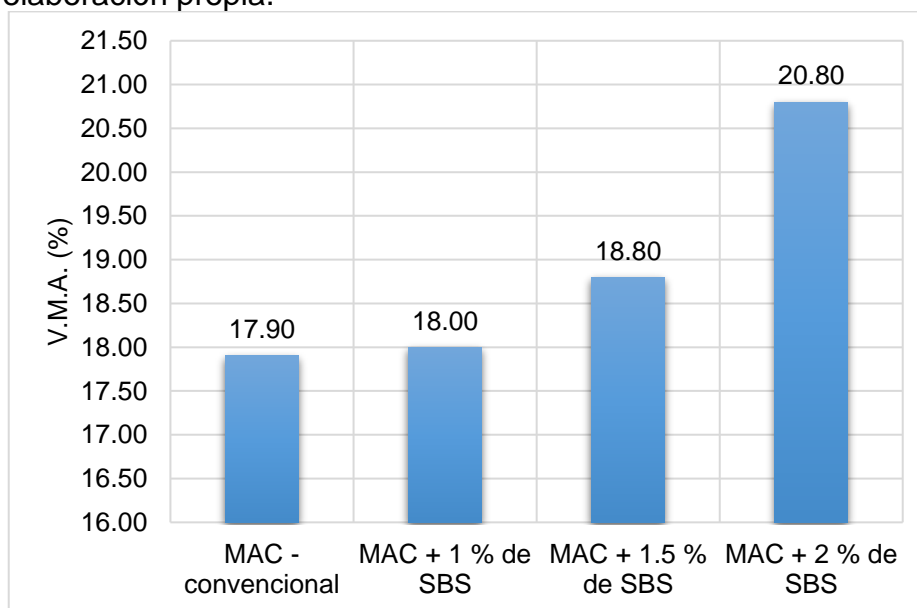
se puede observar de manera gráfica el comportamiento de esta propiedad de la mezcla asfáltica; mientras que en la Figura 57 se muestra la variación porcentual. Finalmente, se ha podido establecer que, la adición de SBS en la mezcla asfáltica puede representar una variación del contenido de vacíos de hasta en 95 % respecto a la muestra patrón, siempre y cuando se considere una adición del 1 %.

**Objetivo específico 3:** demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en los vacíos en agregado mineral (VMA) de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.

**Tabla 20.** Comparación de vacíos de material en el agregado compactado en las mezclas asfálticas.

Grupos	Vacíos de material en el agregado compactado (%)	Variación de vacíos de material en el agregado compactado (%)
MAC - convencional	17.90	0.00
MAC + 1 % de SBS	18.00	0.56
MAC + 1.5 % de SBS	18.80	5.03
MAC + 2 % de SBS	20.80	16.20

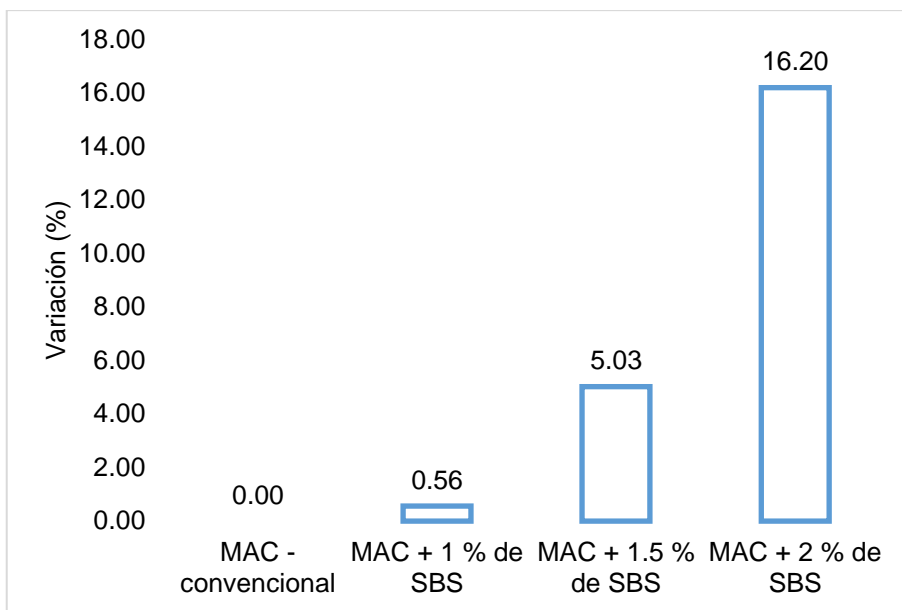
Fuente: elaboración propia.



**Figura 58.** Comparación de vacíos de material en el agregado compactado en las mezclas asfálticas.

Fuente: elaboración propia.





*Figura 59.* Variación de vacíos de material en el agregado compactado en las mezclas asfálticas.

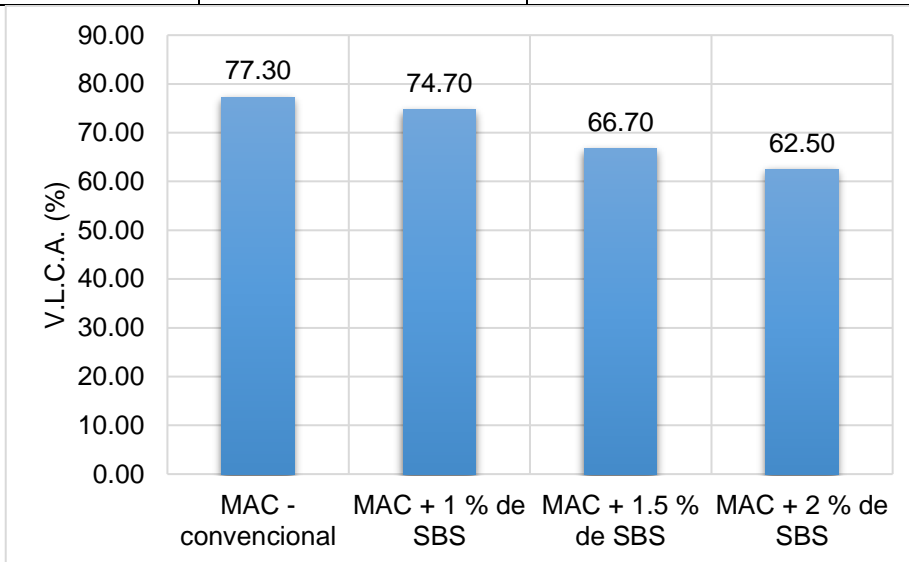
Fuente: elaboración propia.

Para establecer la influencia de la incorporación del SBS en los vacíos en agregado mineral (V.M.A), se ha desarrollado la Tabla 20, en la que se da cuenta de manera resumida todos los valores promedios obtenidos en los diferentes grupos de SBS analizados (1 %, 1.5 % y 2 %); en ella se puede denotar la variación respecto al asfalto convencional, destacándose que, a medida que se adiciona la concentración de SBS en la mencionada mezcla, su valor se incrementa, hasta en un 16.20 %. En la Figura 58 se puede observar los valores obtenidos en cada porcentaje analizado, denotándose que con los porcentajes se 1 %, 1,5 % y 2 %, el porcentaje del VMA se incrementa a 18 %, 18.8 % y 20.80 % respectivamente. Complementariamente, en la Figura 59, se muestra la variación porcentual en cada uno de los porcentajes analizados. De esta manera se ha podido establecer que la adición de SBS en la mezcla asfáltica si presenta variaciones de has un 16.20 %

**Objetivo específico 4:** demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en los vacíos llenados con cemento asfáltico de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.

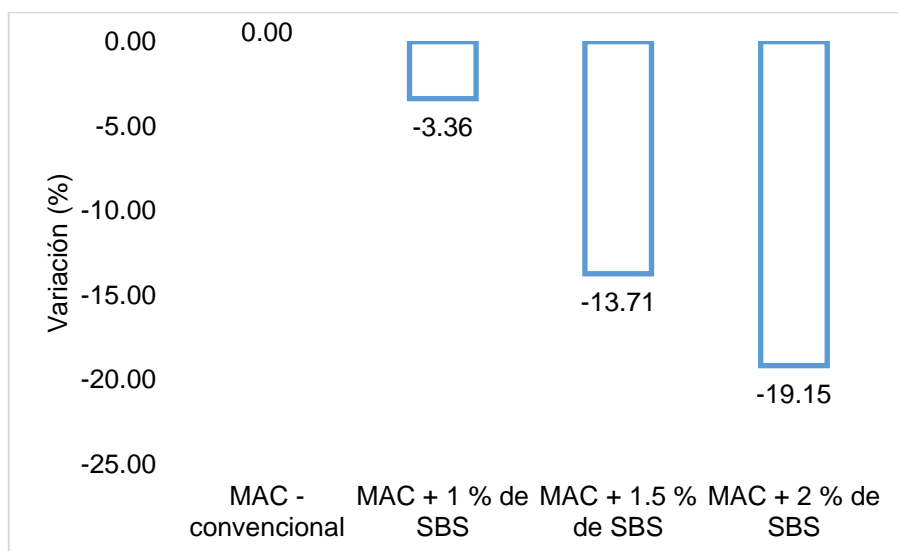
**Tabla 21.** Comparación de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas.

Grupos	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Variación de vacíos llenos de cemento asfáltico (%)
MAC - convencional	77.30	0.00
MAC + 1 % de SBS	74.70	-3.36
MAC + 1.5 % de SBS	66.70	-13.71
MAC + 2 % de SBS	62.50	-19.15



**Figura 60.** Comparación de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas.

Fuente: elaboración propia.



**Figura 61.** Variación de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas.

Fuente: elaboración propia.

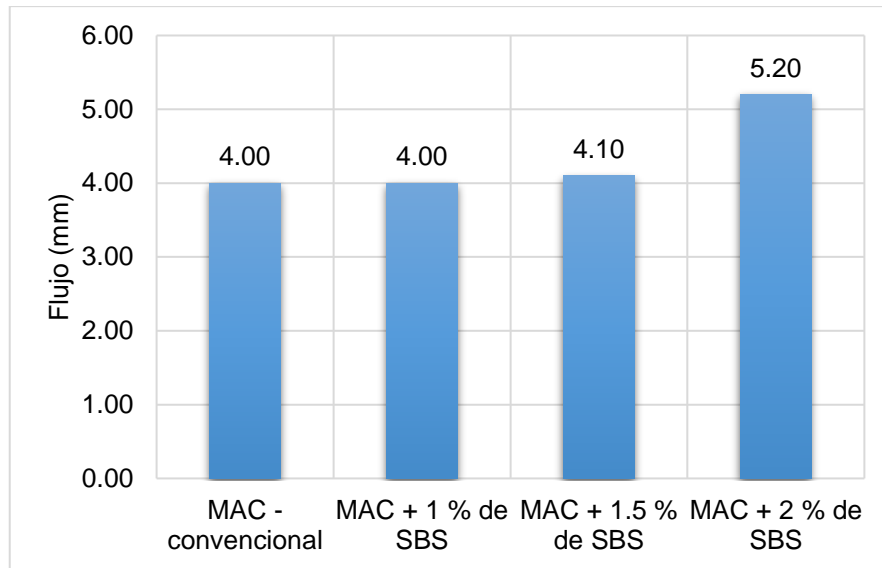
En la Tabla 21 se muestra los valores promedios finales de cada grupo de asfalto analizado, para la propiedad denominada vacíos llenos de cemento asfáltico, en esta tabla se puede observar que el valor obtenido para la mezcla convencional fue de 77.30, mientras que para la mezcla modificada con 1 %, 1,5 -5 y 2 % sus valores fueron de 74.70 %, 66.70 % y 62.50 % respectivamente. Lo descrito, demuestra que la adición de SBS en la mezcla asfáltica, disminuye el valor de los vacíos llenos de cemento asfáltico de manera progresiva a medida que se incrementa su concentración, tal como se puede observar en la Figura 60, lo cual ha originado una disminución porcentual de 19.15 % respecto al valor del asfalto convencional (ver Figura 61).

**Objetivo específico 5:** demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en el flujo de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.

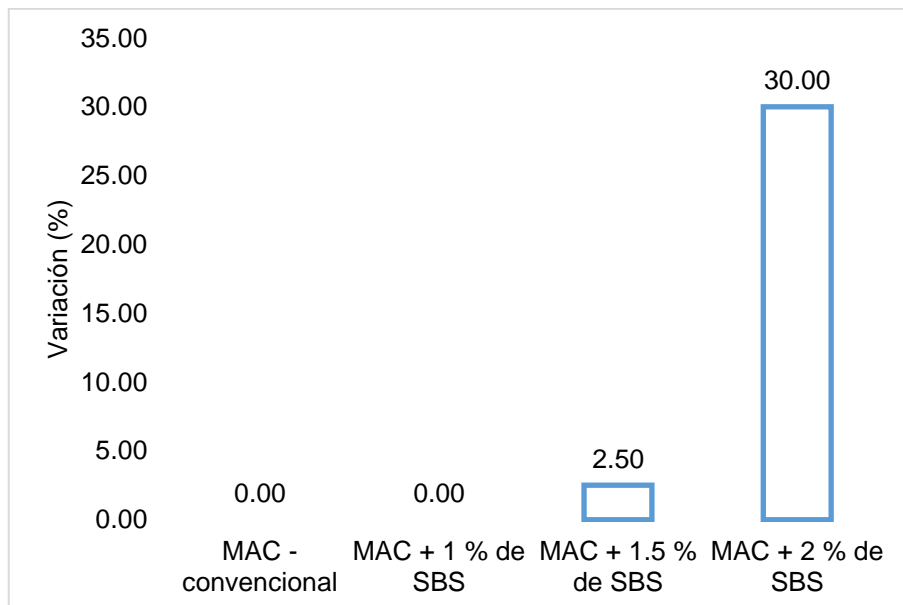
**Tabla 22.** Comparación del flujo de las mezclas asfálticas.

Grupos	Flujo (mm)	Variación del flujo (%)
MAC - convencional	4.00	0.00
MAC + 1 % de SBS	4.00	0.00
MAC + 1.5 % de SBS	4.10	2.50
MAC + 2 % de SBS	5.20	30.00

Fuente: elaboración propia.



**Figura 62.** Comparación del flujo de las mezclas asfálticas.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 63.** Variación del flujo de las mezclas asfálticas.  
Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 22 se muestra los valores promedios del flujo obtenidos en la investigación de las diferentes proporciones de SBS en el asfalto. Los resultados de laboratorio muestran que el valor del flujo fue de 4 mm, el cual se mantiene con

la adición del 1 % de SBS, después de ello, este valor se ha incrementado a 4.10 mm y 4.20 mm, con las adiciones de SBS en 1.5 % y 2 % respectivamente.

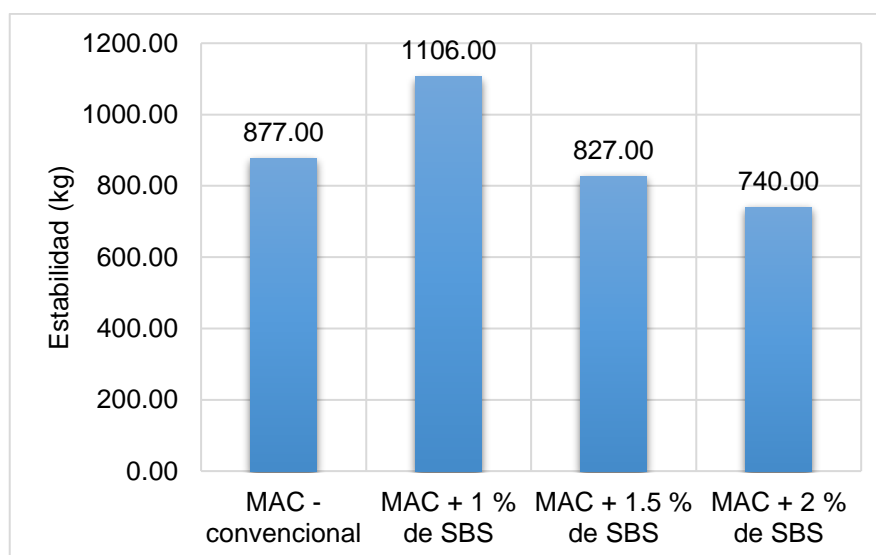
Lo descrito, se puede observar de manera gráfica en la Figura 62, el cual se puede denotar el comportamiento del flujo a medida que se adiciona la cantidad de SBS en la composición de la mezcla asfáltica. Finalmente, en la Figura 63 se muestra la variación porcentual que ha sufrido esta propiedad, siendo la máxima variación de 30 % al adicionar el 2 % de SBS.

**Objetivo específico 6:** demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en la estabilidad de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.

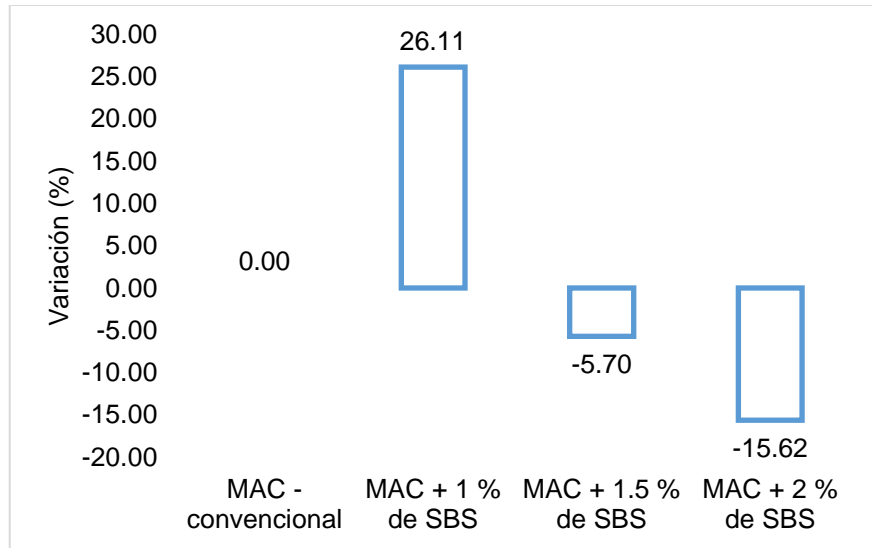
**Tabla 23.** Comparación de la estabilidad en las mezclas asfálticas.

Grupos	Estabilidad (kg)	Variación de la estabilidad (%)
MAC - convencional	877.00	0.00
MAC + 1 % de SBS	1106.00	26.11
MAC + 1.5 % de SBS	827.00	-5.70
MAC + 2 % de SBS	740.00	-15.62

Fuente: elaboración propia.



**Figura 64.** Comparación de la estabilidad en las mezclas asfálticas.  
Fuente: elaboración propia.



*Figura 65.* Variación de la estabilidad en las mezclas asfálticas.  
Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 23, se muestra los valores promedios finales para la estabilidad de las mezclas asfálticas, en ella se puede la diferencia entre los valores de cada grupo analizado, pues el asfalto patrón tuvo un valor de 877 kg, lo cual es mayor a lo establecido en la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (EG-2013), la cual establece que el valor mínimo para una mezcla tipo C o de bajo tránsito debe ser de 4.53 kN, o 461.93 kg. En este contexto, se puede apreciar que al adicionar mayor 1 % de SBS, este valor logra incrementarse hasta alcanzar un valor de 1106 kg, después de ello, el valor disminuye a medida que se incrementa la concentración de SBS en la mezcla hasta alcanzar un valor mínimo de 740 kg. Un aspecto relevante es que, a pesar de la disminución del valor de la estabilidad, este sigue siendo superior a lo recomendado en la norma actual.

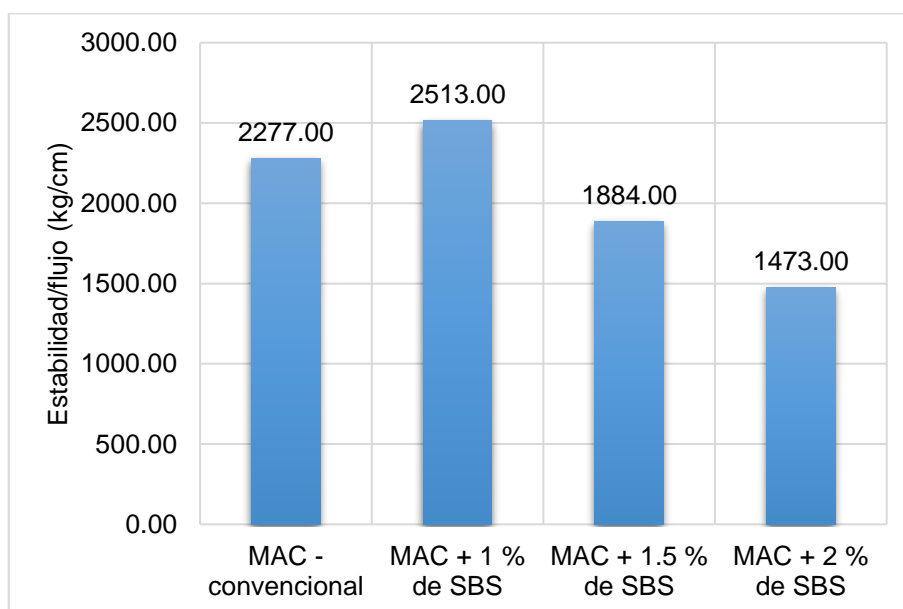
Como se ha descrito, la adición del SBS en 1 % en la mezcla ha resultado en una mejora de la estabilidad de la mezcla, pues como se muestra en la Figura 64, este pudo incrementarse en 26.11 %, pero a medida que se adición mayor cantidad de este material, el valor de la estabilidad decayó hasta en 15.62 %.

**Objetivo específico 7:** demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en el índice de rigidez de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.

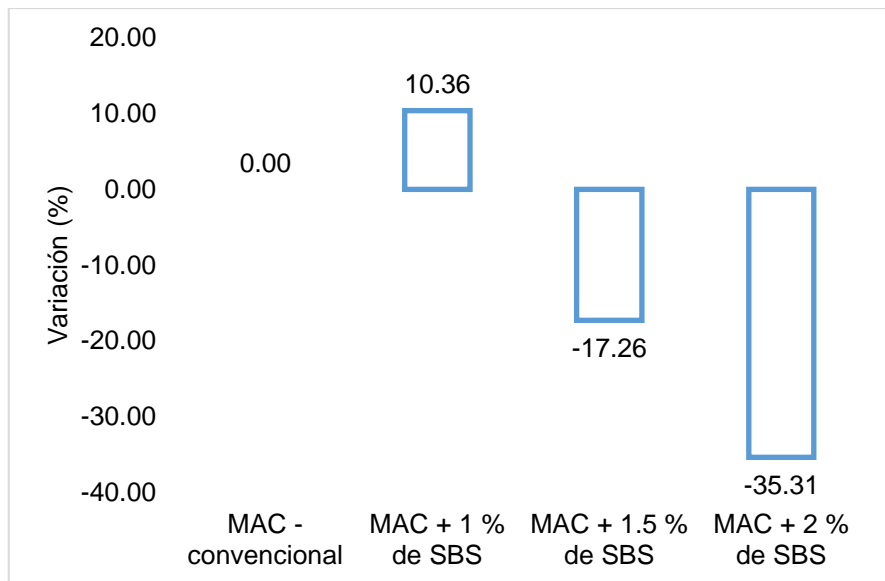
**Tabla 24.** Comparación de la rigidez en las mezclas asfálticas.

Grupos	Estabilidad/flujo (kg/cm)	Variación de la estabilidad/flujo (%)
MAC - convencional	2277.00	0.00
MAC + 1 % de SBS	2513.00	10.36
MAC + 1.5 % de SBS	1884.00	-17.26
MAC + 2 % de SBS	1473.00	-35.31

Fuente: elaboración propia.



**Figura 66.** Comparación de la rigidez en las mezclas asfálticas.  
Fuente: elaboración propia.



*Figura 67. Variación de la rigidez en las mezclas asfálticas.*  
Fuente: elaboración propia.

Otro aspecto de suma importancia que se ha considerado en el desarrollo de la investigación fue la rigidez de la mezcla asfáltica, para lo cual, en la Tabla 24 se muestra los valores finales de cada uno de los grupos considerados en el análisis; obteniéndose de esta manera que, la muestra convencional tuvo un valor de 2277 kg/cm; mientras que al adicionar 1 % de SBS en el suelo, su valor se incrementó hasta alcanzar los 2513 kg/cm, sin embargo al adicionar porcentajes superiores a los mencionados (1.5 % y 2 %), este disminuyó de manera drástica hasta obtenerse un valor de 1473 kg/cm. Es preciso mencionar que la actual norma, menciona que el valor mínimo de esta propiedad debe estar en el rango de 1700 a 4000 kg/cm; por lo que al compararlo con los resultados obtenidos, se ha podido denotar que solo el 2 % SBS no cumple con la mencionada especificación. Todo lo mencionado, se puede observar de manera gráfica en la Figura 66, donde se muestra el comportamiento que la mezcla asfáltica ha presentado a medida que se adicionó el SBS; además en la Figura 67, se puede observar las fluctuaciones porcentuales de cada grupo respecto al asfalto convencional, destacándose que, con 1 % de SBS la rigidez de la mezcla se ha incrementado en 10 %, después de ello, su valor decae de manera constante, hasta un 35.31 %.



## Contrastación de hipótesis

De acuerdo a las hipótesis de investigación de las propiedades físicas de las mezclas asfálticas:

- El polímero SBS influye en el peso unitario de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.
- El polímero SBS influye en los vacíos de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.
- El polímero SBS influye en los vacíos en agregado mineral (VMA) de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.
- El polímero SBS influye en los vacíos llenados con cemento asfáltico de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.

**Tabla 25. Prueba de hipótesis respecto a las propiedades físicas.**

		Cantidad de polímero SBS	Peso específico	Vacíos con aire	Vacíos de material agregado compactado	Vacíos llenos de cemento asfáltico
Cantidad de polímero SBS	Correlación de Pearson	1.00	-0.60	0.88	0.83	-0.94
	Sig. (bilateral)		0.40	0.12	0.17	0.06
	N	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Peso específico	Correlación de Pearson	-0.60	1.00	-0.91	-0.88	0.83
	Sig. (bilateral)	0.40		0.09	0.12	0.17
	N	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Vacíos con aire	Correlación de Pearson	0.88	-0.91	1.00	0.95	-,985*
	Sig. (bilateral)	0.12	0.09		0.05	0.02
	N	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Vacíos de material agregado compactado	Correlación de Pearson	0.83	-0.88	0.95	1.00	-0.92
	Sig. (bilateral)	0.17	0.12	0.05		0.08
	N	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Vacíos llenos de cemento asfáltico	Correlación de Pearson	-0.94	0.83	-,985*	-0.92	1.00
	Sig. (bilateral)	0.06	0.17	0.02	0.08	
	N	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla anterior, se tiene que la cantidad de polímero SBS reduce el peso específico, sin embargo no es significativa por ser la significancia mayor a 0.05, en cuanto a los vacíos de aire se encontró que la cantidad de polímero SBS incrementa su valor, más no es significativo estadísticamente, respecto a los vacíos del material agregado compactado se encontró que la cantidad de polímero SBS incrementa esta propiedad, pero tampoco es significativo estadísticamente, finalmente se tiene que la cantidad de polímero SBS reduce los vacíos llenos de cemento asfáltico, pero no es significativo estadísticamente. Por lo tanto, se rechaza las hipótesis de la investigación respecto a las propiedades físicas de la mezcla asfáltica.

De acuerdo a las preguntas de investigación de las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas:

- El polímero SBS influye en el flujo de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.
- El polímero SBS influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.
- El polímero SBS influye en el índice de rigidez de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021.

**Tabla 26.** Prueba de hipótesis respecto a las propiedades mecánicas.

		Cantidad de polímero SBS	Estabilidad	Flujo	Índice de rigidez
Cantidad de polímero SBS	Correlación de Pearson	1.00	-0.42	0.73	-0.75
	Sig. (bilateral)		0.58	0.27	0.25
	N	4.00	4.00	4.00	4.00
Estabilidad	Correlación de Pearson	-0.42	1.00	-0.67	0.91
	Sig. (bilateral)	0.58		0.33	0.09
	N	4.00	4.00	4.00	4.00
Flujo	Correlación de Pearson	0.73	-0.67	1.00	-0.86
	Sig. (bilateral)	0.27	0.33		0.14
	N	4.00	4.00	4.00	4.00
Índice de rigidez	Correlación de Pearson	-0.75	0.91	-0.86	1.00
	Sig. (bilateral)	0.25	0.09	0.14	
	N	4.00	4.00	4.00	4.00

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla se demuestra estadísticamente que la cantidad de polímero SBS a pesar que redujo la estabilidad, incrementó el flujo y redujo el índice de rigidez en las mezclas asfálticas, estos cambios no fueron significativos estadísticamente, al presentar significancias mayores a 0.05. En consecuencia, se rechaza las hipótesis de la investigación respecto a las propiedades físicas de la mezcla asfáltica.

## V. DISCUSIONES

Discusión 1: Sobre la influencia del polímero SBS en el peso específico de la mezcla asfáltica. Acosta (2019), pudo establecer que para asfaltos con una penetración PEN 60/70, el valor del peso específico puede estar alrededor de los  $2.288 \text{ g/cm}^3$ , mientras que al adicionar el polímero SBS en su composición, este puede incrementarse hasta alcanzar un valor de  $2.923 \text{ g/cm}^3$ ; esta misma tendencia fue determinada por Ccora (2020), quien en el desarrollo de su investigación pudo determinar que para el óptimo contenido de asfalto el peso específico fue de  $2.319 \text{ g/cm}^3$ ; pero al incrementar el contenido de SBS en su composición en porcentajes de 1, 2 y 3 %, se ha incrementado de manera constante, sin embargo establece que este comportamiento no puede ser relacionado de manera exacta con la duración. Similar comportamiento fue lo determinado por Infante (2016), quien en su investigación estableció que para las mezclas convencionales el valor del peso específico fue de  $2.303 \text{ g/cm}^3$ , mientras que al adicionar SBS este se incrementa hasta  $2.254 \text{ g/cm}^3$ . De manera contraria, Pereira (2020) determinó un comportamiento muy contrario a los demás antecedentes, pues encontró que el peso específico disminuye de  $2.419 \text{ g/cm}^3$  a  $2.415 \text{ g/cm}^3$ . En todo caso, y en base a los resultados obtenidos se ha podido determinar que el comportamiento del peso específico se incrementa con la dosificación del 1%, después de ello este tiende a disminuir, por lo que solo se concuerda con Pereira (2020), pero además no se debe dejar de lado lo mencionado por Borja (2019) quien establece que dicha propiedad solo tiene relación directa con la estimación del porcentaje de asfalto absorbido, por lo que no tiene incidencia en su comportamiento estructural.

Discusión 2: Sobre la influencia de la incorporación del polímero SBS en los vacíos de la mezcla asfáltica. Ccora (2020) establece que todos los asfaltos deben de cumplir con lo establecido por la normativa vigente, la cual recomienda que sus valores estén comprendidos en el rango de 3 % a 5 %. Bajo este contexto, los valores que obtuvo demuestran que el asfalto convencional que analizó tuvo un

valor promedio de 3.033 %, cual fue incrementándose a medida que se adicionó la cantidad de polímero SBS en su composición, hasta alcanzar un valor máximo de 4.633 %, cumpliendo lo especificado en las normas actuales. En este contexto, también establece que la importancia de esta propiedad recae en que, valores inferiores a los recomendados pueden generar baja permeabilidad del asfalto, mientras que valores superiores facilita un rápido deterioro. Un comportamiento similar fue lo determinado por Infante (2016), quien pudo establecer que el porcentaje de vacíos en la mezcla asfáltica se incrementa a medida que se adiciona el polímero SBS en su composición; sin embargo, este comportamiento solo es válido hasta una dosificación de 3 %, después de ello este valor tiende a disminuir. En este sentido, los resultados obtenidos, demuestra que lo mencionado por los investigadores, concuerdan con lo obtenido en laboratorio, pues se denota un incremento de esta propiedad cuando mayor es la adición del polímero SBS, pero a diferencia de Infante (2016), este no pudo determinar un punto de quiebre, pues solo se consideró como porcentaje máximo un 2 % de SBS, además que, con el 1 %, se logra cumplir lo recomendado en las normas peruanas.

Por su parte Borja (2019), puedo establecer que el valor óptimo del contenido de vacíos en la mezcla asfáltica es de 4%. Esto concuerda con lo recomendado, pero establece que para ello es necesario una dosificación óptima de asfalto en 6.10 %. Dicho comportamiento, concuerda con lo obtenido en la presente investigación, pues el porcentaje óptimo de asfalto fue de 6.2 % para la mezcla convencional.

Discusión 3: Sobre la incidencia del polímero SBS en los vacíos en agregado mineral (VMA) de la mezcla asfáltica, Pérez y Vásquez (2017) mencionan que su valor baja a mitad que el contenido de asfalto se incremente en la composición de la mezcla asfáltica; también que su valor está relacionado con el tamaño máximo de los agregados, por lo que obtuvo para un valor óptimo de asfalto del 6.6 %, el VMA fue de 16.28 %. Por su parte Ccora (2020) en su investigación determinó que el asfalto convencional posee un valor de VMA de 16.087 %; el cual se fue

incrementando a medida que se adicionó mayor cantidad de SBS en su composición, especialmente cuando el porcentaje de cemento asfáltico fue de 6 %, 6.5 % y 7 %, además menciona que la importancia de este ensayo, está relacionada con la durabilidad, por lo que es muy importante su control, a pesar que la norma peruana no lo detalla con claridad. Acosta (2019), menciona también que la cantidad de vacíos de agregado minera debe ser aproximadamente 17 %, lo cual es similar a lo descrito en los anteriores antecedentes, sin embargo, al adicionar el polímero en la composición de la mezcla, este valor disminuyó a 16.8 %.

Los resultados que se han determinado en el desarrollo de esta investigación dan cuenta que, la adición de los polímeros SBS en las mezclas asfálticas incrementan el valor del VMA, este lo incrementó hasta en 16.20 %, concordando con lo mencionado por Ccora (2020). Sin embargo, y desde el punto de vista de la mezcla patrón se ha podido determinar que el valor del VMA es similar con todos los antecedentes descritos, pues es de 17.90 %, el cual fue obtenido con un porcentaje de cemento asfáltico de 6.2 %

Discusión 4: Sobre la influencia de la incorporación del polímero SBS en los vacíos llenos con cemento asfáltico de la mezcla asfáltica, Acosta (2019) determinó que la mezcla asfáltica con PEN 60/70 tiene un valor de vacíos de agregado mineral de 17 %, el cual se reduce hasta alcanzar un valor de 16.8 % al adicionar el polímero SBS en su concentración modificando el contenido de asfalto de 6 % a 5.8 %; por su parte, Pérez y Vásquez (2017) obtuvieron valores superiores a los descritos, pues el rango que determinaron fue de 56.22 % a 76.30 %, dichos resultados fueron similares a los determinados por Ccora (2020) quien pudo establecer que para el asfalto patrón tuvieron un valor de VLCA de 81.22 %, el cual se fue reduciendo a medida que se adicionó la cantidad de SBS en su composición hasta alcanzar un valor de 73.393 %, determinando que el porcentaje con mayor comportamiento fue el de SBS al 1 %, seguido del 3 %. Por su parte Borja (2019) establece que el vacío lleno de asfalto en una mezcla convencional debe

comprenderse entre un rango de 65 % a 75 %, cuando el contenido del asfalto sea de 6.10 %.

Bajo lo descrito, se ha podido denotar un comportamiento similar a lo establecido por Pérez y Vásquez (2017) y Ccora (2020), pues el valor del VLCA se reduce de manera progresiva en función de la cantidad de SBS en la mezcla, es decir se redujo hasta en 19.15 %; además el valor promedio de esta propiedad en la mezcla convencional fue de 77.30 %, lo cual concuerda con Pérez y Vásquez (2017), y se difiere con lo obtenido por Acosta (2019).

Discusión 5: Sobre la influencia de la incorporación del polímero en el flujo de la mezcla asfáltica, Borja y Cárdenas (2019) establecieron que la aplicación del SBS puede incrementar mientras que el flujo en 11.11 %; coincidiendo con lo calculado por Broncano y Campos (2021), quienes establecen un incremento del flujo en 10 %, sin embargo, esto difiere con lo calculado por Ccora (2020), quien menciona que con adiciones en proporciones del 1, 2 y 3 % el flujo se reduce de manera significativa. Otro resultado obtenido por Estrada (2017) menciona que el flujo se incrementó de 14 mm a 14.1 mm a medida que se adiciona la cantidad de SBS; mientras que Pérez y Puma (2017) determinaron que el flujo se incrementó en 22 %.

En tal contexto, los resultados determinados en laboratorio para el desarrollo de esta investigación, demostraron una tendencia positiva, es decir., que su valor se incrementa a medida que se adiciona un incremento de 30 % mientras mayor cantidad de SBS se considere en el asfalto; concordando de esta manera con lo establecido por Broncano y Campos (2021), Estrada (2017) y Pérez y Puma (2017), quienes establecen la misma tendencia de comportamiento del flujo.

Discusión 6: Sobre la influencia de la incorporación del polímero SBS en la estabilidad de la mezcla asfáltica, Borja y Cárdenas (2019) determinaron que la

aplicación del SBS puede incrementar el valor de la estabilidad de 2044.78 lb a 2468.68, es decir un incremento del 20.58 %; esto coincide con lo determinado por Estrada (2017), quien ha determinado que esta propiedad incrementó su valor de 1382 kg a 2047 kg; por su parte Ibrahim (2020) menciona que con el uso del polímero SBS puede incrementar la estabilidad en 16 %; Sin embargo, el estudio que mayores resultados obtuvo, fue el determinado por Infante y Vásquez (2016), quienes demostraron que el uso de este polímero incrementó la estabilidad en 138.83 %, cuando se considerara una concentración de SBS del 4 %.

En este contexto, los resultados que fueron obtenidos demuestran que el uso del SBS en las mezclas asfálticas mejora su estabilidad, pero solo con la dosificación del 1 % de SBS, pues con más porcentajes de adición su valor decae de 877 kg (asfalto patrón) a 740 kg (asfalto modificado con 2 % de SBS). Esto no concuerda con lo determinado en los antecedentes mencionados, quienes establecen una relación directa entre la cantidad de SBS y la estabilidad. Esto se debe, entre muchos factores, al tipo de cemento asfáltico utilizado y a la cantidad de cemento asfáltico, el cual es diferente a lo obtenido en el desarrollo de esta tesis. Un aspecto relevante del presente estudio es que solo los porcentajes de 1 y 1.5 % de SBS cumplen con los valores requeridos por la norma para un tipo de asfalto para alto tránsito; siendo el porcentaje de 1 % el que mejor desempeño presentó.

Discusión 7: Sobre la influencia de la incorporación del polímero SBS en el índice de rigidez de la mezcla asfáltica, Ccora (2020) determinó que el índice de rigidez, disminuye de manera constante cuando se incrementa la cantidad de SBS en la mezcla asfáltica, reduciéndose de 2856.667 kg/cm a 2009.667 kg/cm. Por su parte Acosta (2019), determinó que la rigidez de la muestra patrón fue de 3785 kg/cm, el cual se reduce a 3718 kg/cm, debido al uso del polímero SBS. Por su parte Borja (2019) determinó que el uso del polímero SBS puede mejorar el índice de rigidez de un asfalto convencional, especialmente con una concentración de 2 % y 4 %, lo cual va en contracorriente con lo determinado por los antecedentes anteriores.



Los resultados obtenidos en el desarrollo de esta investigación dan a conocer que el uso del polímero SBS mejora las propiedades del asfalto, pero solo al considerar una dosificación del 1 %, pues el valor se incrementa de 2270 kg/cm a 2513 kg/cm, después de ello, este valor tiende a disminuir de manera drástica hasta alcanzar un valor de 1473 kg/cm con una dosificación de SBS al 2 %; este comportamiento determinado concuerda con lo establecido por Ccora (2020) y difiere con lo estimado por Borja (2019). Otro aspecto relevante que se determinó con respecto a esta propiedad, fue que en comparación a lo recomendado por la norma EG-2013, dichos valores cumplen a excepción de la dosificación del 4 % de SBS.

## VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: Los resultados obtenidos en laboratorio han demostrado que existe una influencia de las de la incorporación de SBS en las propiedades de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma del distrito de Sapallanga – Huancayo; pues con la adición de 1 % de SBS en la mezcla asfáltica se puede cumplir con lo recomendado en la normativa vigente.

Conclusión 2: Del análisis de laboratorio se ha podido denotar que el peso específico de la mezcla asfáltica se modifica a medida que se incrementa el contenido de SBS en su composición; pues su valor se incrementa en 2.38 % con una concentración de 1 %, para después disminuir hasta en 3.43 %.

Conclusión 3: Lo datos de laboratorio muestran que existe influencia de la incorporación del SBS en los vacíos de la mezcla asfáltica, pues a medida que se incrementa su valor de concentración (1, 1.5 % y 2 %), esta propiedad se incrementa; sin embargo, solo la dosificación del 1 % de SBS cumple con los estándares de la norma vigente.

Conclusión 4: El contenido de vacíos de material en el agregado mineral de las mezclas asfálticas se vio influenciado por la presencia del polímero SBS, pues su valor se incrementó de 17.90 % (en la muestra patrón) se incrementó hasta alcanzar un valor de 20.80 % (con 2 % de SBS), lo cual representa un incremento de hasta 16.20 % respecto del asfalto patrón.

Conclusión 5: En referencia a los vacíos llenos de cemento asfáltico de las mezclas asfálticas, se ha demostrado que existe una incidencia del polímero SBS, pues se ha denotado una disminución de su valor a medida que se incrementó la cantidad de SBS, de hasta 19.15 % (con una dosificación de SBS

del 2 %); siendo que la dosificación con menor afectación fue la concentración de 1 % de SBS.

Conclusión 6: Se ha demostrado la influencia del polímero SBS en el flujo de la mezcla asfáltica, pues su valor se incrementó de 4 mm a 5.20 mm, lo cual representa un incremento porcentual de 30 %. Sin embargo, un aspecto relevante, es que solo la dosificación del 1 % cumple con lo recomendado en la norma.

Conclusión 7: Los resultados muestran que, si existe variación de la estabilidad de la mezcla asfáltica al adicionar polímero SBS en su composición, pues su valor se modificó de 877 kg a 1106 kg con una dosificación del 1 % de SBS, después de ello su valor disminuyó a 827 kg y a 740 kg con la adición del porcentaje de SBS en 1.5 % y 2 %. Tal como se observa, todos los valores cumplen con el valor recomendado por el manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (4.53 kN); pero solo con la dosificación de 1 % logra un mayor valor.

Conclusión 8: Se ha demostrado que existe influencia del polímero SBS en las propiedades de la mezcla asfáltica, pues se ha denotado variaciones respecto al asfalto patrón, debido a que con 1 % de SBS su valor se incrementó de 2277 kg/cm a 2513 kg/cm; después de ello su valor disminuye de manera drástica a 1884 kg/cm y 1473 kg/cm. En este contexto, se ha podido establecer que solo la dosificación del 2 % de SBS no cumple lo señalado por la norma vigente (1700 kg/cm a 4000 kg/cm).

## VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Es recomendable utilizar el polímero SBS en una concentración de 1 %, pues con ello se mejoran las propiedades del asfalto convencional, lo cual le da factibilidad para su uso en la construcción de vías de bajo tránsito.

Recomendación 2: Se recomienda a la comunidad científica, complementar el presente estudio a asfalto con tipos de mezcla B (mediano tráfico) o C (bajo medio).

Recomendación 3: Se debe tener cuidado al momento de la aplicación del polímero SBS en la mezcla asfáltica, pues de no tenerse al momento de la mezcla de ambos elementos, pueden originar reacciones térmicas entre el polímero y el asfalto.

Recomendación 4: Para poder controlar la exudación del asfalto en las briquetas, se recomienda el control de los vacíos, los cuales deben, además, cumplir con lo recomendado por la normativa vigente.

Recomendación 5: Para controlar la permeabilidad de una muestra, se debe tener un especial cuidado con la cantidad de vacíos en la mezcla asfáltica; es por ello que se recomienda el control del aire en función a las recomendaciones de la norma EG-2013, afín de evitar un alto valor de permeabilidad en el asfalto.

Recomendación 6: Los resultados obtenidos para el asfalto patrón han demostrado que mientras más sea el valor de vacíos en agregado mineral (VNA), se incrementará la porosidad del asfalto, es por ello que se recomienda que este valor sea lo más reducido posible.

Recomendación 7: Un aspecto importante al momento de la adición del polímero en la mezcla asfáltica es la adecuada forma de hacerlo, por lo que se recomienda estirar el polímero SBS antes de la mezcla con el asfalto, para de esta manera, no perjudicar la estabilidad del asfalto.

Recomendación 8: Se recomienda continuar con la línea de investigación, verificando el efecto de los polímeros SBS en asfalto en frío o tibios, los cuales son las nuevas tendencias en la actualidad.

## REFERENCIAS

- [1]. ZAPIÉN-CASTILLO, Samuel. *Obtención de mezclas de asfalto modificado con SEBS y nanoarcilla* [online]. Tecnológico Nacional de México, 2015. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Frepositorio.tecnm.mx%3A8080%2Fjspui%2Fbitstream%2F123456789%2F111%2F1%2FTesis.pdf&clen=3756927>
- [2]. CHÁVEZ, Janina. *Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli. 2017* [online]. Universidad César Vallejo, 2017. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1391>
- [3]. LÓPEZ, Diana and PUMA, Cristian. *Caracterización de mezclas asfálticas en caliente elaboradas con cemento asfáltico modificado con polímeros SBS y RET, mediante la determinación del módulo de rigidez* [online]. Universidad Central del Ecuador, 2017. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13743>
- [4]. ACOSTA, Keyi. *Modificado de la mezcla asfáltica mediante la incorporación de polímeros SBS en la av. Naranjal y la av. Alisos* [online]. Universidad César Vallejo, 2019. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/479210000000337328>
- [5]. WANG, Wensheng, TAN, Guojin, LIANG, Chunyu, WANG, Yong and CHENG, Yongchun. *Study on viscoelastic properties of asphalt mixtures incorporating SBS polymer and basalt fiber under freeze-thaw cycles. Polymers* [online]. 2020. Vol. 12, no. 8. [Accessed 10 January 2022]. DOI 10.3390/polym12081804. Available from: <https://www.mdpi.com/2073->

- [6]. CCORA, Thalia. *Diseño de asfalto modificado con polímeros SBS para mejoramiento vial en la ciudad de Huancayo* [online]. Universidad Peruana Los Andes, 2020. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/2115%09>
- [7]. BORJA, Stalin and CÁRDENAS, Joffer. *Caracterización de mezclas asfálticas en caliente, elaborados con el uso de cemento asfáltico modificado con polímero SBR y SBS* [online]. Universidad Central del Ecuador, 2019. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18757>
- [8]. SÁNCHEZ, Hugo and REYES, Carlos. *Metodología y diseño de la investigación científica*. Quinta. Lima - Perú : Visión Universitaria, 2006.
- [9]. MTC. *Instructivo de la ficha técnica estándar para la formulación y evaluación de proyectos de inversión en carreteras interurbanas* [online]. 2019. Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Available from: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.mef.gob.pe%2Fcontenidos%2Finv\\_publica%2Fdocs%2Fficha\\_tecnica%2Ftransporte%2FInstructivo\\_FTE\\_para\\_Carreteras\\_Interurbana.pdf&clen=826932&chunk=true](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.mef.gob.pe%2Fcontenidos%2Finv_publica%2Fdocs%2Fficha_tecnica%2Ftransporte%2FInstructivo_FTE_para_Carreteras_Interurbana.pdf&clen=826932&chunk=true)
- [10]. ESTRADA, Victor. *Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional pen 85/100 plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBS PG 70 -28* [online]. Universidad Andina del Cusco, 2017. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/1057>

- [11]. VALDIVIA, Vitmer. *Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al 57- Comas, Lima 2017* [online]. Universidad César Vallejo, 2017. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1523>
- [12]. PALMA, Carolina Victoria, CISNEROS, José Carlos Ortiz, BELMONTE, Felipe Ávalos and FACIO, Adalí Castañeda. *Modificación de asfalto con elastómeros para su uso en pavimentos. Revista de la Universidad Autónoma de Coahuila* [online]. 2015. Vol. 73, no. 574, p. 119–124. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/312010/402105>
- [13]. ZULUAGA, Abel, GÓMEZ, Néstor and CORREA, Álvaro. *Desarrollo de un asfalto altamente modificado con polímero SBS a partir de un asfalto base convencional de la refinería Ecopetrol Barrancabermeja 60-70 variando la concentración de polímero. Bistua Revista De La Facultad De Ciencias Basicas* [online]. 2021. Vol. 19, no. 2, p. 34–39. [Accessed 10 January 2022]. DOI 10.24054/01204211.v2.n2.2021.1067. Available from: <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/bistua/article/view/1067>
- [14]. VILA, Rolando and JARAMILLO, José. *Incidencia del empleo de polímeros como modificadores del asfalto. Revista Lasallista de Investigación* [online]. 2018. Vol. 15, no. 2, p. 315–326. [Accessed 10 January 2022]. DOI 10.22507/rli.v15n2a24. Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fwww.scielo.org.co%2Fpdf%2Frli%2Fv15n2%2F1794-4449-rli-15-02-315.pdf&clen=719121&chunk=true0000000291095>



- [15]. MÜNKEL, Michelle, AGUIAR, José, BALDI, Alejandra, HERNÁNDEZ, Natalia and VILLEGAS, Rafael. *Efecto de polímeros y aceite de cocina en el rango de desempeño del asfalto. Infraestructura Vial* [online]. 2021. Vol. 23, no. 42, p. 71–81. [Accessed 10 January 2022]. DOI 10.15517/iv.v23i42.47587. Available from: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/47587>
- [16]. IBRAHIM, Al-Hadidy. *Effects of long-term aging on asphalt mixes containing SBS and PP-polymer. International Journal of Pavement Research and Technology* [online]. 2020. Vol. 14, no. 2, p. 153–160. [Accessed 10 January 2022]. DOI 10.1007/s42947-020-0089-x. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42947-020-0089-x#:~:text=The test results of SBS,to rutting than PP-mixes.&text=Generally%2C results showed that long,of SBS and PP mixes.>
- [17]. YAN, Chuanqi, HUANG, Weidong, MA, Jianmin, XU, Jing, LV, Quan and LIN, Peng. *Characterizing the SBS polymer degradation within high content polymer modified asphalt using ATR-FTIR. Construction and Building Materials* [online]. 2020. Vol. 233, p. 117708. [Accessed 10 January 2022]. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.117708. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117708>
- [18]. VAMEGH, Mostafa, AMERI, Mahmoud and CHAVOSHIAN NAENI, Seyed. *Performance evaluation of fatigue resistance of asphalt mixtures modified by SBR/PP polymer blends and SBS. Construction and Building Materials* [online]. 2019. Vol. 209, p. 202–214. [Accessed 10 January 2022]. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.03.111. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.111>
- [19]. BRONCANO, José and CAMPOS, Diego. *Influencia del cemento asfáltico modificado con polímeros SBS y el Valoy sobre las propiedades de la mezcla*

*asfáltica en caliente*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2021.

- [20]. BALBIN, María and ENRIQUEZ, Richard. *Influencia de la mezcla asfáltica modificada con polímeros en zonas cálidas de Perú* [online]. Universidad Ricardo Palma, 2020. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3672>
- [21]. ALMEIDA, Adão. *Reaproveitamento de pneus inservíveis : determinação em laboratório das características do asfalto modificado SBS comparadas às do asfalto com pó de borracha* [online]. Universidad Estatal Paulista, 2012. [Accessed 22 March 2022]. Available from: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/93024>
- [22]. TERLOUW, T. and VONK, W. C. *Low temperature performance of SBS-modified asphalt mixes. Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologists*. 2000. Vol. 69, no. January 2000, p. 540–573.
- [23]. FERNÁNDEZ, Omar and CÁCERESE, Edgardo. *Evaluación del comportamiento mecánico de mezclas SMA y Superpave empleando asfalto modificado con polímeros SBS (estireno-butadieno-estireno)* [online]. Universidad Ricardo Palma, 2007. [Accessed 22 March 2022]. Available from: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/1040>
- [24]. CASAFRANCA, Anderson. *Estudio de mezcla asfáltica modificada con polímero SBS y su influencia en la resistencia a las deformaciones permanentes en la carretera Pucallpa – Tingo María, entre Km 5 y 15, 2016* [online]. Universidad César Vallejo, 2016. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/18403>
- [25]. MTC. *Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para*

*construcción (EG-2013)*. Tomo I. Lima - Perú : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013.

- [26]. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES EG-2013. *Manual de carreteras-Especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013*. 2013.
- [27]. VARGAS, Nadia. *Efecto de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor del CBR de suelos granulares en pavimentos* [online]. Universidad Continental, 2017. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/3371>
- [28]. INFANTE, Carlos and VÁSQUEZ, Deynis. *Estudio comparativo del método convencional y uso de los polímeros EVA y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas* [online]. Universidad Señor de Sipán, 2016. [Accessed 10 January 2022]. Available from: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/2253>
- [29]. ALDANA, Jorge and ACOSTA, Luis. *Análisis del comportamiento de las mezclas asfálticas en caliente MGC-1, utilizando asfalto modificados con polímero (SBS)* [online]. Universidad Católica de Colombia, 2014. [Accessed 18 March 2022]. Available from: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/2579>
- [30]. AYALA, Yelitza, DELGADO, Horacio and GARNICA, Paul. *Efecto de la temperatura en la evaluación de la fatiga en ligantes asfálticos*. *Revista Infraestructura Vial*. 2016. Vol. 18, no. 2215–3705, p. 5–13.
- [31]. ARIAS, Fidas. *El Proyecto de Investigación*. Sexta edic. 2012. ISBN 9781787284395. 9781787284395

- [32]. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, María del Pilar and BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. Sexta. México : McGRAW-HILL, 2014. ISBN 9786071502919. 9786071502919
- [33]. CCANTO, Germán. *Metodología de la investigación científica en ingeniería civil*. Lima - Perú : Gerccantom, 2010. ISBN 0260-89-330-0. 0260-89-330-0
- [34]. BORJA, Manuel. *Metodología de la investigación científica para ingenieros* [online]. Primera. Chiclayo, 2016. Available from: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>
- [35]. PALELLA, Santa and MARTINS, Feliberto. *Metodología de la investigación cuantitativa*. 2012. Caracas : FEDUPEL.
- [36]. MONJE, Carlos. *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa* [online]. 2011. Colombia : Universidad Surcolombiana. Available from: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- [37]. RAMIREZ, Alberto. *Metodología de la investigación científica*. Colombia : Pontificia Universidad Javeriana, 2010.
- [38]. HERNÁNDEZ, Arturo, RAMOS, Marcos, PLACENCIA, Barbara, INDACOCHEA, Blanca, QUIMES, Alex and MORENO, Luis. *Metodología de la investigación científica*. 2018. ISBN 9788494825705. 9788494825705
- [39]. CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. 1a ed. Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2007. ISBN 9789972383441. 9789972383441

[40]. CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. Lima - Perú : San Marcos, 2013.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable independiente (X):</b> Polímero SBS	Es un material compuesto es elástico en su comportamiento mecánico, aunque no es tan extensibles como la mayoría de los elastómeros, Como ambas fases son termoplásticas, el material en su conjunto puede ser calentado arriba de su temperatura normal para formarse, con procesos que son generalmente más económicos que los utilizados para el Hule (Infante y Vásquez, 2016).	Cantidad de polímero SBS	Porcentaje de SBS respecto al peso de cemento asfáltico	De razón
<b>Variable dependiente (Y):</b> Propiedades de mezclas asfálticas	Son las principales características que ofrece la mezcla de un agregado fino, agregado grueso, filler y un cemento asfáltico (Infante y Vásquez, 2016).	Propiedades físicas	Cantidad de vacíos con aire.	De razón
			Peso específico.	De razón
			Vacíos de material agregado compactado.	De razón
			Vacíos llenos de cemento asfáltico.	De razón
		Propiedades mecánicas	Estabilidad.	De razón
			Flujo.	De razón
			Índice de rigidez	De razón

Anexo 2. Matriz de consistencia.

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>	<b>polímeros SBS</b>	Cantidad de polímero SBS	Porcentaje de SBS en el asfalto en proporciones del 1 %, 1.5 % y 2.0 %	Balanzas
¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en las propiedades de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?	Demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en las propiedades de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021	El polímero SBS influye en las propiedades de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021					
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>DEPENDIENTE</b>	<b>propiedades de la mezcla asfáltica</b>	Propiedades físicas		
¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en el peso unitario de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?	Demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en el peso unitario de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021	El polímero SBS influye en el peso unitario de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021					
¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en los vacíos de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?	Demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en los vacíos de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021	El polímero SBS influye en los vacíos de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021					
¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en los vacíos en agregado mineral en agregado mineral	Demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en los vacíos en agregado mineral en agregado mineral	El polímero SBS influye en los vacíos en agregado mineral (VMA) de la mezcla					



(VMA) de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?	(VMA) de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021	asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021			
¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en vacíos llenados con cemento asfáltico de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?	Demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en los vacíos llenados con cemento asfáltico de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021	El polímero SBS influye en los vacíos llenados con cemento asfáltico de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021		Vacíos llenados con cemento asfáltico	De acuerdo a la norma MTC 514
¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en el flujo de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?	Demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en el flujo de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021	El polímero SBS influye en el flujo de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021		Flujo,	Según la norma ASTM D-1559 o la MTC 504
¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?	Demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en la estabilidad de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021	El polímero SBS influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021		Propiedades mecánicas	Según la norma ASTM D-1559 o la MTC 504
¿De qué manera la incorporación de polímeros SBS influye en el índice de rigidez de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021?	Demostrar la influencia de la incorporación del polímero SBS en el índice de rigidez de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021	El polímero SBS influye en el índice de rigidez de la mezcla asfáltica en el jirón Ricardo Palma en Sapallanga-Huancayo 2021		Índice de rigidez	Según la norma MTC 518

Anexo 3. Formato de recolección de datos.

ENSAYO MARSHALL ASTM D -(1559)						
SOLICITADO						
PROYECTO						
UBICACIÓN	REGION					
PROVINCIA	DISTRITO					
TECNICO	FECHA					
ITEMS	DESCRIPCION	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% DE CEMENTO ASFALTICO EN PESO DE LA MEZCLA					
2	% DE AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA					
3	% DE AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA					
4	% DE AGREGADO POLIMERO EN PESO DE LA MEZCLA					
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO					
6	PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO					
7	PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO					
8	PESO ESPECIFICO DEL POLIMERO					
9	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE					
10	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA					
11	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO					
12	PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA					
13	PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D_2041					
14	% VACIOS					
15	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL					
16	VMA					
17	% DE VACIOS LLENADOS					
18	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO TOTAL					
19	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL					
20	% DE ASFALTO EFECTIVO					
21	FLUJO (mm)					
22	LECTURA DEL DIAL ANILLO MARSHALL					
23	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (Kg)					
24	FACTOR DE ESTABILIDAD					
25	ESTABILIDAD CORREGIDA					
26	INDICE DE RIGIDEZ (10*25/21) (Kg/Cm)					
OBSERVACIONES:						

  
 LUCERO F. SANDOVAL MORENO  
 ING. CALIDAD  
 CIP. 271750  
 PUENTE COMUNEROS II

  
 MIGUEL ANGEL A. BENITES PAREJA  
 ING. DE OFICINA TECNICA (PLANEAMIENTO Y COSTOS)

  
 PLINIO CLEMENTE CAMPOSANO VELASCO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 61950

SOLICITADO			
PROYECTO			
UBICACIÓN		REGION	
PROVINCIA		DISTRITO	

**GRANULOMETRIA**

MALLA	GRAVA CHANCADA		ARENA CHANCADA	POLIMERO 1%-1,5%-2%	TOTAL	ESPECIFICACIONES MAC 2	
						LIM INF	LIM SUP
3/4							
1/2							
3/8							
N° 4							
N°10							
N° 40							
N° 80							
N° 200							

  
 LUCERO F. SANDOVAL MORENO  
 ING. CALIDAD  
 CIP 271750

  
 MIGUEL ANGEL A. BENITES PAREJA  
 ING. DE OFICINA TÉCNICA (PLANEAMIENTO Y COSTOS)  
 C.I.R. 164978

  
 PLINIO CLEMENTE CAMPOSANO VELASCO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 61950

# Anexo 4. Informe de laboratorio.



**CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA**  
Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

## GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS ARGADOS

**SOLICITADO/PETICIONARIO :** BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**PROYECTO / OBRA :** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

**CANTERA / UBICACIÓN :** N° 1 AGREGADOS SAN LORENZO  
**UBICACIÓN DE OBRA :** Distrito : SAPALLANGA  
Provincia : HUANCAYO  
Dpto : JUNIN

**TECNICO :** J.S.C.V  
**FECHA :** ENERO DEL 2022

AGREGADO GRUESO (GRAVA) (DEE-A3-1983)						
DESCRIPCION						
CANTERA RIO SECO SAN LORENZO						
N° de Pruebas	N° 1	N° 2		Promedio	Adoptado	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire)	945,00	932,00			
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Agua)	592,00	579,00			
C	Vol. de Masa Vol. de Vacios = A-B	353,00	353,00			
D	Peso Mat. Seco en Estufa (a 105°C)	937,00	925,00			
E	Vol. de Masa Vol. = C-(A-D)	345,00	346,00			
	Peso Esp. Bulk (Base Seca) = D/C	2,654	2,620		2,637	
	Peso Esp. Bulk (Base Saturada) = A/C	2,677	2,640		2,66	2,666
	Peso Esp. Aparente (Base Seca) = D/E	2,716	2,673		2,695	2,66
	% de Absorción = ((A-D)/D)*100	0,854	0,757		0,81	

AGREGADO FINO (DEE-A4-1983)						
DESCRIPCION						
CANTERA RIO SECO SAN LORENZO						
N° de Pruebas	N° 1	N° 2	N° 3	Promedio	Adoptado	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire)	250,00	250,00			
B	Peso de Fiolao Frasco + H <sub>2</sub> O	700,00	700,00			
C	Peso de la Fiolao Frasco + H <sub>2</sub> O + A = A+B	950,00	950,00			
D	Peso del Material + H <sub>2</sub> O en la Fiolao Frasco	853,00	853,00			
E	Vol. de Masa: Vol. de Vacío = C-D	97,00	97,00			
F	Peso Mat. Seco en Estufa (a 105°C)	246,10	245,90			
G	Vol. de Masa Vol. = C-(A-D)	93,10	92,90			
	Peso Esp. Bulk (Base Seca) = F/E	2,537	2,535		2,536	
	Peso Esp. Bulk (Base Saturada) = A/E	2,577	2,577		2,58	2,591
	Peso Esp. Aparente (Base Seca) = F/G	2,643	2,647		2,645	2,58
	% de Absorción = ((A-F)/F)*100	1,585	1,667		1,63	



*Pauclo Luis*  
SANTA CRUZ VELLOZ PAUCLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426

SANTA CRUZ



Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción – Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**Resistencia al desgaste por Abrasion-Maquina de los Angeles  
( DEE A6 -1983**

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**SOLICITA :** BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE

**OBRA :** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

**MATERIAL :** PIEDRA CHANCADA SAN LORENZO

**UBICACIÓN :** Distrito SAPALLANGA  
Provincia HUANCAYO  
Region JUNIN

**REALIZADO:** J.S.C.V

**FECHA:** ENERO DEL 2022

CANTERA RIO SECO SAN LORENZO					
IDENTIFICACION					
Pozo N°	1				
Profundidad	-				
Graduación	A				
Peso Inicial	5005				
Peso Mat Ret. Malla N° 12 gr.	3595				
Peso Mat. Pasa Malla N° 12 gr.	1410				
Porcentaje Desgaste (%)	28,17				

**PORCENTAJE DE DESGASTE:** 28,17%



Jorge Luis Boza Escalante  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426

SANTA CRUZ



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

## Ensayo de Adherencia de Mezcla Agregado – Bitumen AASHTO-182(02)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SOLICITA** : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**OBRA** : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
**TRAMO** : EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

**MATERIAL** : PIEDRA CHANCADA SAN LORENZO

**UBICACIÓN** : *Dist.* SAPALLANGA  
*Prov.* HUANCAYO  
*Region* JUNIN

**TECNICO** : J. SANTA CRUZ V.  
**FECHA** : ENERO DEL 2022

AGREGADO	TIPO DE LIGANTE	REVESTIMIENTO (%)	ADHERENCIA (%)
PIEDRA CHANCADA TAMAÑO MÁXIMO: 1/2"	ASFALTO LÍQUIDO PEN 85/100	100	+95



J. SANTA CRUZ V. BOZA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426

SANTA CRUZ



Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción - Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**PROYECTO / OBRA :** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
**TRAMO :** EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

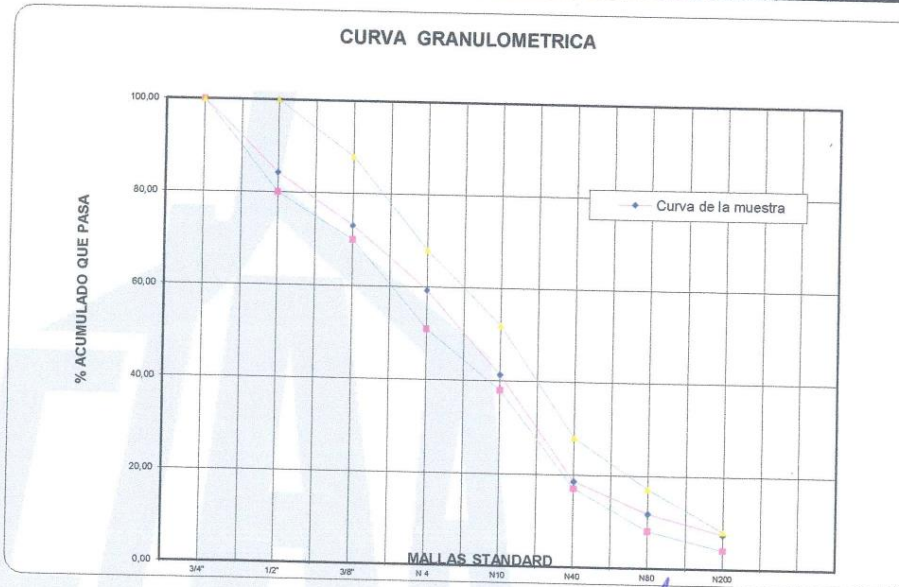
**UBICACIÓN / DE OBRA :** *Dist.* SAPALLANGA  
*Prov.* HUANCAYO  
*Dpto.* JUNIN

**TECNICO :** J.S.C.V  
**FECHA :** FEBRERO DEL 2022

**DOSIFICACION AGREGADOS**  
PIEDRA CHANCADA  
ARENA CHANCADA  
POLIMERO SBS

CEM. ASFALTICO : PEN - 85 /100

N° MALLA	GRAVA CHANCADA 40	ARENA CHANCADA 60	POLIMERO SBS 0	TOTAL 100	ESPECIFICACIONES MAC 2	
					LIM INF	LIM SUP
3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1/2"	60,62	100,00	100,00	84,25	80,00	100,00
3/8"	32,67	100,00	100,00	73,07	70,00	88,00
N 4	0,00	98,80	100,00	59,28	51,00	68,00
N10	0,00	68,90	99,90	41,34	38,00	52,00
N40	0,00	30,90	45,19	18,54	17,00	28,00
N80	0,00	19,59	10,02	11,75	8,00	17,00
N200	0,00	12,34	0,83	7,40	4,00	8,00



SANTA CRUZ VELAZQUEZ PRADO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 283426



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

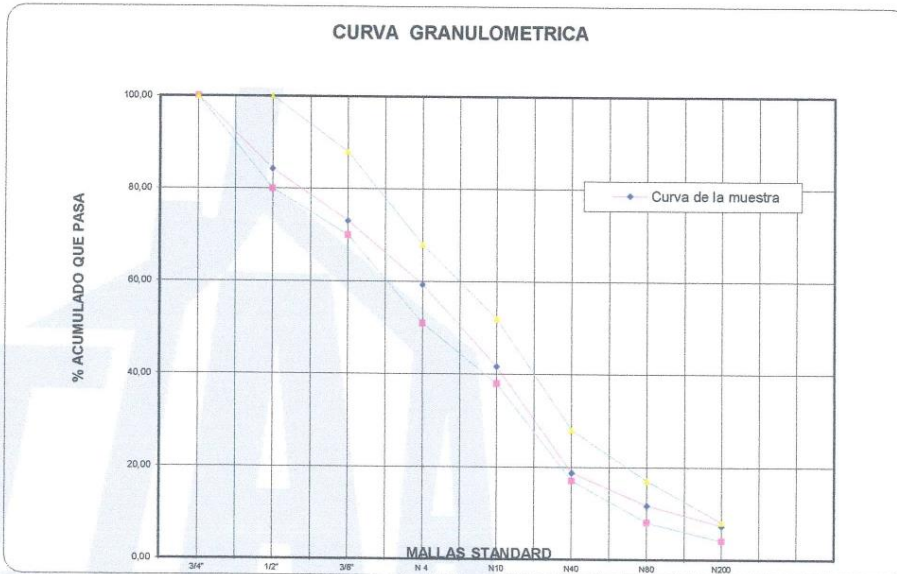
975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción - Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**PROYECTO / OBRA :** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
**TRAMO :** EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

**UBICACIÓN / DE OBRA :** **Dist.** SAPALLANGA  
**Prov.** HUANCAYO **TECNICO :** J.S.C.V  
**Dpto.** JUNIN **FECHA :** ENERO DEL 2022

**DOSIFICACION AGREGADOS** PIEDRA CHANCADA  
ARENA CHANCADA **CEM. ASFALTICO :** PEN - 85 / 100  
POLIMERO SBS

N° MALLA	GRAVA CHANCADA 40	ARENA CHANCADA 59	PILOMERO SBS 1	TOTAL 100	ESPECIFICACIONES MAC 2	
					LIM INF	LIM SUP
3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1/2"	60,62	100,00	100,00	84,25	80,00	100,00
3/8"	32,67	100,00	100,00	73,07	70,00	88,00
N 4	0,00	98,80	100,00	59,29	51,00	68,00
N10	0,00	68,90	99,90	41,65	38,00	52,00
N40	0,00	30,90	45,19	18,68	17,00	28,00
N80	0,00	19,59	10,02	11,66	8,00	17,00
N200	0,00	12,34	0,83	7,29	4,00	8,00



SANTA CRUZ



*Boza*  
SANTA CRUZ VELIZ PAOLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426





Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

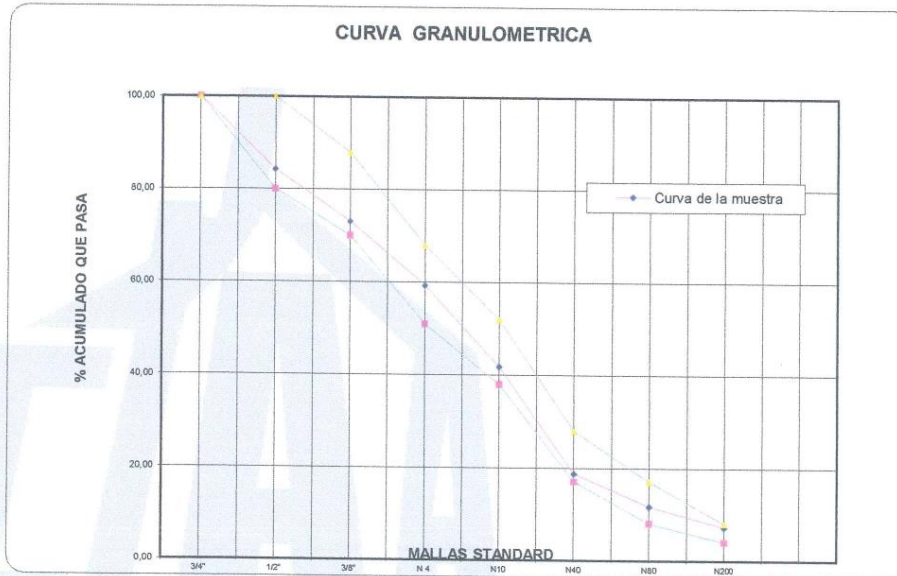
975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción - JunIn  
ciaasantacruz@gmail.com

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**PROYECTO / OBRA :** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
**TRAMO :** EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

**UBICACIÓN / DE OBRA :** *Dist.* SAPALLANGA  
*Prov.* HUANCAYO **TECNICO :** J.S.C.V  
*Dpto.* JUNIN **FECHA :** ENERO DEL 2022

**DOSIFICACION AGREGADOS** PIEDRA CHANCADA  
ARENA CHANCADA **CEM. ASFALTICO :** PEN - 85 / 100  
POLIMERO SBS

N° MALLA	GRAVA CHANCADA 40	ARENA CHANCADA 58,5	POLIMERO SBS 1,5	TOTAL 100	ESPECIFICACIONES MAC 2	
					LIM INF	LIM SUP
3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1/2"	60,62	100,00	100,00	84,25	80,00	100,00
3/8"	32,67	100,00	100,00	73,07	70,00	88,00
N 4	0,00	98,80	100,00	59,30	51,00	68,00
N10	0,00	68,90	99,90	41,81	38,00	52,00
N40	0,00	30,90	45,19	18,75	17,00	28,00
N80	0,00	19,59	10,02	11,61	8,00	17,00
N200	0,00	12,34	0,83	7,23	4,00	8,00



SANTA CRUZ

*Jorge Luis Boza Escalante*  
BOZA CRUZ VELIZ PAOLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**PROYECTO / OBRA :** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
**TRAMO :** EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

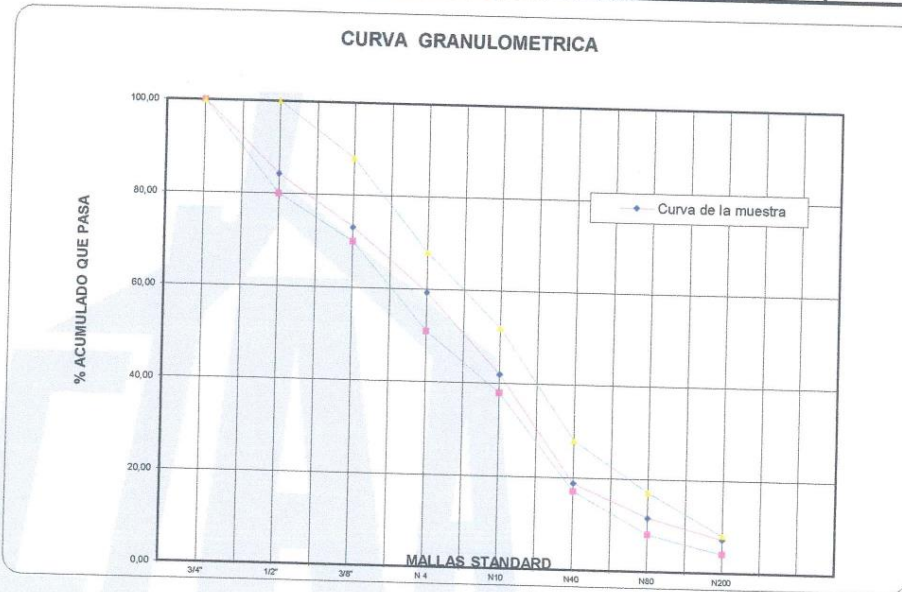
**UBICACIÓN / DE OBRA :** **Dist.** SAPALLANGA  
**Prov.** HUANCAYO  
**Dpto.** JUNIN

**TECNICO :** J.S.C.V  
**FECHA :** ENERO DEL 2022

**DOSIFICACION AGREGADOS** PIEDRA CHANCADA  
ARENA CHANCADA  
POLIMERO SBS

CEM. ASFALTICO : PEN - 85/100

N° MALLA	GRAVA CHANCADA 40	ARENA CHANCADA 58	POLIMERO SBS 2	TOTAL 100	ESPECIFICACIONES MAC 2	
					LIM INF	LIM SUP
3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1/2"	60,62	100,00	100,00	84,25	80,00	100,00
3/8"	32,67	100,00	100,00	73,07	70,00	88,00
N 4	0,00	98,80	100,00	59,30	51,00	68,00
N10	0,00	68,90	99,90	41,96	38,00	52,00
N40	0,00	30,90	45,19	18,83	17,00	28,00
N80	0,00	19,59	10,02	11,56	8,00	17,00
N200	0,00	12,34	0,83	7,17	4,00	8,00



SANTA CRUZ



SANTA CRUZ VELIZ PALCO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciasantacruz@gmail.com

## EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E-114

**PROYECTO / OBRA** : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**SOLICITA / PETICIONARIO** : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA E  
**SECTOR** : EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
**CANTERA N° / UBICACIÓN** : RIO SECO SAN LORENZO  
**UBICACIÓN DE OBRA**  
**Distrito** : SAPALLANGA  
**Provincia** : HUANCAYO  
**Region** : JUNIN  
**TECNICO** : J.S.C.V  
**FECHA** : ENERO DEL 2022

No	DESCRIPCION	EQUIVALENTE DE ARENA		
		M-1	M-2	M-1
	TAMAÑO MAXIMO	4.75 mm.	4.75 mm	4.75 mm.
A	HORA ENTRADA A SATURACION	10,1	10,12	10,14
2	SALIDA DE SATURACION	10,2	10,22	10,24
B	HORA ENTRADA A DECANTACION	10,22	10,24	10,24
4	SALIDA DECANTACION	10,42	10,44	10,46
5	ALTURA MATERIAL FINO (pulg)	5,20	5,00	5,20
6	ALTURA ARENA (pulg.)	3,60	3,60	3,60
7	EQUIV. ARENA	69,23	72,00	69,23
	<b>PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)</b>		70,15	

CIAA SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ASFALTO

Juan Santa Cruz Veliz  
TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS



Juan Santa Cruz Veliz  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 253428

SANTA CRUZ



CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA  
Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE DURABILIDAD**

MTC E 209 EM 2000

**PROYECTO / OBRA** : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**SOLICITA / PETICIONARIO** : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
**SECTOR** : EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
**CANTERA N° / UBICACIÓN** : RIO SECO SAN LORENZO  
**UBICACIÓN DE OBRA**  
**Distrito** : SAPALLANGA  
**Provincia** : HUANCAYO  
**Region** : JUNIN  
**TECNICO** : J.Sarita Cruz V.  
**FECHA** : ENERO. 22

TAMAÑO DE PARTICULA	GRANULOMETRIA ORIGINAL	PESO DE LA FRACCION ENSAYADA		% PERDIDA TOTAL	PERDIDA MEDIA
		ANTES	DESPUES		
3/4"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1/2"	33,96	712,00	685,00	3,79	1,29
3/8"	29,33	615,00	589,00	4,23	1,24
PIEDRA CHANCADA	35,44	743,00	710,00	4,44	1,57
	1,27	26,60	26,00	2,26	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>2096,60</b>			<b>4,13</b>

TAMAÑO DE PARTICULA	GRANULOMETRIA ORIGINAL	PESO DE LA FRACCION ENSAYADA		% PERDIDA TOTAL	PERDIDA MEDIA
		ANTES	DESPUES		
N°8	21,11	233,00	215,00	7,73	1,63
N°16	17,93	198,00	185,00	6,57	1,18
N°30	19,02	210,00	192,00	8,57	1,63
N°50	16,12	178,00	165,00	7,30	1,18
AGREGADO FINO	25,82	285,00	265,00	7,02	1,81
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>1104,00</b>			<b>7,43</b>

CIAA SANTA CRUZ SRL.  
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y ASFALTO  
SARITA CRUZ V. Veliz  
INGENIERO CIVIL Y PAVIMENTOS



SANTA CRUZ



CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA  
Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción - Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS**

(NORMA ASTM D-5821)

PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
SECTOR

CANTERA N° / UBICACIÓN : RIO SECO SAN LORENZO

UBICACIÓN DE OBRA  
Distrito SAPALLANGA  
Provincia HUANCAYO  
Region JUNIN

TECNICO : J.S.C.V.  
FECHA: ENERO DEL 2022

**DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS**

(NORMA ASTM D-5821)

**A.- CON UNA CARA FRACTURADA**

TAMAÑO DEL AGREGADO			A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ		(g)	(g)	((B/A)*100)		C*D
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"		250,0	238,0	95,2	22,0	2094,4
3/4"	1/2"		1200,0	1185,0	98,8	13,2	1303,5
1/2"	3/8"		300,0	292,0	97,3	36,8	3581,9
TOTAL			1750,0			72,0	6979,8
POCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA =			TOTAL E =		96,9	%	
			TOTAL D				

**B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS**

TAMAÑO DEL AGREGADO			A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ		(g)	(g)	((B/A)*100)		C*D
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"		250,0	212,0	84,8	22,0	1865,6
3/4"	1/2"		1200,0	1057,0	88,1	13,2	1162,7
1/2"	3/8"		300,0	279,0	93,0	36,8	3422,4
TOTAL			1750,0			72,0	6450,7
POCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA =			TOTAL E =		89,6	%	
			TOTAL D				



*Patricio*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 264125



CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA  
Especialistas en suelos y pavimentos

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**  
(NORMA ASTM D-4791)

PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE

SECTOR

CANTERA N° / UBICACIÓN : RIO SECO SAN LORENZO

UBICACION DE OBRA Distrito : SAPALLANGA  
Provincia : HUANCAYO  
Region : JUNIN

TECNICO : J. Santa Cruz V.  
FECHA : ENERO DEL 2022

**DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (NORMA ASTM D-4791)**

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS			NI CHATA, NI ALARGADA		
TAMIZ	apertura	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	(%)	(%) Corregido	PESO	(%)	(%) Corregido	PESO	(%)	(%) Corregido
(pul/g)	(mm)												
3"	76,200												
2"	50,800												
1 1/2"	38,100												
1"	25,400												
3/4"	19,050	1500,0	50,0	50,0	15,0	1,0	0,5	40,0	2,7	1,3	1445,0	96,3	48,2
1/2"	12,700	1200,0	40,0	10,0	24,0	2,0	0,8	40,0	3,3	1,3	1136,0	94,7	37,9
3/8"	8,750	300,0	10,0	0,0	18,0	6,0	0,6	16,0	5,3	0,5	266,0	88,7	8,9
	TOTAL	3000,0	100,0		57,0		1,9	96,0		3,2	2847,0		94,9
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		(g)	3000,0										
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS		(%)	5,1										

CIAA SANTA CRUZ S.R.L.  
INGENIEROS EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
J. Santa Cruz V. C.I. 12345678  
TEL. 975151126 Y PAVIMENTOS



*Jorge Luis Boza Escalante*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 262426

SANTA CRUZ



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**SOLICITA / PETICIONARIO:** BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**PROYECTO / OBRA :** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
**TRAMO :** EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
**CANTERA N° / UBICACIÓN :** RIO SECO SAN LORENZO  
**MUESTRA** M-01  
**UBICACIÓN DE OBRA :** Distrito SAPALLANGA  
Provincia HUANCAYO  
Departamen JUNIN  
**TECNICO :** J. Santa Cruz V.  
**FECHA :** ENERO DEL 2022

MUESTRA N° 01									
TERRONES DE ARCILLA EN AGREGADO GRUESO MTC E 212									
Pasa	Retiene	peso inicial	peso final	% fraccion	% ret. parcial	M inicial (kg)	M final (kg)	%fracción Terrones	% Parcial Terrones
1"	3/4"	0	0	0	0	0	0	0	0,00
3/4"	3/8"	2810	2810	0	29,33	2.810	2.810	0	0,00
3/8"	4"	1595	1595	0	35,44	1.595	1.595	0	0,00
4"	Base				5			0	0,00

% TOTA L	0,00 %
----------	--------

**TERRONES DE ARCILLA EN AGREGADO FINO MTC E 212**

MASA INICIAL	M	352,52
MASA RETENIDA N	R	351,58

P= % DE TERRONES DE ARCILLA

$$P = \frac{M - R}{M} * 100$$

P=	0,27 %
----	--------

OBSERVACIONES : MATERIAL TRITURADO



CIAA SANTA CRUZ SCL.  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

J. Santa Cruz V. Veliz  
TEL. 975151126 / 912880976

SANTA CRUZ



CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA  
Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**SOLICITA / PETICIONARIO** BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE

**PROYECTO / OBRA** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

**CANTERA N° / UBICACIÓN** RIO SECO SAN LORENZO

**MUESTRA** M-01

**UBICACIÓN DE OBRA** Distrito SAPALLANGA

Provincia HUANCAYO

Departamen JUNIN

**TECNICO :** J.Santa Cruz V.

**FECHA :** ENERO DEL 2022

**METODO NORMAL PARA DETERMINACION DE CARBON Y LIGNITO EN ARENAS**  
MTC E 215 2000

REPORTE DE RESULTADO		OBSERVACIONES
DESCRIPCION	PORCENTAJE OBTENIDO	
MUESTRA N°01	0	NO PRESENTA
MUESTRA N°02	0	NO PRESENTA
TOTAL	-	

OBSERVACIONES

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.  
LABORATORIO DE SUELOS, RIETO Y ASFALTO  
Javier Santa Cruz Velazquez  
TECNOLOGOS Y PAVIMENTOS



SANTA CRUZ





SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**SOLICITA / PETICIONARI** BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE

**PROYECTO / OBRA** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

**CANTERA N° / UBICACIÓN** RIO SECO SAN LORENZO

**MUESTRA** M-01

**UBICACIÓN DE OBRA** Distrito SAPALLANGA

Provincia HUANCAYO

Departamen JUNIN

**TECNICO** : J.Santa Cruz V.

**FECHA** : ENERO DEL 2022

**IMPUREZAS ORGANICAS EN AGREGADO FINO**

**MTC E 213 2000**

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° DE PLACA ORGANICA ( 1-5)

1	
2	
3	X
4	
5	

**INTERPRETACION**

PRESENCIA CUALITATIVA DE IMPUREZAS ORGANICAS

**ACEPTABLE**

**OBSERVACIONES**

**MATERIAL TRITURADO**

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.  
UNIDAD DE SERVICIOS DE SUELOS Y ASFALTO  
Jorge Santa Cruz Veliz  
TEL: 975151126 / 912880976



Jorge Santa Cruz Veliz  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 263426

**SANTA CRUZ**



Specialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

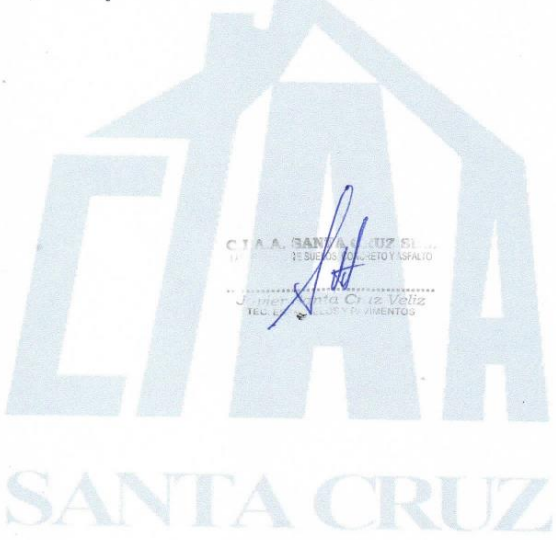
**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINACION CUANTITATIVA DE SULFATOS Y CLORUROS EN SUELOS  
- NTP 339.178 (2002)**

PROYECTO / OBRA : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
SOLICITA / PETICIONARIO : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA  
SECTOR : EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
CANTERA N° / UBICACION : RIO SECO SAN LORENZO  
CALICATA : C-01  
MUESTRA : M-01  
UBICACION DE OBRA : Distrito SAPALLANGA  
Provincia HUANCAYO TECNICO : J.Santa Cruz V.  
Region JUNIN FECHA : ENERO DEL 2022

RESULTADOS				
PIEDRA	CLORUROS CL ASTM D-3370;1999 NTP 339.177;2002 %	SULFATOS (SO4) ASTM E-225;2001 NTP 339.178,2002 %	SALES TOTALES %	PH MTC E - 129 ASTM - 4792
GRAVA	0,0079	0,02400	0,0319	6,57
ARENA	0,0052	0,0190	0,0242	6,98



CIAA SANTA CRUZ SCRL  
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Jorge Santa Cruz Veliz  
TEL. 975151126 / 912880976



*Paolo Luis*  
SANTA CRUZ VELIZ PAOLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 240425



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO EN LA MUESTRA**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5,00	5,00	5,00		5,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	35,15	35,15	35,15		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	59,85	59,85	59,85		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,018	1,018	1,018		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico filler - aparente					
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1184,20	1184,80	1185,60		1.185
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	634,20	635,20	634,20		635
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	550,00	549,60	551,40		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,153	2,156	2,150		2,153
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,430	2,430	2,430		
14	% de vacíos	11,4	11,3	11,5		11,4
15	Peso específico bulk del agregado total	2,597	2,597	2,597		
16	VMA	21,25	21,15	21,36		21,3
17	% de vacíos llenados con C.A.	46,37	46,65	46,08		46,4
18	Peso específico del agregado total	2,621	2,621	2,621		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,36	0,36	0,36		
20	% de asfalto efectivo	4,66	4,66	4,66		
21	Flujo (mm)	3,05	3,05	3,05		3,0
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					250,3
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	1081	1100	1085		
24	Factor de estabilidad	1,04	1,04	1,04		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	1124	1144	1128		1132
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	3688	3753	3700		3714

OBSERVACIONES



SANTA CRUZ VELIZ PAOLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426

SANTA CRUZ



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN  
TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5,50	5,50	5,50		5,50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	34,97	34,97	34,97		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	59,54	59,54	59,54		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla					
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,018	1,018	1,018		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico filler - aparente					
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1171,60	1180,20	1181,80		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	641,30	645,00	645,20		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	530,30	535,20	536,60		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,209	2,205	2,202		2,206
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,410	2,410	2,410		
14	% de vacíos	8,3	8,5	8,6		8,5
15	Peso específico bulk del agregado total	2,597	2,597	2,597		
16	VMA	19,62	19,77	19,87		19,8
17	% de vacíos llenados con C.A.	57,56	57,01	56,65		57,1
18	Peso específico del agregado total	2,618	2,618	2,618		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,31	0,31	0,31		
20	% de asfalto efectivo	5,20	5,20	5,20		
21	Flujo (mm)	3,30	3,58	3,30		3,4
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					226,0
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	950	885	925		
24	Factor de estabilidad	1,04	1,01	1,01		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	988	897	934		940
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	2994	2521	2831		2782

OBSERVACIONES

SANTA CRUZ



SANTA CRUZ VELIZ PAOLITO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

Especialistas en suelos y pavimentos

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción - Junín

ciaasantacruz@gmail.com

ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN  
TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6,00	6,00	6,00		6,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	34,78	34,78	34,78		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	59,22	59,22	59,22		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla	0,00	0,00	0,00		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,017	1,017	1,017		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico filler - aparente					
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1188,20	1180,80	1184,80		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	660,20	662,00	660,00		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	528,00	518,80	524,80		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,250	2,276	2,258		2,261
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,380	2,380	2,380		
14	% de vacíos	5,4	4,4	5,1		5,0
15	Peso específico bulk del agregado total	2,597	2,597	2,597		
16	VMA	18,56	17,63	18,30		18,2
17	% de vacíos llenados con C.A.	70,65	75,22	71,90		72,6
18	Peso específico del agregado total	2,603	2,603	2,603		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,08	0,08	0,08		
20	% de asfalto efectivo	5,93	5,93	5,93		
21	Flujo (mm)	3,81	4,06	3,81		3,9
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	920	885	888		
24	Factor de estabilidad	1,04	1,07	1,04		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	957	948	924		943
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	2511	2332	2424		2422

OBSERVACIONES



SANTA CRUZ VELIZ PAOLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN  
TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6,50	6,50	6,50		6,50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	34,60	34,60	34,60		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	58,91	58,91	58,91		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla	0,00	0,00	0,00		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,017	1,017	1,017		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico filler - aparente					
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1181,40	1187,20	1179,40		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	665,00	669,00	668,00		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	516,40	518,20	511,40		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,288	2,291	2,306		2,295
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,350	2,350	2,350		
14	% de vacíos	2,6	2,5	1,9		2,3
15	Peso específico bulk del agregado total	2,597	2,597	2,597		
16	VMA	17,65	17,53	16,98		17,4
17	% de vacíos llenados con C.A.	84,99	85,68	89,03		86,6
18	Peso específico del agregado total	2,586	2,586	2,586		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	-0,18	-0,18	-0,18		
20	% de asfalto efectivo	6,67	6,67	6,67		
21	Flujo (mm)	4,30	4,32	4,32		4,3
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	750	800	850		
24	Factor de estabilidad	1,10	1,04	1,04		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	827	832	884		848
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	1924	1927	2047		1966

OBSERVACIONES



SANTA CRUZ VELIZ PAOLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	7,00	7,00	7,00		7,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	34,41	34,41	34,41		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	58,59	58,59	58,59		
4	% de agregado filler en peso de la mezcla	2,21	2,21	2,21		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,017	1,017	1,017		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico filler - aparente					
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1179,00	1176,80	1182,40		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	660,50	658,90	665,00		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	518,50	517,90	517,40		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,274	2,272	2,285		2,277
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,310	2,310	2,310		
14	% de vacíos	1,6	1,6	1,1		1,4
15	Peso específico bulk del agregado total	2,597	2,597	2,597		
16	VMA	16,65	16,71	16,23		16,5
17	% de vacíos llenados con C.A.	90,60	90,22	93,40		91,4
18	Peso específico del agregado total	2,615	2,615	2,615		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,27	0,27	0,27		
20	% de asfalto efectivo	6,75	6,75	6,75		
21	Flujo (mm)	5,59	5,08	5,08		5,2
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	650	750	825		
24	Factor de estabilidad	1,10	1,07	1,07		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	717	803	884		801
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	1283	1581	1739		1535

OBSERVACIONES



SANTA CRUZ VÉLIZ PAOLITO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



CIAA  
SANTA CRUZ  
GEOTECNIA

Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción - Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559) CAPA DE RODADURA**

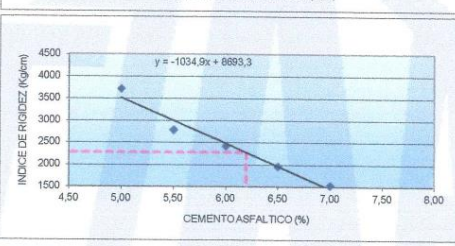
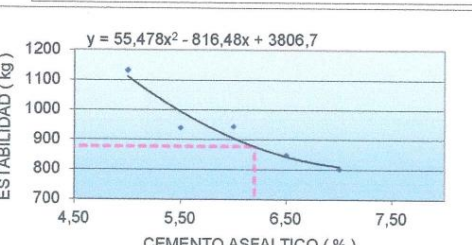
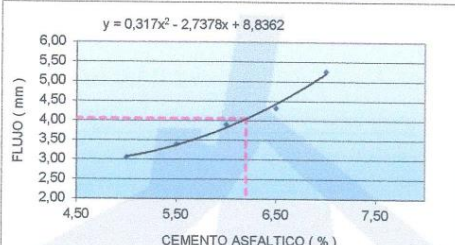
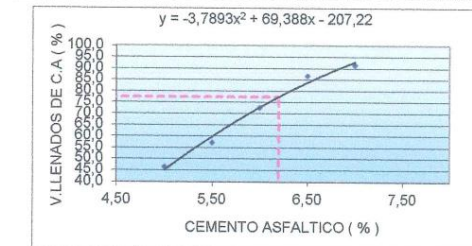
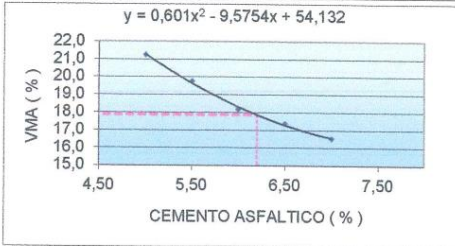
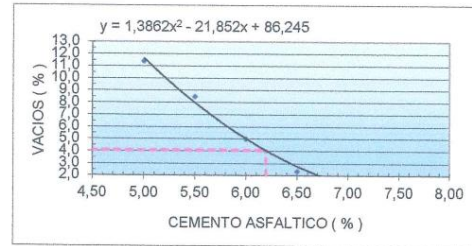
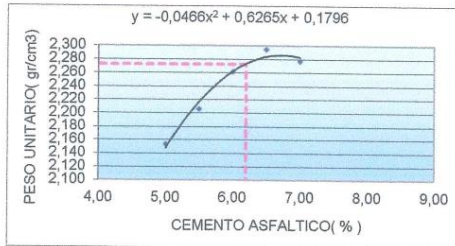
**SOLICITADO / PETICIONARIO :** BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**PROYECTO / OBRA :** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

**UBICACION / DE OBRA :** *Dist.* SAPALLANGA  
*Prov.* HUANCAYO  
*Dpto.* JUNIN

**DOSIFICACION AGREGADOS**  
 PIEDRA CHANCADA 3/4" -  
 ARENA CHANCADA

**TECNICO :** J.S.C.V  
**FECHA :** ENERO DEL 2022

40% SAN LORENZO  
 60% SAN LORENZO  
 CEM. ASFALTICO : PEN - 85/100



**RESULTADOS :**

	ESPECIFIC.	MIN
OPTIMO CONTENIDO C.A (%)	0.2- 6.2+0.2	
PESO UNITARIO (gr/cm <sup>3</sup> )	2,273	
VACIOS (%)	4,0	2 - 4
V.M.A (%)	17,9	MIN 14
V. LLENADOS C.A (%)	77,3	
FLUJO (mm)	4,0	2 - 4
ESTABILIDAD (kg)	877	MIN 780
INDICE DE RIGIDEZ (kg/cm)	2.277	1700 - 3000

SANTA CRUZ



SANTA CRUZ VELEZ PAOLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426





SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción – Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO EN LA MUESTRA**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL SR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 1% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5,00	5,00	5,00		5,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38,00	38,00	38,00		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	56,05	56,05	56,05		
4	% de agregado caucho en peso de la mezcla	0,95	0,95	0,95		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,018	1,018	1,018		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1182,80	1140,20	1178,90		1.167
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	650,00	630,00	650,00		643
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	532,80	510,20	528,90		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,220	2,235	2,229		2,228
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,453	2,453	2,453		
14	% de vacíos	9,5	8,9	9,1		9,2
15	Peso específico bulk del agregado total	2,601	2,601	2,601		
16	VMA	18,93	18,39	18,60		18,6
17	% de vacíos llenados con C.A.	49,76	51,57	50,85		50,7
18	Peso específico del agregado total	2,650	2,650	2,650		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,72	0,72	0,72		
20	% de asfalto efectivo	4,32	4,32	4,32		
21	Flujo (mm)	4,82	4,82	4,57		4,7
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					250,3
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	1220	1325	1285		
24	Factor de estabilidad	1,04	1,04	1,04		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	1269	1378	1336		1328
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	2632	2859	2923		2805

OBSERVACIONES

C.I.A.A. SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y ASFALTO

Jorge Santa Cruz Veliz  
TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS



SANTA CRUZ VELIZ PACLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción – Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH, JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
EL R. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACION / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 1% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfaltico en peso de la mezcla	5,50	5,50	5,50		5,50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37,80	37,80	37,80		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	55,78	55,76	55,76		
4	% de agregado caucho en peso de la mezcla	0,95	0,95	0,95		
5	Peso especifico del cemento asfaltico - aparente	1,018	1,018	1,018		
6	Peso especifico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso especifico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso especifico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1176,00	1187,30	1178,50		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	665,00	665,00	660,00		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	511,00	522,30	518,50		
12	Peso especifico bulk de la briqueta	2,301	2,273	2,273		2,282
13	Peso especifico maximo ASTM D-2041	2,440	2,440	2,440		
14	% de vacios	5,7	6,8	6,9		6,5
15	Peso especifico bulk del agregado total	2,601	2,601	2,601		
16	VMA	16,40	17,42	17,43		17,1
17	% de vacios llenados con C.A.	65,30	60,72	60,67		62,2
18	Peso especifico del agregado total	2,656	2,656	2,656		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,81	0,81	0,81		
20	% de asfalto efectivo	4,74	4,74	4,74		
21	Flujo (mm)	3,81	3,81	4,06		3,9
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					226,0
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	1150	1210	1175		
24	Factor de estabilidad	0,99	0,99	0,99		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	1138	1195	1161		1164
26	Indice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	2982	3138	2857		2992

OBSERVACIONES

--

C.I.A.A. SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Jorge Santa Cruz Veliz  
TECNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS



Jorge Santa Cruz Veliz  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción – Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V

FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 1% CON SBS

**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6,00	6,00	6,00		6,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37,60	37,60	37,60		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	55,46	55,46	55,46		
4	% de agregado caucho en peso de la mezcla	0,94	0,94	0,94		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,017	1,017	1,017		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1182,20	1183,90	1180,00		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	677,00	677,00	673,00		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	505,20	506,90	507,00		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,340	2,336	2,327		2,334
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,427	2,427	2,427		
14	% de vacíos	3,6	3,8	4,1		3,8
15	Peso específico bulk del agregado total	2,601	2,601	2,601		
16	VMA	15,44	15,61	15,90		15,7
17	% de vacíos llenados con C.A.	76,76	75,81	74,15		75,6
18	Peso específico del agregado total	2,663	2,663	2,663		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,90	0,90	0,90		
20	% de asfalto efectivo	5,15	5,15	5,15		
21	Flujo (mm)	4,31	3,81	3,81		4,0
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	1187	1234	950		
24	Factor de estabilidad	1,01	1,01	1,01		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	1203	1250	962		1138
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	2791	3280	2526		2865

OBSERVACIONES

--

C.I.A.A. SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Javier Saavedra Veliz  
ING. EN SUELOS Y PAVIMENTOS



SANTA CRUZ VELIZ PABLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



Specialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN  
EL SR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 1% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6,50	6,50	6,50		6,50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37,40	37,40	37,40		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	55,17	55,17	55,17		
4	% de agregado caucho en peso de la mezcla	0,94	0,94	0,94		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,017	1,017	1,017		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1180,20	1177,10	1180,10		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	672,00	670,00	673,00		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	508,20	507,10	507,10		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,322	2,321	2,327		2,324
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,414	2,414	2,414		
14	% de vacíos	3,8	3,9	3,6		3,8
15	Peso específico bulk del agregado total	2,601	2,601	2,601		
16	VMA	16,53	16,57	16,36		16,5
17	% de vacíos llenados con C.A.	76,98	76,76	77,96		77,2
18	Peso específico del agregado total	2,669	2,669	2,669		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,99	0,99	0,99		
20	% de asfalto efectivo	5,57	5,57	5,57		
21	Flujo (mm)	4,57	4,57	4,83		4,7
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	985	1042	1085		
24	Factor de estabilidad	1,04	1,04	1,04		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	1024	1083	1128		1079
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	2242	2370	2338		2317

OBSERVACIONES

C.I.A.A. SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SANTA CRUZ  
Javier Silvio Cruz Veliz  
TEC. ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS



Paolo L. Veliz  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



ESPECIALISTAS EN SUELOS Y PAVIMENTOS

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL R. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN  
TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 1% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	7,00	7,00	7,00		7,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37,20	37,20	37,20		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	54,87	54,87	54,87		
4	% de agregado caucho en peso de la mezcla	0,93	0,93	0,93		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,017	1,017	1,017		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1173,50	1182,70	1180,90		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	665,00	673,00	672,00		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	508,50	509,70	508,90		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,308	2,320	2,320		2,316
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,401	2,401	2,401		
14	% de vacíos	3,9	3,4	3,4		3,5
15	Peso específico bulk del agregado total	2,601	2,601	2,601		
16	VMA	17,50	17,05	17,04		17,2
17	% de vacíos llenados con C.A.	77,76	80,25	80,27		79,4
18	Peso específico del agregado total	2,675	2,675	2,675		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	1,08	1,08	1,08		
20	% de asfalto efectivo	6,00	6,00	6,00		
21	Flujo (mm)	5,84	5,59	5,59		5,7
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	995	1020	1000		
24	Factor de estabilidad	1,04	1,04	1,04		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	1035	1061	1040		1045
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	1771	1898	1861		1844

OBSERVACIONES

C.I.A.A. SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, AGRIENTO Y ASFALTO  
SANTA CRUZ  
JOSÉ LUIS VELIZ PADILLA  
INGENIERO CIVIL  
SPECIALISTAS EN SUELOS Y PAVIMENTOS



SANTA CRUZ VELIZ PADILLA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

Especialistas en suelos y pavimentos

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción - Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559) CAPA DE RODADURA**

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** BACH, JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**PROYECTO / OBRA :** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

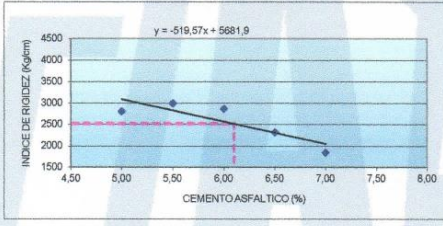
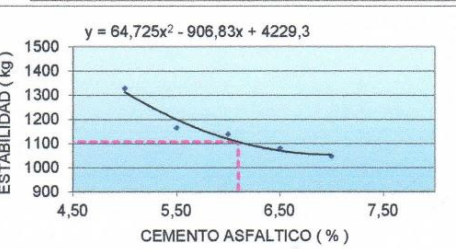
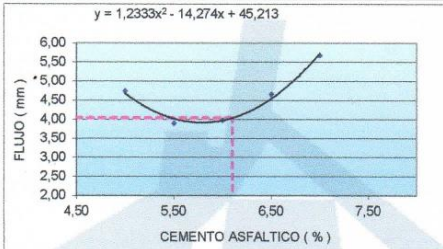
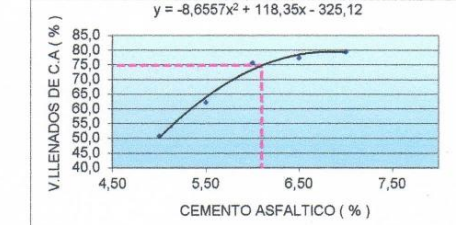
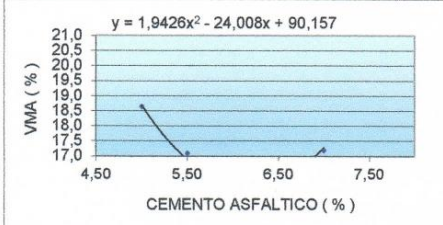
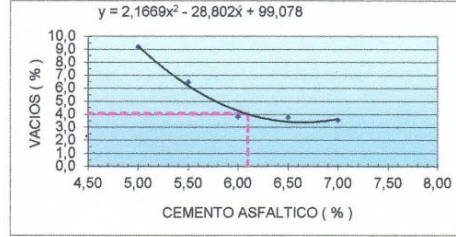
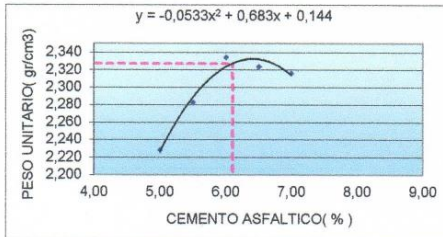
**UBICACION / DE OBRA :** **Dist.** SAPALLANGA  
**Prov.** HUANCAYO  
**Dpto.** JUNIN

**TECNICO :** J.S.C.V  
**FECHA :** ENERO DEL 2022

**DOSIFICACION AGREGADOS**

PIEDRA CHANCADA 3/4" -  
ARENA CHANCADA  
POLVO DE CAUCHO

40% SAN LORENZO  
59% SAN LORENZO CEM ASFALTICO PEN - 85/100  
1%



**RESULTADOS :**

	0.2- 6.1+0.2	ESPECIFIC.
OPTIMO CONTENIDO C.A (%)	6.1	MIN
PESO UNITARIO ( gr/ cm³ )	2,327	
VACIOS ( % )	4,0	2 - 4
V.M.A ( % )	16,0	MIN 14
V. LLENADOS C.A ( % )	74,7	
FLUJO ( mm )	4,0	2 - 4
ESTABILIDAD ( kg )	1106	MIN 815
INDICE DE RIGIDEZ ( kg/cm )	2,513	1700 - 4000

C.I.A.A. SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Junín - Av. 12 de Julio Velazco  
TEC. SUP. SUELOS Y PAVIMENTOS

SANTA CRUZ VELZ PAOLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción - Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO EN LA MUESTRA**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL R. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 1,5% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5,00	5,00	5,00		5,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38,00	38,00	38,00		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	55,58	55,58	55,58		
4	% de agregado caucho en peso de la mezcla	1,43	1,43	1,43		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,018	1,018	1,018		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1181,50	1186,40	1185,90		1.185
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	640,00	645,00	642,00		642
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	541,50	541,40	543,90		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,182	2,191	2,180		2,185
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,440	2,440	2,440		
14	% de vacíos	10,6	10,2	10,6		10,5
15	Peso específico bulk del agregado total	2,602	2,602	2,602		
16	VMA	20,33	19,98	20,38		20,2
17	% de vacíos llenados con C.A.	47,96	49,00	47,80		48,3
18	Peso específico del agregado total	2,634	2,634	2,634		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,48	0,48	0,48		
20	% de asfalto efectivo	4,55	4,55	4,55		
21	Flujo (mm)	3,81	3,81	4,08		3,9
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					250,3
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	995	922	1050		
24	Factor de estabilidad	0,94	0,94	0,94		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	938	869	990		933
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	2463	2281	2436		2393

OBSERVACIONES

--

C.I.A.A. SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, CEMENTO Y ASFALTO  
JUNIN - SANTA CRUZ - PERU  
TEC. SUELOS Y PAVIMENTOS



SANTA CRUZ VELIZ PAOLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción - Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)**  
**PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH, JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL R. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACION / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 1,5% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfaltico en peso de la mezcla	5,50	5,50	5,50		5,50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37,80	37,80	37,80		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	55,28	55,28	55,28		
4	% de agregado caucho en peso de la mezcla	1,42	1,42	1,42		
5	Peso especifico del cemento asfaltico - aparente	1,018	1,018	1,018		
6	Peso especifico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso especifico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso especifico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1181,40	1185,10	1182,50		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	651,50	652,30	650,20		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	529,90	532,80	532,30		
12	Peso especifico bulk de la briqueta	2,229	2,224	2,221		2,225
13	Peso especifico maximo ASTM D-2041	2,427	2,427	2,427		
14	% de vacios	8,1	8,4	8,5		8,3
15	Peso especifico bulk del agregado total	2,602	2,602	2,602		
16	VMA	19,02	19,21	19,31		19,2
17	% de vacios llenados con C.A.	57,20	56,51	56,14		56,6
18	Peso especifico del agregado total	2,640	2,640	2,640		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,56	0,56	0,56		
20	% de asfalto efectivo	4,97	4,97	4,97		
21	Flujo (mm)	3,81	3,81	4,06		3,9
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					226,0
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	868	950	998		
24	Factor de estabilidad	0,96	0,96	0,96		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	855	915	961		910
26	Indice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	2244	2401	2365		2337

OBSERVACIONES



*Auto 6*  
SANTA CRUZ VELOZ PACHECO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 241126





CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA  
Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 1,5% CON SBS

**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6,00	6,00	6,00		6,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37,60	37,60	37,60		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	54,99	54,99	54,99		
4	% de agregado caucho en peso de la mezcla	1,41	1,41	1,41		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,017	1,017	1,017		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1178,90	1184,00	1180,50		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	655,20	659,00	658,90		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	523,70	525,00	521,60		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,251	2,255	2,263		2,257
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,414	2,414	2,414		
14	% de vacíos	6,8	6,6	6,2		6,5
15	Peso específico bulk del agregado total	2,602	2,602	2,602		
16	VMA	18,67	18,52	18,23		18,5
17	% de vacíos llenados con C.A.	63,84	64,47	65,72		64,7
18	Peso específico del agregado total	2,646	2,646	2,646		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,66	0,66	0,66		
20	% de asfalto efectivo	5,38	5,38	5,38		
21	Flujo (mm)	4,06	3,81	3,81		3,9
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	800	950	788		
24	Factor de estabilidad	0,96	0,96	0,96		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	770	915	759		815
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	1896	2401	1992		2096

OBSERVACIONES

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Jorge Santa Cruz Veliz  
ING. (E.S.P.) SUELOS Y PAVIMENTOS

Jorge Santa Cruz Veliz  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 261-126



Specialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL R. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 1,5% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	6,50	6,50	6,50		6,50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37,40	37,40	37,40		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	54,70	54,70	54,70		
4	% de agregado caucho en peso de la mezcla	1,40	1,40	1,40		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,017	1,017	1,017		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1181,30	1168,20	1175,50		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	655,50	645,30	643,50		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	525,80	522,80	532,00		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,247	2,234	2,210		2,230
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,401	2,401	2,401		
14	% de vacíos	6,4	7,0	8,0		7,1
15	Peso específico bulk del agregado total	2,602	2,602	2,602		
16	VMA	19,26	19,71	20,59		19,9
17	% de vacíos llenados con C.A.	66,60	64,71	61,26		64,2
18	Peso específico del agregado total	2,652	2,652	2,652		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,74	0,74	0,74		
20	% de asfalto efectivo	5,81	5,81	5,81		
21	Flujo (mm)	4,57	4,57	4,83		4,7
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	788	762	850		
24	Factor de estabilidad	1,01	0,94	1,01		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	798	718	859		792
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	1747	1572	1779		1699

OBSERVACIONES

C.I.A.A. SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SANTA CRUZ



J.S.C.V  
INGENIERO EN VIALS  
C.I. N° 60025



Specialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción – Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 1,5% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	7,00	7,00	7,00		7,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37,20	37,20	37,20		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	54,41	54,41	54,41		
4	% de agregado caucho en peso de la mezcla	1,40	1,40	1,40		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,017	1,017	1,017		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1182,40	1186,10	1185,40		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	635,60	645,30	642,00		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	546,80	540,80	543,40		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,162	2,193	2,181		2,179
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,388	2,388	2,388		
14	% de vacíos	9,5	8,2	8,7		8,8
15	Peso específico bulk del agregado total	2,602	2,602	2,602		
16	VMA	22,70	21,60	22,02		22,1
17	% de vacíos llenados con C.A.	58,35	62,20	60,69		60,4
18	Peso específico del agregado total	2,658	2,658	2,658		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,83	0,83	0,83		
20	% de asfalto efectivo	6,23	6,23	6,23		
21	Flujo (mm)	5,59	5,33	5,59		5,5
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	753	688	720		
24	Factor de estabilidad	1,01	0,96	1,01		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	763	662	727		717
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	1365	1242	1301		1303

OBSERVACIONES

CIAA SANTA CRUZ  
INGENIEROS & ARQUITECTOS  
SPECIALISTAS EN SUELOS Y PAVIMENTOS



JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426



CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

Especialistas en suelos y pavimentos

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción - Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559) CAPA DE RODADURA**

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**PROYECTO / OBRA :** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

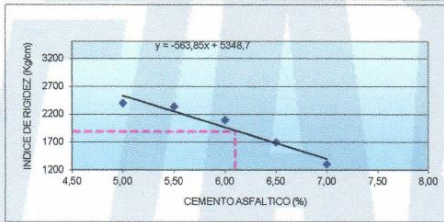
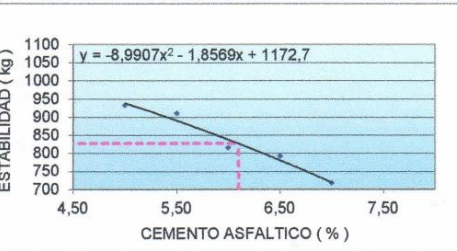
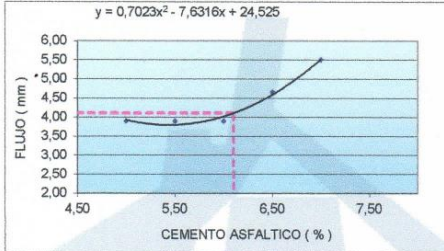
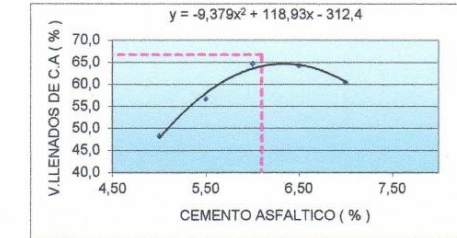
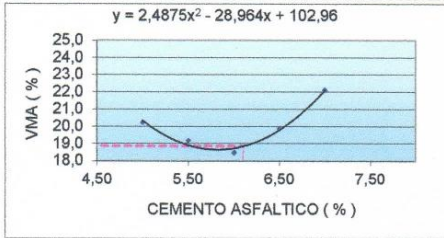
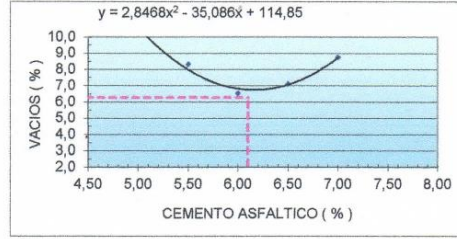
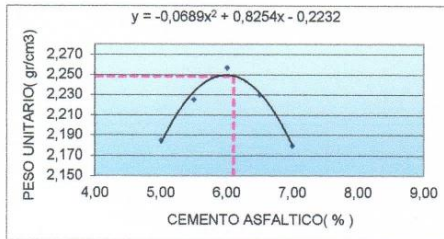
**UBICACION / DE OBRA :** **Dist.** SAPALLANGA  
**Prov.** HUANCAYO  
**Dpto.** JUNIN

**TECNICO :** J.S.C.V  
**FECHA :** ENERO. DEL 2022

**DOSIFICACION AGREGADOS**

PIEDRA CHANCADA 3/4" -  
ARENA CH.CDA Y ZARANDEADA 3/8" -  
POLVO DE CAUCHO

40% SAN LORENZO  
58,5% SAN LORENZO  
1,5% CEM. ASFALTICO : PEN - 85 /100



**RESULTADOS :**

OPTIMO CONTENIDO C.A (%)	0.2- 6,1+0.2	
PESO UNITARIO ( gr/ cm³ )	2,248	
VACIOS ( % )	6,3	
V.M.A ( % )	18,8	
V. LLENADOS C.A ( % )	66,7	
FLUJO ( mm )	4,1	
ESTABILIDAD ( kg )	827	
INDICE DE RIGIDEZ ( kg/cm² )	1.884	

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
UNIVERSIDAD SANTA CRUZ VELAZQUEZ  
TECNOLOGIA EN SUELOS Y PAVIMENTOS



SANTA CRUZ VELAZQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 200128



Specialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO EN LA MUESTRA**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN  
TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 2,0% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5,00	5,00	5,00		5,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38,00	38,00	38,00		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	55,10	55,10	55,10		
4	% de agregado Caucho en peso de la mezcla	1,90	1,90	1,90		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,018	1,018	1,018		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1185,80	1176,80	1175,20		1.179
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	635,00	625,00	630,10		630
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	550,80	551,80	545,10		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,153	2,133	2,156		2,147
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,430	2,430	2,430		
14	% de vacíos	11,4	12,2	11,3		11,6
15	Peso específico bulk del agregado total	2,602	2,602	2,602		
16	VMA	21,39	22,13	21,28		21,6
17	% de vacíos llenados con C.A.	46,69	44,71	47,01		46,1
18	Peso específico del agregado total	2,621	2,621	2,621		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,29	0,29	0,29		
20	% de asfalto efectivo	4,72	4,72	4,72		
21	Flujo (mm)	4,82	4,82	4,06		4,6
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					250,3
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	1112	763	920		
24	Factor de estabilidad	0,94	0,94	0,94		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	1048	719	868		878
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	2175	1492	2135		1934

OBSERVACIONES


CIAA SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Jorge Luis Boza Veloz  
Ingeniero Civil en Suelos y Pavimentos

Pata 6  
Jorge Luis Boza Veloz  
Ingeniero Civil  
CIP N° 262176



Specialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción – Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL SR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 2,0% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5,50	5,50	5,50		5,50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37,80	37,80	37,80		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	54,81	54,81	54,81		
4	% de agregado Caucho en peso de la mezcla	1,89	1,89	1,89		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,018	1,018	1,018		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1182,10	1178,00	1174,60		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	638,40	635,90	632,50		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	543,70	542,10	542,10		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,174	2,173	2,167		2,171
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,410	2,410	2,410		
14	% de vacíos	9,8	9,8	10,1		9,9
15	Peso específico bulk del agregado total	2,602	2,602	2,602		
16	VMA	21,03	21,08	21,30		21,1
17	% de vacíos llenados con C.A.	53,48	53,35	52,62		53,2
18	Peso específico del agregado total	2,618	2,618	2,618		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,25	0,25	0,25		
20	% de asfalto efectivo	5,27	5,27	5,27		
21	Flujo (mm)	4,82	5,08	4,82		4,9
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					226,0
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	939	850	789		
24	Factor de estabilidad	0,96	0,96	0,96		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	904	819	760		828
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	1876	1611	1576		1688

OBSERVACIONES

CIAA SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE ASFALTO  
Jorge Boza Escalante  
Ingeniero Civil  
Especialista en Suelos y Pavimentos



Boza Escalante  
Jorge Boza Escalante  
Ingeniero Civil  
CIPN 285126



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción – Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO EN LA MUESTRA**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL R. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 2,0% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfáltico en peso de la mezcla	5,00	5,00	5,00		5,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	38,00	38,00	38,00		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	55,10	55,10	55,10		
4	% de agregado Caucho en peso de la mezcla	1,90	1,90	1,90		
5	Peso específico del cemento asfáltico - aparente	1,018	1,018	1,018		
6	Peso específico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso específico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso específico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1185,80	1176,80	1175,20		1.179
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	635,00	625,00	630,10		630
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	550,80	551,80	545,10		
12	Peso específico bulk de la briqueta	2,153	2,133	2,156		2,147
13	Peso específico máximo ASTM D-2041	2,430	2,430	2,430		
14	% de vacíos	11,4	12,2	11,3		11,6
15	Peso específico bulk del agregado total	2,602	2,602	2,602		
16	VMA	21,39	22,13	21,28		21,6
17	% de vacíos llenados con C.A.	46,69	44,71	47,01		46,1
18	Peso específico del agregado total	2,621	2,621	2,621		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,29	0,29	0,29		
20	% de asfalto efectivo	4,72	4,72	4,72		
21	Flujo (mm)	4,82	4,82	4,06		4,6
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					250,3
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	1112	763	920		
24	Factor de estabilidad	0,94	0,94	0,94		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	1048	719	868		878
26	Índice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	2175	1492	2135		1934

OBSERVACIONES


C.I.A.A. SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Junín, Santa Cruz Veloz  
TEL: 975151126 / 912880976

SANTA CRUZ



*Boza*  
BOZA VELAZQUEZ, JORGE LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 28.2126



Specialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción – Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH, JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
Prov. HUANCAYO  
Dpto. JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 2,0% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfaltico en peso de la mezcla	6,50	6,50	6,50		6,50
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37,40	37,40	37,40		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	54,23	54,23	54,23		
4	% de agregado Caucho en peso de la mezcla	1,87	1,87	1,87		
5	Peso especifico del cemento asfaltico - aparente	1,017	1,017	1,017		
6	Peso especifico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso especifico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso especifico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1171,50	1166,30	1176,30		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	636,20	635,00	640,00		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	535,30	531,30	536,30		
12	Peso especifico bulk de la briqueta	2,188	2,195	2,193		2,192
13	Peso especifico maximo ASTM D-2041	2,370	2,370	2,370		
14	% de vacios	7,7	7,4	7,5		7,5
15	Peso especifico bulk del agregado total	2,602	2,602	2,602		
16	VMA	21,38	21,12	21,18		21,2
17	% de vacios llenados con C. A.	64,14	65,07	64,81		64,7
18	Peso especifico del agregado total	2,612	2,612	2,612		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,14	0,14	0,14		
20	% de asfalto efectivo	6,37	6,37	6,37		
21	Flujo (mm)	5,59	5,59	5,33		5,5
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	725	685	758		
24	Factor de estabilidad	1,01	0,94	1,01		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	734	646	766		715
26	Indice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	1314	1156	1435		1302

OBSERVACIONES

--

CIAA SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SANTA CRUZ  
Junín - Santa Cruz, Perú  
C. ESPECIALISTAS EN SUELOS Y PAVIMENTOS



*Patricio*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426





Specialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772 Concepción

Concepción – Junín

ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559)  
PORCENTAJES DE ASFALTO**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
 PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021  
 UBICACIÓN / DE OBRA : Dist. SAPALLANGA  
 Prov. HUANCAYO  
 Dpto. JUNIN  
 TECNICO : J.S.C.V  
 FECHA : ENERO DEL 2022

POLIMERADO AL 2,0% CON SBS

ITEM	PASO	1	2	3	4	PROMEDIO
1	% de cemento asfaltico en peso de la mezcla	7,00	7,00	7,00		7,00
2	% de agregado grueso en peso de la mezcla	37,20	37,20	37,20		
3	% de agregado fino en peso de la mezcla	53,94	53,94	53,94		
4	% de agregado Caucho en peso de la mezcla	1,86	1,86	1,86		
5	Peso especifico del cemento asfaltico - aparente	1,017	1,017	1,017		
6	Peso especifico agregado grueso - bulk	2,674	2,674	2,674		
7	Peso especifico agregado fino - bulk	2,554	2,554	2,554		
8	Peso especifico SBS - aparente	0,320	0,320	0,320		
9	Peso de la briqueta en el aire (gr)	1176,50	1186,60	1182,50		
10	Peso de la briqueta en el agua (gr)	624,50	634,00	630,90		
11	Volumen de la briqueta por desplazamiento	552,00	552,60	551,60		
12	Peso especifico bulk de la briqueta	2,131	2,147	2,144		2,141
13	Peso especifico maximo ASTM D-2041	2,376	2,376	2,376		
14	% de vacios	10,3	9,6	9,8		9,9
15	Peso especifico bulk del agregado total	2,602	2,602	2,602		
16	VMA	23,82	23,25	23,38		23,5
17	% de vacios llenados con C.A.	56,81	58,64	58,23		57,9
18	Peso especifico del agregado total	2,641	2,641	2,641		
19	Asfalto absorbido por el agregado total	0,58	0,58	0,58		
20	% de asfalto efectivo	6,46	6,46	6,46		
21	Flujo (mm)	5,59	5,33	5,59		5,5
22	Lectura del Dial Anillo Marshall					
23	Estabilidad sin corregir (Kg)	753	688	720		
24	Factor de estabilidad	0,96	0,96	1,01		
25	Estabilidad corregida: (23*24) (Kg)	725	662	727		705
26	Indice de rigidez: (10 * 25/21) (kg/cm.)	1298	1242	1301		1280

OBSERVACIONES

CIAA SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, DISEÑO Y ASFALTO  
SANTA CRUZ  
JULIETA SANTA CRUZ VILLAS  
TEC. EN SUELOS Y PAVIMENTOS



JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
INGENIERO CIVIL  
DIPVF 283426



CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA  
Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción - Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**ENSAYO DE MARSHALL ASTM D - (1559) CAPA DE RODADURA**

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** BACH. JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
**PROYECTO / OBRA :** INCORPORACION DE POLIMEROS SBS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA EN EL JR. RICARDO PALMA EN SAPALLANGA - HUANCAYO 2021

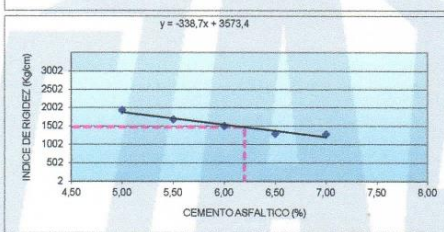
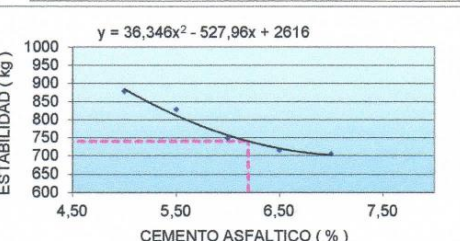
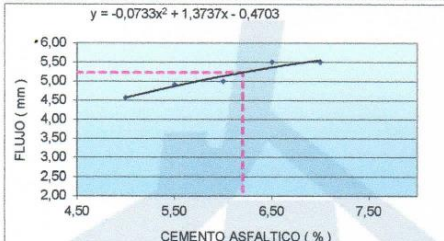
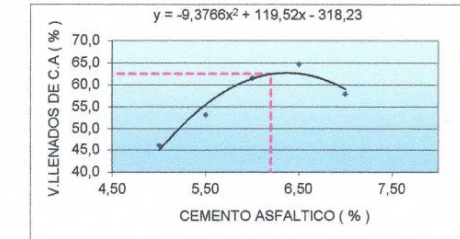
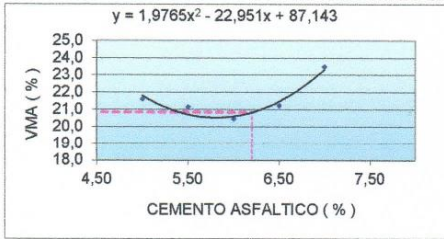
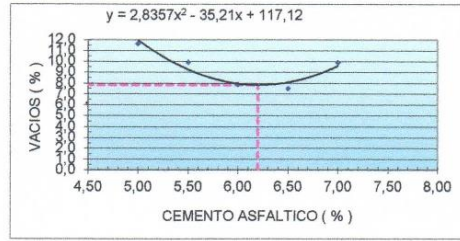
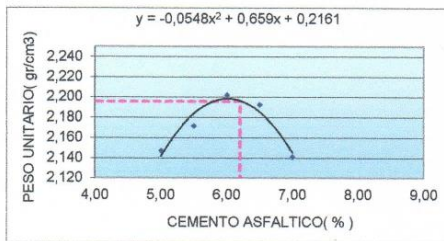
**UBICACION / DE OBRA :** **Dist.** SAPALLANGA  
**Prov.** HUANCAYO  
**Dpto.** JUNIN

**TECNICO :** J.S.C.V  
**FECHA :** ENERO. DEL 2022

**DOSIFICACION AGREGADOS**

PIEDRA CHANCADA  
ARENA CHANCADA  
SBS

40% RIO MATAHUASI  
58% RIO MANTARO  
2% CAL MANTARO  
CEM. ASFALTICO : PEN - 85/100



**RESULTADOS :**

OPTIMO CONTENIDO C.A (%)	0.2- 6.2+0.2	
PESO UNITARIO ( gr/ cm³ )	2,195	
VACIOS ( % )	7,8	
V.M.A ( % )	20,8	
V. LLENADOS C.A ( % )	62,6	
FLUJO ( mm )	5,2	
ESTABILIDAD ( kg )	740	
INDICE DE RIGIDEZ ( kg/cm )	1.473	

CIAA SANTA CRUZ  
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y ASFALTO  
INGENIERO JORGE LUIS BOZA ESCALANTE  
TECNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS



RICARDO VELAZQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
DIPVF 269429

Anexo 5. Certificados de calibración.

 <b>CALIBRACIONES PERU S.A.C.</b>		<b>LABORATORIO DE METROLOGÍA</b> Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio	
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>		<b>LMF-032-2021</b>	
Laboratorio de Fuerza		Pág. 1 de 2	
<b>Expediente</b>	2014		
<b>Solicitante</b>	ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMI SOC.COM.RESPONS. LTDA		
<b>Dirección</b>	AV.ORIENTE NRO.772(FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN-CONCEPCION-CONCEPCION	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
<b>Instrumento de Medición</b>	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.	
<b>Equipo Calibrado</b>	PRESA DE CONCRETO (DIGITAL)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.	
<b>Alcance de Indicación</b>	0 kgf a 100,000 kgf	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.	
<b>Marca (o Fabricante)</b>	TAMIEQUIPOS LTDA		
<b>Modelo</b>	TCP038		
<b>Número de Serie</b>	507		
<b>Procedencia</b>	COLOMBIANO		
<b>Indicador de Lectura</b>	DIGITAL		
<b>Marca (o Fabricante)</b>	HIGH WEIGHT		
<b>Modelo</b>	NO INDICA		
<b>Número de Serie</b>	507		
<b>Identificación</b>	NO INDICA		
<b>Alcance de Indicación</b>	0 kgf a 100,000kgf		
<b>Resolución</b>	10 kgf		
<b>Transductor de Fuerza</b>	ZEMIC		
<b>Alcance de Indicación</b>	70 Mpa		
<b>Marca (o Fabricante)</b>	ZEMIC		
<b>Modelo</b>	NO INDICA		
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA		
<b>Fecha de Calibración</b>	2021-09-29		
<b>Ubic. Del Equipo</b>	Laboratorio de Solicitante		
<b>Sello</b>	<b>Fecha de emisión</b>	<b>Jefe del laboratorio de calibración</b>	
	2021-09-29	 ROBERTO QUINTO	
CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016		E-mail: ventas@calibracionesperu.pe laboratorio@calibracionesperu.pe www.calibracionesperu.pe	



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMF-032-2021**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

**Método de Calibración**

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

**Trazabilidad**

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF - LE 238-19

**Resultados de medición**

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
%	kgf	Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
10	10000	10003.0	10003.0	10003.0	10003.0	0.0	0.0	0.24
20	20000	20037.0	20037.0	20037.0	20037.0	-0.2	0.0	0.24
30	30000	30010.0	30010.0	30010.0	30010.0	0.0	0.0	0.24
40	40000	40020.0	40020.0	40020.0	40020.0	0.0	0.0	0.24
50	50000	50020.0	50020.0	50020.0	50020.0	0.0	0.0	0.24
60	60000	60020.0	60020.0	60020.0	60020.0	0.0	0.0	0.24
70	70000	70030.0	70030.0	70030.0	70030.0	0.0	0.0	0.24
80	80000	80030.0	80030.0	80030.0	80030.0	0.0	0.0	0.24
90	90000	90030.0	90030.0	90030.0	90030.0	0.0	0.0	0.24
100	100000	100030.0	100030.0	100030.0	100030.0	0.0	0.0	0.24
Lectura máquina en cero		0	0	0	----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

**Evaluación de los resultados**

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento





**CALIBRACIONES  
PERÚ S.A.C.**

**LABORATORIO DE METROLOGÍA**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de  
Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-033-2021**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

**Expediente:** 2014

**Solicitante**

**ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ  
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD  
LIMI SOC.COM.RESPONS. LTDA**

**Dirección**

**AV.ORIENTE NRO.772(FRENTE A FABRICA DE  
EMBUTIDOS HUAYCHULO)JUNIN-CONCEPCION-  
CONCEPCION**

**Instrumento de Medición**

**Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**Equipo Calibrado**

**PRENSA DE CBR (DIGITAL)**

**Alcance de Indicación** 0 kgf a 5000 kgf

**Marca (o Fabricante)**

**NO INDICA**

**Modelo**

**NO INDICA**

**Número de Serie**

**NO INDICA**

**Procedencia**

**NO INDICA**

**Indicador de Lectura**

**DIGITAL**

**Marca (o Fabricante)**

**CARDINAL**

**Modelo**

**204**

**Número de Serie**

**NO INDICA**

**Identificación**

**NO INDICA**

**Alcance de Indicación**

**0 kgf a 5000kgf**

**Resolución**

**0.1 kgf**

**Transductor de Fuerza**

**CELDA S**

**Alcance de Indicación**

**5 TN**

**Marca (o Fabricante)**

**LOADTRON**

**Modelo**

**LST-10K**

**Número de Serie**

**G619132**

**Fecha de Calibración**

**2021-09-29**

**Ubic. Del Equipo**

**Laboratorio de Solicitante**

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

**Sello**

**Fecha de emisión**

**Jefe del laboratorio de calibración**

2021-09-29

  
**ROBERTO QUINTO**  


CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959  
Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: [ventas@calibracionesperu.pe](mailto:ventas@calibracionesperu.pe)  
[laboratorio@calibracionesperu.pe](mailto:laboratorio@calibracionesperu.pe)  
[www.calibracionesperu.pe](http://www.calibracionesperu.pe)



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-033-2021**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

**Método de Calibración**

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

**Trazabilidad**

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú

Con Certificado N° INF - LE 238-19

**Resultados de medición**

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
%	kgf	Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
		kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	500	501.0	501.0	501.0	501.0	-0.2	0.0	0.38
20	1000	1000.4	1000.4	1000.4	1000.4	0.0	0.0	0.28
30	1500	1501.5	1501.5	1501.5	1501.5	-0.1	0.0	0.26
40	2000	2002.3	2002.3	2002.3	2002.3	-0.1	0.0	0.25
50	2500	2503.5	2503.5	2503.5	2503.5	-0.1	0.0	0.25
60	3000	3003.3	3003.3	3003.3	3003.3	-0.1	0.0	0.24
70	3500	3504.4	3504.4	3504.4	3504.4	-0.1	0.0	0.24
80	4000	4005.5	4005.5	4005.5	4005.5	-0.1	0.0	0.24
90	4500	4505.5	4505.5	4505.5	4505.5	-0.1	0.0	0.24
100	50000	5005.5	5005.5	5005.5	5005.5	898.9	0.0	0.24
Lectura máquina en cero		0	0	0	----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

**Evaluación de los resultados**

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

**Observaciones**

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"

La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LML-029-2021**

Fecha de Emisión : 2021/09/29  
Expediente : 2014

**1. SOLICITANTE** : ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ  
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITEADA  
SOC.COM.RESPONS. LTDA  
**DIRECCIÓN** : AV.ORIENTE NRO.772(FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO)JUNIN-CONCEPCION.  
**2. EQUIPO DE MEDICION** : CAZUELA CASAGRANDE

Marca : SOILTEST  
Modelo : CL-207  
Número de serie : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA

**FECHA DE CALIBRACION** : 2021/09/29

**3 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION**

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90).

**4. LUGAR DE CALIBRACION**

La calibración se realizó en el laboratorio del solicitante.

Trazabilidad	Patrón utilizado
Patrón de referencia	Termómetro Patrón de Indicación Digital.

**TABLA DE RESULTADOS**

10 mm	± 1 mm	10 mm
-------	--------	-------

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALIBRACIONES PERU SAC. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Roberto Quito C.  
Servicio Metrológico





**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura °C	28.3	28.3
Humedad Relativa %HR	64.0	64.3

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Patrón de referencia	Termómetro Patrón de indicación Digital.	LT-1414-2018

**7. OBSERVACIONES**

(\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de con la indicación "CALIBRADO". La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

**8. RESULTADOS**

**RESULTADOS**

INDICACION DEL TERMÓMETRO DIGITAL (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
28.3	0.00	28.3	0.2
28.4	0.00	28.4	0.2

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección



Fin del documento





**INFORME DE VERIFICACION LML-045-2021**

1 Fecha de Emisión 29/09/2021

Expediente: 2014

2 Solicitante

ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD  
COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA  
SOC.COM.RESPONS. LTDA

Dirección

AV.ORIENTE NRO.772(FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS  
HUAYCHULO)JUNIN-CONCEPCION-CONCEPCION

3 Instrumento de Medición

MOLDE CILINDRICO PROCTOR MODIFICADO

4 Marca

NO INDICA

Modelo

NO INDICA

Número de Serie

NO INDICA

Procedencia

NO INDICA

Identificación

ML 002

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.1	20.1
Humedad Relativa	64%	64%

Lugar de Verificación

Laboratorio de Suelos y Materiales

Sello

Jefe del laboratorio de calibración

ROBERTO QUINTO GADO

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva verificación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.



**INFORME DE VERIFICACION LML-045-2021**

**5 Metodo de Verificacion**

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Stándar Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves"

**Patrones de Referencia**

Trazabilidad	Patron Utilizado	Certificado de Calibración
METROIL / L - 0730 - 2019	CINTA METRICA	L - 0730 - 20219
INACAL DM/ LLA - 141 - 2020	BLOQUES PATRON DE LONGITUD	LLA - 141 - 2020

**6 Resultado**

El equipo cumple con las especificaciones tecnicas siguientes:

DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	VOLUMEN (CM2)	ALTURA DEL COLLARIN (mm)
152.48	116.50	2127.4	49,58

Nota 1. Se calculo el volumen por el metodo de medicion lineal.

Fin del documento





**INFORME DE VERIFICACION LML-066 - 2021**

Expediente: 2014

1 Solicitante

ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD  
COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA  
SOC.COM.RESPONS. LTDA

Dirección

AV.ORIENTE NRO.772(FRENTE A FABRICA DE  
EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN-CONCEPCION-  
CONCEPCION

2 Instrumento de  
Medición

COMPACTACION MOLDE CBR

Marca

No indica

Numero de Serie

7, 8, 9

Fecha de Verificación

29/09/2021

6 Lugar de Verificación

Laboratorio de Suelos y Concreto

Condiciones de Referencia

	Inicial	Final
Temperatura	20,5 °C	20,6 °C
Humedad Relativa	68 % HR	68 %HR

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva verificación, la cual esta en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRACIONES PERU S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación aqui declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Sello

Jefe del laboratorio de calibración

**ROBERTO QUINTO C.**



**INFORME DE VERIFICACION LML-066 - 2021**

**6 Metodo de Verificación**

La verificación se realizó por el metodo lineal con patrones trazables al SNM/INDECOP tomando como referencia la NTP 339. 141

**7 Patrones de Referencia**

Trazabilidad	L-0729-2019	L-0730-2019
--------------	-------------	-------------

**Resultados**

Molde CBR		Codigo 7	
Diametro (mm)	Altura (mm)	Volumen	Altura del Collarín (mm)
152.11	177.76	3230	40.83

Nota : Se calcula el volumen por el método de medición lineal.

ACCESORIOS DE MOLDE CBR / MASA DE SOBRE CARGA		
Abierta (g)	Cerrada (g)	Vatago de Expansión (g)
2275.0	2276.0	1150.0

Molde CBR		Codigo 8	
Diametro (mm)	Altura (mm)	Volumen	Altura del Collarín (mm)
152.11	177.76	3230	40.83

ACCESORIOS DE MOLDE CBR / MASA DE SOBRE CARGA		
Abierta (g)	Cerrada (g)	Vatago de Expansión (g)
2276.0	2276.0	1150.0

Molde CBR		Codigo 9	
Diametro (mm)	Altura (mm)	Volumen	Altura del Collarín (mm)
152.11	177.76	3230	41.83

ACCESORIOS DE MOLDE CBR / MASA DE SOBRE CARGA		
Abierta (g)	Cerrada (g)	Vatago de Expansión (g)
2276.0	2276.0	1148.0

**Onservaciones**

- Se coloco una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICACDO
- (\*) Codigo indicado en una etiqueta adherido al molde.
- El rango admisible del volumen del molde es de  $3243 \pm 34\text{cm}^3$
- El rango admisible del volumen del molde es de  $152,4 \pm 0,7 \text{ mm}$
- El rango admisible del volumen del molde es de  $177,8 \pm 0,5 \text{ mm}$

Fin del documento





**INFORME DE VERIFICACION LML-067-2021**

**1 Fecha de Emisión** 29/09/2021

**Expediente:** 2014

**2 Solicitante**

**ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD  
COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

**Dirección**

**AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS  
HUAYCHULO) JUNIN- CONCEPCION- CONCEPCION**

**3 Instrumento de Medición**

**PISTON MANUAL MARTILLO DE COMPACTACION  
PROCTOR MODIFICADO**

**4 Marca**

**NO INDICA**

**Modelo**

**NO INDICA**

**Número de Serie**

**NO INDICA**

**Tipo**

**18 pulgadas de caída**

**Identificación**

**ML 001**

**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	20.1	20.1
Humedad Relativa	64%	64%

**Lugar de Verificación**

**Laboratorio de Suelos y Materiales**

**Sello**

**Jefe del laboratorio de calibración**

**ROBERTO QUINTO C.**



Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva verificación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRACIONES PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.



**INFORME DE VERIFICACION LML-067-2021**

**5 Metodo de Verificacion**

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Stándar Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves"

**Patrones de Referencia**

Trazabilidad	Patron Utilizado	Certificado de Calibracion
METROIL / L - 0730 - 2019	CINTA METRICA	L - 0730 - 20219
INACAL DM/LLA - 141 - 2020	BLOQUES PATRON DE LONGITUD	LLA - 141 - 2020

**6 Resultado**

El equipo cumple con las especificaciones tecnicas siguientes:

CAIDA mm	CARA DEL PISTON (mm)	MASA (KG)
457.50	50.67	4.54



Nota 1. Se calculo el volumen por el metodo de medicion lineal.

Fin del documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-O34-2021**

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente 2014

Solicitante **ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA SOC.COM.RESPONS. LTDA**

Dirección **AV.ORIENTE NRO.772(FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO)JUNIN-CONCEPCION-CONCEPCION**

Instrumento de Medición **BALANZA NO AUTOMATICA**

Marca (o Fabricante) **OHAUS**

Modelo **R31P30**

Numero de Serie **8335440482**

Procedencia **USA**

Tipo **Electronica**

Identificación **No indica**

Alcance de Indicación **0 gr a 30000 gr**

División de escala (d) o resolución **1 gr**

Div.verifc. De escala ( e ) **10 gr (\*)**

Capacidad Minima **20 gr (\*\*)**

Clase de exactitud **III (\*\*\*)**

Lugar de Calibración **LABORAORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Fecha de Calibración **2021-09-29**

La calibracion se realizo según el metodo descrito en el PC-001,"Procedimiento de calibracion de Balanzas de Funcionamiento no Automatico Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edicion tercera Enero 2009.

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibracion realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM,en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

**Patrones utilizados :**

M-0984-2019, M-0982-2019, M-0982-2019, M-0981-2019

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

2021-09-29

ROBERTO OLINTIN





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-034-2021**

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	17.4 °C	Final	17.4 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p
									± g
Eo	10	0.4	4.6						
20	20	0.4	4.6	0.0	20	0.3	4.7	0.1	10
500	500	0.3	4.7	0.1	500	0.3	4.7	0.1	10
1000	1000	0.3	4.7	0.1	1000	0.4	4.6	0.0	10
5000	5001	0.4	4.6	0.0	5001	0.3	4.7	0.1	10
8000	8001	0.4	4.6	0.0	8001	0.4	4.6	0.0	20
10000	10001	0.5	4.5	-0.1	10001	0.4	4.6	0.0	20
15000	15001	0.5	4.5	-0.1	15001	0.5	4.5	-0.1	20
20000	20001	0.5	4.5	-0.1	20001	0.5	3.5	-1.1	20
25000	25001	0.5	3.5	-1.1	25001	0.6	3.4	-1.2	30
30000	30001	0.6	3.4	-1.2	30001	0.6	3.4	-1.2	30

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado  
 l: Indicaciones de la balanza. E<sub>o</sub>: Error en cero  
 ΔL: Carga adicional. E<sub>c</sub>: Error corregido



**Incertidumbre expandida de medicion**  $U = 2 \times \sqrt{0.16928 + 0.000000100932} R^2$   
**Lectura corregida**  $R_{CORREGIDA} = 0.0000239780 R$

**Observaciones**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO"

La incertidumbre de medicion se ha obtenido multiplicandola incertidumbre estandar de la medicion por el factor de cobertura k=2 para una distribucion normal de aproximadamente 95%

(\*) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.

(\*\*) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.

(\*\*\*) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.

Fin del documento





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-034-2021**

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

**Resultados de Medicion**

**INSPECCION VISUAL**

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE RETABILIDAD**

Temperatura	Inicial 17.4 °C	Final 17.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 15000 g			Carga L2= 30000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
2	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
3	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
4	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
5	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
6	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
7	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
8	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
9	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
10	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4

Carga (gr)	E <sub>max</sub> -E <sub>min</sub> (gr)	e.m.p (gr)
15000	0.000	20
30000	0.100	30

Posicion de las Cargas		Ensayo de Excentricidad		Temperatura	Inicial 17.4 °C	Final 17.4 °C
2	5	1				
3	4					



Posicion de la Carga	Carga min (g)	l (g)	ΔL (g)	E0 (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	e.m.p ± gr
1	10	10	0.3	4.7	10000	10000	0.5	3.5	-1.2	20
2	10	10	0.3	4.7	10000	10000	0.4	3.6	-1.1	20
3	10	10	0.2	4.8	10000	10000	0.4	3.6	-1.2	20
4	10	10	0.2	4.8	10000	10000	0.3	4.7	-0.1	20
5	10	10	0.2	4.8	10000	10000	0.4	4.6	-0.2	20



**CALIBRACIONES  
PERÚ S.A.C.**

**LABORATORIO DE METROLOGÍA**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de  
Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-035-2021**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 3

Expediente 2014

Solicitante

**ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ  
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD  
LIMI SOC.COM.RESPONS. LTDA**

Dirección

**AV.ORIENTE NRO.772(FRENTE A FABRICA DE  
EMBUTIDOS HUAYCHULO)JUNIN-CONCEPCION-  
CONCEPCION**

Instrumento de Medición

**BALANZA NO AUTOMATICA**

Marca (o Fabricante)

**OHAUS**

Modelo

**SE402F**

Numero de Serie

**B145294233**

Procedencia

**USA**

Tipo

**Electronica**

Identificación

**NO INDICA**

Alcance de Indicación

**0 gr a 400 gr**

Division de escala (d)  
o resolución

**0.1 gr**

Div.verific. De escala ( e )

**0.01 gr (\*)**

Capacidad Mínima

**2 gr (\*\*)**

Clase de exactitud

**III**

Lugar de Calibración

**Laboratorio del solicitante**

Fecha de Calibración

**2021-09-29**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición tercera Enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales de METROIL, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados : M-0984-2019

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

2021-09-29



CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959  
Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú

Tel.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: [ventas@calibracionesperu.pe](mailto:ventas@calibracionesperu.pe)  
[laboratorio@calibracionesperu.pe](mailto:laboratorio@calibracionesperu.pe)

[www.calibracionesperu.pe](http://www.calibracionesperu.pe)



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-035-2021**

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

**Resultados de Medicion**

**INSPECCION VISUAL**

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE RETABILIDAD**

Temperatura	Inicial 20.1 °C	Final 20.1 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 200 g			Carga L2= 400 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	200.00	0.1	0.00	400.00	0.06	0.09
2	200.00	0.0	0.01	400.00	0.06	0.09
3	200.00	0.0	0.01	400.00	0.06	0.09
4	200.00	0.1	0.00	400.00	0.07	0.09
5	200.00	0.0	0.01	400.00	0.06	0.08
6	200.00	0.0	0.01	400.00	0.06	0.09
7	200.00	0.1	0.00	400.00	0.06	0.09
8	200.00	0.0	0.01	400.00	0.07	0.08
9	200.00	0.0	0.01	400.00	0.06	0.09
10	200.00	0.1	0.00	400.00	0.06	0.09

Carga (gr)	Emax-Emin (gr)	e.m.p (gr)
200.0	0.10	0.3
400.0	0.10	0.3

2	5	Posicion de las Cargas
1	4	

**Ensayo de Excentricidad**

Temperatura	Inicial 20.1 °C	Final 20.1 °C
-------------	-----------------	---------------



Posicion de la Carga	Carga min (g)	Carga			E (g)	Ec (g)	e.m.p ± gr	
		l (g)	ΔL (g)	EO (g)				
1	1	1.0	0.04	0.01	50.0	0.04	0.01	0.1
2		1.0	0.03	0.02	50.0	0.04	0.01	0.1
3		1.0	0.04	0.01	50.0	0.04	0.01	0.1
4		1.0	0.03	0.02	50.0	0.04	0.01	0.1
5		1.0	0.03	0.02	50.0	0.04	0.01	0.1



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-035-2021

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

#### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	20.1 °C	Final	20.1 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p	
									± g	
Eo	1	1.00	0.04	0.46						
	2	2.0	0.05	-0.09	-0.10	2.00	0.04	-0.09	0.00	1
	5	5.0	0.05	-0.09	-0.08	5.00	0.04	-0.10	-0.10	1
	10	10.0	0.05	-0.09	-0.09	10.00	0.05	-0.09	-0.09	1
	20	20.0	0.05	-0.09	-0.10	20.00	0.05	-0.11	-0.1	1
	50	50.0	0.06	-0.11	-0.11	50.00	0.05	-0.09	-0.09	2
	100	100.0	0.06	-0.09	-0.13	100.00	0.06	-0.10	-0.11	2
	200	200.0	0.06	-0.10	-0.12	200.00	0.06	-0.09	-0.12	2
	300	300.0	0.05	-0.10	-0.12	300.00	0.05	-0.10	-0.12	3
	400	350.0	0.06	-0.11	-0.13	350.00	0.05	-0.11	-0.13	3
	500	400.0	0.06	-0.11	-0.13	400.00	0.06	-0.11	-0.13	3

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

E: Error encontrado

l: Indicaciones de la balanza.

E<sub>0</sub>: Error en cero

ΔL: Carga adicional.

E<sub>c</sub>: Error corregido

**Incertidumbre expandida de medicion**

$$U = 2 \times \sqrt{0.00169 + 0.00000013463} R^2$$

**Lectura corregida**

$$R_{CORREGIDA} = R + 0.0004016071 R$$

#### Observaciones

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO"

La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por

el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%

(\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

Fin del documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMT-023-2021**

Laboratorio de Temperatura

Pág. 1 de 3

Expediente 2014

Solicitante **ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA SOC.COM.RESPONS. LTDA**

Dirección **AV.ORIENTE NRO.772(FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO)JUNIN-CONCEPCION-CONCEPCION**

Equipo **ESTUFA (HORNO)**

Marca (o Fabricante) **EUROTCH**

Modelo **DHG-9025A**

Numero de Serie **BMS-EST15-20180400**

Procedencia **GERMANY**

Identificación **NO INDICA**

Instrumento de Medición **Termometro con Indicación Digital.**

Marca/ Modelo **JTD-2000**

Alcance de Indicación **50 °C a 300 °C**

Div. de escala (Resoluc) **0.1 °C**

Identificación **No indica**

Selector **Digital**

Marca/ Modelo **JTD-2000**

Alcance de Indicación **50 °C a 300 °C**

Div.de escala (Resoluc) **1.0 °C**

Lugar de Calibración **INSTALACIONES DEL SOLICITANTE**

Fecha de Calibración **29/09/2021**

Metodo de Calibración  
La calibración se realizo por comparación según el PC - 18, 2da.Ed., "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como medio Termostático".

Trazabilidad  
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados : **T - 2739 - 2019**

Condiciones Ambientales  
Temperatura ambiental : Inicial **20.8 °C** ; Final : **20.8 °C**  
Humedad Relativa ambiental : Inicial **68 HR %** ; Final : **68 HR %**

Sello **Fecha de emisión**

**2021-09-29**

Jefe del laboratorio de calibración

*Roberto Quinto*  
**ROBERTO QUINTO**





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMT-023-2021**

Laboratorio de Temperatura

Pág. 2 de 3

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	T.Ind(°C) (Termómetro del equipo)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN										T.prom °C	Tmax-Tmin °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.0	110.0	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	109.6	3.0
2	110.0	109.0	110.0	110.4	110.2	110.8	110.6	109.0	110.0	110.9	110.8	110.2	4.5
4	110.0	110.0	109.2	110.0	110.3	110.0	110.1	110.6	109.0	109.5	109.8	109.9	2.0
6	110.0	110.6	109.0	109.8	110.0	110.0	110.0	109.9	109.9	109.9	110.0	109.9	3.4
8	110.0	110.0	109.5	110.2	109.0	110.1	110.2	109.0	110.2	110.2	109.1	109.8	3.4
10	110.0	110.6	109.5	110.6	110.6	109.9	109.5	110.3	109.8	109.9	110.0	109.8	2.3
12	110.0	110.5	109.0	110.4	109.9	110.0	110.2	111.6	110.9	110.8	110.5	110.4	3.2
14	110.0	109.5	110.6	110.5	109.0	110.0	110.2	110.2	110.2	109.9	110.0	110.0	3.4
16	110.0	110.0	109.9	109.0	109.0	109.9	109.8	109.2	110.0	110.5	110.0	109.7	3.7
18	110.0	110.0	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	109.6	4.3
20	110.0	109.0	110.0	110.4	110.2	110.8	110.6	109.0	110.0	110.9	110.8	110.2	3.6
22	110.0	109.9	110.9	110.0	109.7	109.8	109.9	110.6	110.0	109.9	110.0	110.1	3.4
24	110.0	110.6	109.9	110.5	109.9	110.6	109.5	109.6	109.7	109.8	110.0	110.0	2.2
26	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.0	3.4
28	110.0	110.0	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	110.1	3.0
30	110.0	110.0	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.8	3.8
32	110.0	110.2	110.6	110.3	109.9	109.9	110.7	109.9	110.1	109.7	109.8	110.1	3.7
34	110.0	109.9	109.8	111.0	110.1	109.9	109.9	110.0	110.0	110.0	110.2	110.1	3.7
36	110.0	109.9	109.9	110.0	109.9	109.8	109.8	109.9	110.2	109.9	110.0	110.0	3.7
38	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.2	3.5
40	110.0	110.0	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	110.1	3.8
42	110.0	110.0	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.0	3.6
44	110.0	109.9	110.9	110.0	109.7	109.8	109.9	110.6	110.0	109.9	110.0	109.9	3.6
46	110.0	110.6	109.9	110.5	109.9	110.6	109.5	109.6	109.7	109.8	110.0	110.0	3.7
48	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.0	3.0
50	110.0	105.3	110.2	109.3	109.7	108.5	110.2	110.1	109.7	107.2	109.0	109.5	3.4
52	110.0	110.0	110.6	110.5	109.0	110.0	110.2	110.2	110.2	109.9	110.0	110.0	3.6
54	111.0	110.0	111.6	109.0	109.0	112.9	114.8	111.2	110.0	110.5	110.0	109.0	3.6
56	110.0	109.5	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	110.0	2.9
58	110.0	109.5	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	109.9	2.6
60	110.0	109.5	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.0	3.7
T.PRON	110.0	109.5	110.1	101.1	109.2	110.2	109.5	105.3	109.7	110.1	110.2	110.3	
T.MAX	110.0	109.2	110.1	101.1	109.2	110.2	109.5	105.3	109.7	110.1	110.2		
T.MIN	110.0	110.2	109.4	110.1	110.0	110.2	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1		
DTT	0.0	3.6	4.5	3.0	3.6	3.7	3.7	3.1	3.9	3.6	3.7		



Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura Medida	111.0	0.5
Mínima Temperatura Medida	109.9	0.5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4.5	0.2
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.4	0.2
Estabilidad Medida (±)	0.2	0.1
Uniformidad Medida	4.5	0.1



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMT-023-2021**

**Laboratorio de Temperatura**

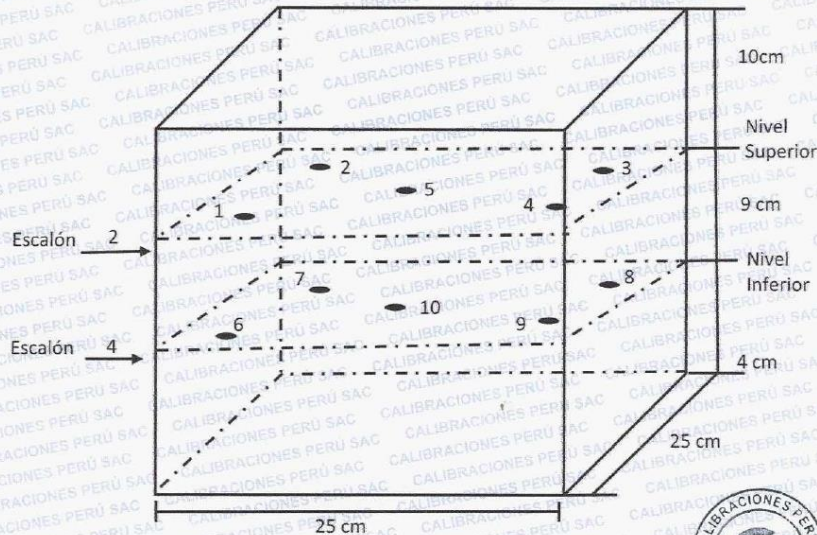
Pág. 3 de 3

- T.PROM : Promedio de la temperatura una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.PROM : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MAX : Temperatura Máxima.
- T.MIN : Temperatura Mínima.
- DTT : desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

**Distribución de termopares en el equipo**



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos parrillas.

Los termopares 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.

Los termopares 6 al 10 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla inferior.

Los termopares 1 y 4 y del 6 al 9 están ubicados a 4.5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo de la estufa.

Los escalones indican las posiciones de las parrillas.

**Observaciones:**

\* Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"

\*La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  para una distribución normal de aproximadamente 95%.

Fin del documento

Anexo 6. Panel fotográfico



*Fotografía 1.* Preparación de la mezcla asfáltica.



*Fotografía 2.* Pesaje de los agregados de la mezcla asfáltica.



*Fotografía 3.* Adición del cemento asfáltico.



*Fotografía 4.* Control de la temperatura de la mezcla asfáltica.



*Fotografía 5.* Vista de los instrumentos de compactación.



*Fotografía 6.* Compactación de las mezclas asfálticas.





*Fotografía 7.* Compactación de las muestras de asfalto modificado.



*Fotografía 8.* Vista de las briquetas de asfalto.



*Fotografía 9.* Vista comparativa de las briquetas del asfalto convencional.



*Fotografía 10.* Vista de las briquetas de asfalto modificado con SBS.



*Fotografía 11.* Pesaje y control de las mezclas convencionales.



*Fotografía 12.* Pesaje y control de las mezclas modificadas con SBS.



*Fotografía 13.* Inmersión de las briquetas convencionales.



*Fotografía 14.* Inmersión de las briquetas modificadas con SBS.



*Fotografía 15.* Ensayos de las briquetas con asfalto convencional.



*Fotografía 16.* Ensayo de las briquetas con asfalto modificado.



*Fotografía 17.* Vista del ensayo Marshall.



*Fotografía 18.* Control del ensayo de Marshall a las briquetas.



*Fotografía 19.* Vista de las briquetas de asfalto convencional después del ensayo Marshall.



*Fotografía 20.* Vista de las briquetas de asfalto modificado después del ensayo Marshall.

Anexo 7. Boletas de ensayos de laboratorio.

**CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES**  
**SANTA CRUZ S.C.R.L.**  
 Elaboración de Proyectos, Ejecución de Obras  
 Alquiler de Equipos y Maquinarias Para la Construcción y  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos  
 SANTA CRUZ  
 \*\*\*\*\* Telf.: 064 581405 - Cel.: 975 151126 \*\*\*\*\*  
 AV. ORIENTE N° 772 CONCEPCIÓN - CONCEPCIÓN - JUNIN

**R.U.C. 20487302482**  
**FACTURA**  
 001 - N° 600511


Fecha: 15 de Marzo del 2022  
 Señor(es): Jorge Luis Borda Escavante  
 Dirección: Huancayo - Junin  
 Guía Remisión R: \_\_\_\_\_ Guía Remisión T: \_\_\_\_\_

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	VALOR DE VENTA
01	<u>Prueba de Impacto Método Marshall Preparado con Polímeros SBS.</u>	1,500.00	1500.00
	<u>Tesis Incorporación de polímeros SBS para mejorar las propiedades de la mezcla asfáltica en el gr. Licendo Palmita en Sapallanga - Huancayo 2021</u>		/
SON:			

R.U.C. 20541488104  
 Jr. Ancash N° 530 Telf. 424669 - Huancayo  
 Aut. N° 1078008133 - F.I. 0410212019  
 SERIE 001 DEL 451 AL 550

CANCELADO  
 Fecha: 15 de Marzo del 2022

SUB TOTAL 1271.19  
 I.G.V. 18 % 228.81  
 TOTAL 1500.00

FIRMA: 

USUARIO