



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica
modificado con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar
Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Huaman Arevalo Yerson Epifaneo (ORCID: 0000-0002-5924-3475)

ASESOR:

Mgtr. Ing. Benites Zúñiga Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño De Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Primeramente, quiero dedicar este proyecto de investigación a mis padres y hermanos por el esfuerzo que han realizado durante mi carrera profesional.

Agradecimiento

Agradecer a mis padres por el esfuerzo que han realizado durante mi carrera profesional y las enseñanzas que me brinda cada paso que voy dando en el camino.

A la empresa MTL GEOTECNIA S.A.C agradecerle por haberme permitido realizar mi proyecto de investigación en sus instalaciones de su laboratorio.

Agradecerle al Mgtr. ing. Benites Zúñiga por sus orientaciones y recomendaciones.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Astract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	27
3.1. Tipo y diseño de investigación	27
3.2. Variables y operacionalización.....	27
3.3. Población y muestra.....	27
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	28
3.5. Procedimiento	28
3.6. Métodos de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos	29
IV. RESULTADO.....	30
V. DISCUSIÓN.....	50
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS	61

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Criterio del ministerio de transporte y comunicaciones del Diseño Marshall</i>	25
Tabla 2. <i>Especificaciones del cemento asfáltico por penetración</i>	25
Tabla 3. <i>Gradación para la mezcla asfáltica en caliente</i>	26
Tabla 4. <i>Granulometría realizada</i>	34
Tabla 5. <i>Ensayo Marshall de mezcla asfáltica convencional (4.9 % Asfalto)</i>	36
Tabla 6. <i>Ensayo Marshall de mezcla asfáltica convencional (5.4 % Asfalto)</i>	37
Tabla 7. <i>Ensayo Marshall de mezcla asfáltica convencional (5.9 % Asfalto)</i>	38
Tabla 8. <i>Ensayo Marshall de mezcla asfáltica convencional (6.4 % Asfalto)</i>	39
Tabla 9. <i>Ensayo Marshall de mezcla asfáltica modificado (5.0 % Asfalto)</i>	40
Tabla 10. <i>Ensayo Marshall de mezcla asfáltica modificado (6.0 % Asfalto)</i>	41
Tabla 11. <i>Peso Unitario</i>	42
Tabla 12. <i>Porcentaje de vacíos</i>	43
Tabla 13. <i>Porcentaje de V.M.A (Vacíos del agregado mineral)</i>	44
Tabla 14. <i>Porcentaje de Vacíos Llenos C.A</i>	45
Tabla 15. <i>Flujo</i>	46
Tabla 16. <i>Estabilidad</i>	47
Tabla 17. <i>Índice de resistencia</i>	48

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Estado actual de la avenida cesar Canevaro	2
Figura 2. Muestra del polímero simple	12
Figura 3. Diferencia entre la existencia de enlace cruzado y lo que no tiene enlace cruzado	14
Figura 4. Estructura interna radiales – Polímero SBS	15
Figura 5. Asfalto caliente modificado con polímero SBS	17
Figura 6. Producción del asfalto	17
Figura 7. Producción del asfalto	17
Figura 8. Composición del asfalto	17
Figura 9. Ensayo de penetración.....	17
Figura 10. Ensayo de ablandamiento	17
Figura 11. Molde.....	20
Figura 12. Ensayo de ductilidad	20
Figura 13. Ensayo de punto de inflación	20
Figura 14. Modificación del asfalto en bajas temperaturas.....	22
Figura 15. Vacíos en el agregado mineral.....	23
Figura 16. Vacíos llenados con asfalto.....	23
Figura 17. Porcentaje de vacíos de aire	24
Figura 18. Ensayo de estabilidad y flujo	24
Figura 19. Mapa Político del Perú	30
Figura 20. Mapa de la Región Lima.....	30
Figura 21. Mapa de los Distrito de Lima	31
Figura 22. Ubicación del distrito de San Juan de Miraflores.....	31
Figura 23. Distrito de san juan de Miraflores	32
Figura 24. Ubicación de la avenida cesar Canevaro.	33
Figura 25. Agregados	33

Figura 26. Agitar el tamiz.....	33
Figura 27. Probetas	33
Figura 28. Ensayo Marshall.....	33
Figura 29. Rotura de las briquetas	48
Figura 30. Briquetas ensayadas	48
Figura 31. Peso de cada agregado óptimo.....	50
Figura 32. Mezclando los agregados con las mezclas asfálticas	50
Figura 33. Determinar el porcentaje de vacíos.....	51
Figura 34. Resultados de índice de resistencia.....	51
Figura 35. Resultados de estabilidad	52
Figura 36. Resultados de flujo	53
Gráfico 1. Curva granulométrica.....	35
Gráfico 2. Cemento Asfáltico Vs Peso Unitario	42
Gráfico 3. Cemento Asfáltico Vs Vacíos.....	43
Gráfico 4. Cemento Asfáltico Vs V.M.A.....	44
Gráfico 5. Cemento Asfáltico Vs Vacíos Llenos C.A.	45
Gráfico 6. Cemento Asfáltico Vs Flujo.....	46
Gráfico 7. Cemento Asfáltico Vs Estabilidad.....	47
Gráfico 8. Índice de resistencia	49

Resumen

El presente proyecto de investigación de tesis: Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019, tiene como objetivo principal de esta investigación fue determinar el análisis comparativo de las mezclas asfálticas con el uso de polímeros SBS y las mezclas asfálticas convencional, las cuales han sido ensayados mediante las indicaciones de las normas EG-2013 y EM-2016. En esta investigación se usó el método experimental de tipo aplicativo y de nivel descriptivo ya que los resultados obtenidos en el laboratorio, se analizaron de acuerdo a las tablas, figuras, gráficos e interpretaciones.

Al realizar los ensayos se determinó los resultados de la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional es de 1330.5 kg y la mezcla asfáltica modificado con polímeros SBS de 5% y 6% tiene como resultado 1882.0 kg y 2114.0 kg, se logra comprobar que el modificado mejora la resistencia a las deformaciones u otras señas que puede producir cambios en la carpeta de rodadura.

Se finaliza comprobando que la mezcla asfáltica modificado con polímeros SBS, tiene un notable mejoramiento en sus propiedades, esto genera disminuir las fallas en el pavimento, además aumenta la durabilidad de las condiciones climatológicas.

Palabras clave: polímeros SBS, mezcla asfáltica en caliente, Ensayo Marshall.

Abstract

The present thesis research project: Behavior of the properties of the asphalt mixture modified with the use of SBS polymer in Cesar Canevaro Avenue, San Juan de Miraflores, Lima - 2019, has as main objective of this research was to determine the comparative analysis of asphalt mixtures with the use of SBS polymers and conventional asphalt mixtures, which have been tested according to the indications of the EG-2013 and EM-2016 standards. In this research, the experimental method of the applicative and descriptive level was used since the results obtained in the laboratory were analyzed according to the tables, figures, graphs and interpretations.

When conducting the tests, the results of the stability of the conventional asphalt mixture were determined to be 1330.5 kg and the asphalt mixture modified with SBS polymers of 5% and 6% has as a result 1882.0 kg and 2114.0 kg, it is possible to verify that the modified one improves resistance to deformation or other signs that can cause changes in the tread surface.

It ends by verifying that the asphalt mixture modified with SBS polymers has a notable improvement in its properties, this generates a decrease in pavement failures, and also increases the durability of weather conditions.

Keywords: SBS polymers, hot mix asphalt, Marshall Test.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se sustenta en el resultado de generar nuevos cambios en los asfaltos empleando polímeros para contribuir en soluciones asfálticas, ya que la mezcla asfáltica modificada podría realizar un mejor comportamiento en las elevadas temperaturas de servicio, así como prologando su periodo de vida útil.¹

En esta investigación se estudia la pavimentación del uso de polímeros, ya que en las carreteras reciben altas cargas de manera constante de acuerdo al diseño tradicional, debido a ello no se satisfacen las expectativas del uso de las carreteras, porque estas se van deteriorado, presentando fisuras, deformaciones además fallas por fatigas es por este motivo y estas ocasiones que originan al pavimento diferentes fallas, de acuerdo a la problemática descrita, se realiza el estudio concerniente al desempeño de la mezcla asfáltica convencional modificando con el uso de polímero SBS, para así tener resultados determinados hacia su utilización de las obras viales.²

La red vial es parte del desarrollo y el crecimiento del país para mejorar la viabilidad del transporte ya que satisface las necesidades básicas de la población, en cuanto al uso, estas redes viales reciben altas cargas vehiculares, y frente a ello estas deterioran la carpeta asfáltica convencional; este es otro motivo que permite realizar la investigación de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero de SBS, para posteriormente examinar el comportamiento de las proporciones de la vida útil del pavimento.

¹ (ORTIZ, 2019 pág. 10)

² (ESTRADA, 2017 pág. 1)



Figura 1. Estado actual de la avenida cesar Canevaro

Problema General

¿Cuál es el análisis del comportamiento de las propiedades de las mezclas asfálticas modificado con el uso de polímeros SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019?

Problemas específico

¿De qué manera contribuye las mezclas asfálticas en el agregado extraído modificado con el uso de polímeros SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019?

¿Cuál influye el uso de polímeros SBS en los vacíos de las mezclas asfálticas en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019?

¿Cuál es la resistencia de las mezclas asfálticas modificada con el uso de polímeros SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019?

Justificación del estudio En la red vial pavimentada en el Perú anualmente existe una diversidad de deterioros en el pavimento y esta influye por condiciones climatológicas severas y el aumento de volumen de tráfico vehicular.

Asimismo, este estudio permitirá determinar nuevas técnicas con mezclas asfálticas adicionando el uso de polímeros, para comprobar si es una adecuada opción para mejorar el pavimento con las clasificaciones de sus propiedades, mayor resistencia además de una mejor trabajabilidad.³

En lo económico, se busca demostrar que esta aplicación de la mezcla asfáltica con el agregado de polímeros, beneficia el mantenimiento de las carreteras, de manera que en lo social permita que las vías estén en excelente estado para que pueda tener una mejor transitabilidad a los usuarios, y se tenga un impacto positivo en el tiempo de su destino.⁴

Objetivo general

Analizar el comportamiento de las propiedades de las mezclas asfálticas modificado con el uso de polímeros SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.

Objetivos específicos

Determinar cómo influye el agregado extraído de las mezclas asfálticas modificado con el uso de polímeros SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.

Demostrar cómo influye el uso de polímeros SBS en los vacíos de las mezclas asfálticas en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.

Determinar cómo influye el uso de polímeros SBS en la resistencia de las mezclas asfálticas en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.

³ (GARGATE, 2018 pág. 49)

⁴ (GARGATE, 2018 pág. 49)

Hipótesis General

La utilización de polímeros SBS podrá mejorar el comportamiento de las propiedades de las mezclas asfálticas en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.

Hipótesis específicas

El uso de polímeros SBS modificado con las mezclas asfálticas contribuirá con el agregado extraído usando los polímeros SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.

La integración de los polímeros SBS podrá influir en los vacíos de las mezclas asfálticas en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.

Los polímeros SBS modificado con las mezclas asfálticas podrá influir en la resistencia en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.

II. MARCO TEÓRICO

Estrada (2017), desarrolló la tesis titulada **“Estudio y Análisis de Desempeño de Mezcla Asfáltica Convencional PEN 85/100 Plus y Mezcla Asfáltica Modificada con Polímero tipo SBS PG 70 -2”**, para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Andina del Cuzco, el objetivo general permitió estudiar las mezcla asfáltica convencional con el PEN 85/100 plus agregando con el polímero SBS PG-70-28 para así determinar su desempeño, se aplicó la metodología de diseño experimental, método científico donde se muestra de acuerdo a los trabajos analizados que el tipo de SBS mejora las mecánicas de la mezcla asfáltica convencional, la cual tiene un mayor vida útil en el pavimento, ya que mediante el SBS PG70-28 se logra obtener la estabilidad de 2047 kgf y con flujo 14.10 mm, en tanto la mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus se obtuvo la estabilidad 1382 kgf y un flujo 14.00 mm mediante los resultados de sus propiedades mecánicas de la mezclas asfálticas que es la estabilidad y el flujo, demuestra que el polímero SBS PG 70 -28 en los ensayos tiene una estabilidad superior a la mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus. El tesista concluye añadiendo la mezcla asfáltica con el uso de polímero SBS PG 70 -28 muestra un mejor contacto mecánico que la mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 Plus.

Infante y Vásquez (2016), en la tesis para obtener el título de ingeniero civil, realizó la investigación titulada **“Estudio Comparativo Del Método Convencional Y Uso De Los Polímeros EVA Y SBS En La Aplicación De Mezclas Asfálticas”**, presentada en la Universidad Señor de Sipán, el objetivo general fue conocer el análisis que incluye la mezcla asfáltica con el uso de los polímeros SBS y EVA, para su elaboración, así determinar a través de los ensayos en el laboratorio. La metodología fue en base a un diseño experimental, método científico donde se muestra que según el tipo de tránsito (liviano y pesado), se pudo determinar que en el diseño para el transito liviano se agregan 4% de polímero EVA en la cual se obtuvo el incremento de su estabilidad mejorando en 150.54% (1345 kg), y con una fluencia de 2.43mm, Por otro lado, al añadir 5% de polímero SBS, aumenta su estabilidad 138.83% (1283 kg) con una fluencia de 2.53 mm. Para darle un mejor soporte al pavimento en el tránsito pesado se agregan 3% de polímero EVA, concluyéndose que aumenta su

estabilidad en 17.54% (1432 kg), con una fluencia de 2.10mm, mejorando así la rigidez, al añadir 4% de polímero SBS, incrementa su estabilidad en 53.20% (1869 kg) con una fluencia 2.70mm. Se concluye de recomendar utilizar el asfalto modificado con polímeros, aumenta la calidad del pavimento, disminuye costos en mantenimiento.

Gargate y Huamani, (2018), en su tesis para que optar el título de ingeniero civil titulada **“Análisis comportamiento de mezcla asfáltica con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible – lima, 2018”**, sustentada en la Universidad Cesar Vallejo, el objetivo general se realizó el diseño de la mezcla asfáltica convencional y el diseño de la mezcla asfáltica con el uso de polímero SBS para así determinar su desempeño, la metodología fue mediante un diseño tipo experimental, el método científico donde se muestra los ensayos en el laboratorio se realizó el método Marshall para el diseño de la mezcla asfáltica convencional se obtuvo el índice de rigidez de 3983.2 kg/cm y el diseño de la mezcla asfáltica con el uso de polímero SBS se obtuvo el índice de rigidez de 6655.2 kg/cm. finalmente se concluyó que empleando el polímero SBS reduce espesores en las carpetas de rodadura teniendo en cuenta que poseen una recuperación elástica, de esta manera los polímeros genera en su composición química una cadena que optimiza la durabilidad y produce menos mantenimiento disminuyendo costos.

Ortiz (2019), en la tesis para que obtener el título de ingeniero civil, titulada **“Diseño de Mezcla Asfálticas con Agregados Pétreos y Polímeros Tipo I Al Pavimento Flexible”**, en la Universidad de Especialidades Espíritu Santo, tuvo como objetivo general analizar los ensayos de la mezcla asfáltica con o sin polímero tipo I aplicando en el pavimento flexible para así evitar los desgastes de la carpeta de la rodadura; se aplicó la metodología de diseño experimental, se muestra que el ensayo realizado en el laboratorio agregando polímero SBS contribuye significativamente con respecto a la durabilidad de la acción de la temperatura, asimismo en la mezcla convencional se emplearon cuatro galones de diesel, mientras que para la aplicación del polímero SBS se utilizaron tres galones mediante la diferencia de la mezcla convencional cuyo porcentaje del

asfalto es de 6.3%; por lo tanto, la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero obtuvo como un porcentaje óptimo de 6.1%, el resultado de la investigación mediante los ensayos demuestra que el uso de polímero SBS obtuvo un mejoramiento de adherencia. Finalmente, se concluyó que de acuerdo a la modificación de la mezcla asfáltica se reduce este tipo de fallas, brindando al asfalto una vida útil, como consecuencia se reducen los gastos de mantenimiento de la pista asfáltica.

Conejo y Vargas (2017), sustentó la tesis para obtener el título de ingeniero civil titulada “**Análisis Comparativo del Comportamiento Mecánico de Mezclas de Concreto Asfáltico Tipo 2 (Mdc-19) con Adición de Polímeros.**” en la Universidad Católica De Colombia, el objetivo fue mostrar el comportamiento mecánico de la mezcla del concreto tipo 2 (Mdc-19) añadiendo polímero al 0.5%, 1%, 1.5% y 2%; la metodología aplicada fue bajo un diseño experimental, método científico donde se muestra que el ensayo realizado en el laboratorio mediante la mezcla asfáltica convencional añadiendo con el polímero sintético de polisombra de 15cm, ya que adicionando el 1.0% del peso del material tiene una comportamiento de estabilidad con la mezcla asfáltica obteniéndose mejores resultados, asimismo con estos ensayos modificados con las tiras de polisombra de 15cm de largo se aumenta 40% de su estabilidad de la mezcla modificada con el uso de polímero comparadas mediante la mezcla asfáltica, por otro lado, las pruebas obtenidas en el laboratorio se obtienen en el vacío total ya que es reducido en un 25% en la comparación de la mezcla convencional, asimismo las reducciones se termina de una manera porcentual mediante las pruebas de la utilización de las briquetas obtenidas, se finaliza concluyendo que la mezcla asfáltica con la tiras de polisombra de 15cm, ya que el polimérico no cambia su estado mediante los proceso de mezcla.

Aimacaña (2017), en su tesis para obtener el título de ingeniero civil titulado “**Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales**”, en la Universidad Técnica de Ambato, el objetivo ha sido estudiar el comportamiento de la estabilidad y el flujo; asimismo, con las muestras obtenidas y la mezcla asfáltica

con el uso de polímero; se aplicó la metodología de diseño experimental, método donde se muestra que la estabilidad obtenida con la mezcla convencional es de 5500, ya que el contenido fue de 6.5% con cemento asfáltico así como la mezcla modificada de 1% del polímero P.E., triturado es de 4600 con un contenido que es 6.0% de cemento asfáltico, por lo tanto, se obtuvo un mejor resultado, de la mezcla asfáltica modificada de 1% de polímero P.E. de acuerdo a la investigación se define por 60% de agregado grueso además 39% de agregado fino, 1% de polímero y 6% de asfalto. Se concluye que, utilizando el ensayo de Marshall, se fabrican briquetas con el material originario de la planta asfáltica con la finalidad de tener los resultados promedios además descartar los valores erróneos.

Qabur (2018), in his thesis to obtain the master's degree in civil engineering entitled "**Characterization of fatigue of asphalt mixtures with polymer-modified asphalt cement**" at the University of Waterloo, the objective has been to evaluate the fatigue behavior of the asphalt mixture and the different containment proportions of PMAC, applying the experimental design methodology, a scientific method where the fatigue analysis is shown, according to the Wohler curve in addition to the DGCB method, it has been determined that the SBS polymer improves the useful life more length of fatigue specifically affected by fatigue inductive deterioration, so the aggregation of the SBS polymer is reflected in a lower risk rate with PG 58-28 than with PG 64-28, since it is possible due to an improvement in the compatibility between SBS polymer and PG 58-28 Finally, he concludes that it is more profitable to make modifications to an asphalt, more research could be done in To improve asphalt High modified with the use of polymer, the effective way to do it in the short and long term can be used. Therefore, going forward, environmental concerns must be taken into account, as they must be considered.

Pay (2017), in his thesis to obtain a master's degree in civil engineering entitled "**Effect of polymer-modified bitumen on the deformation characteristics of low-traffic asphalt pavements**", at the Norwegian University of Science and Technology, the objective has been identify and describe the mechanism of the predominant failures since it leads to a permanent deformation in the pathways of

lower specific volume according to the research to obtain the effect of the polymer modification, the experimental design methodology was applied, a scientific method where it is shown that polymer modified adhesives, since it has better routines in addition to its cracking at lower temperatures, resists high temperatures and the lowest ones on the other hand in the results of MSCRT it mentions that PMB1 has a greater rigidity than permanent alteration under traffic loads heavier than PMB2, since the asphalt mix composed with PMB1 obtains significantly stiffness higher than the asphalt concrete mix that has a specific 70/10 0 bituminous penetration with the use of polymer modified adhesive, the life period of the asphalt concrete pavement finally concludes in the qualification improves the useful life during the use of the mix asphalt modifying with the quantified polymer.

Mazumder (2016), in his master's thesis in civil engineering titled "**Performance Properties of Polymer Modified Asphalt (PMA) Binders Containing Wax Additives**" at Texas State University, the overall objective has been to identify the geological characteristics of the PMA binders as it contains additives to compare the PMA binders, apply the experimental design methodology, scientific method where the addition of two zero additives in which the control binder and the PMA adhesive, manages to reduce the viscosity to 135 ° C and 120 ° C since the decrease in viscosity is too equal for both binders independently in the viscosity of the control adhesives stabilizes between 20 and 40 minutes in addition to a constant permanence during the viscosity of the PMA adhesives increases continuously after 30 to 40 minutes during the entire test time at 135 ° C in the same trend is obtained at 120 ° C, likewise the resistance The independent state of aging is in control and that it contains wax additives, so they have the highest percentage of resistance improvement due to their resistance in equalization with the WFP binders according to the additives, finally a test is carried out field to generalize these findings to field behavior.

Bisso (2016), en su investigación acerca de la especialización de asfalto modificado con polímeros. Revista Perú vías, el objetivo que consiste en la especialidades del polímero en la zonas más altas ocurre cambios volumétricos en el interior en la capa asfáltica ya que cuando produce esfuerzo cíclico de tracción además comprensión provoca falla por fatiga, asimismo mediante la solución al problema de los fisuramientos de la estructura asfáltica se utiliza polímeros modificado del ligante asfáltico ya que accede lograr una mezcla de capaz para mantenerse flexible, además elástica hacia temperaturas más bajas prevista para su vida en servicio, tendría un mejor durabilidad a la fatiga y al envejecimiento, ya que la tecnología de la especificaciones del cemento asfáltico fue evolucionado en su categorización por penetración por la viscosidad para así identificar los elementos elásticos y el viscoso del ligante al emplear dicha reómetro, se implementa el ensayo para medir de acuerdo a las propiedades a elevadas temperaturas, además se puede predecir en mejorar la recuperación de la elasticidad del polímero, para así determinar el porcentaje de la recuperación elástica.

Vera y Radice (2015), en el estudio acerca de la Mezcla asfáltica sostenible en las rutas de Lima. el objetivo que consiste en la aplicación de la mezcla asfáltica en caliente modificado con polímeros SBS, mejora las propiedades mecánicas y de su desempeño durante la vida útil, de esta manera resulta satisfactorio durante la ejecución en el trabajo la cual se observó en virtud la rapidez de su descenso de la temperatura, dado que fue una obra nocturna es por eso ha reducido el tiempo del trabajo (5horas/noches), asimismo estas prestaciones podrían ser afectadas, ya que en esta situación de la investigación es un poco más de los resultados de la difusión del proyecto para colaborar en la comunidad vial y tener el concepto de la mezcla asfáltica sostenible, es decir que la mezcla asfáltica tibia con la modificación del polímero se puede mantenerse un apropiado desempeño técnico tan forma que se reduzca el impacto de medio ambiente al disminuir la temperatura de la producción, además los consumos energéticos menores en los alineamiento de acuerdo a la política ambientales se define de esta manera con la sostenibilidad de la organización.

Escalante y Fernández (2014), en su estudio acerca de la Evaluación del comportamiento a la fatiga de mezcla asfáltica convencional y modificada con polímero SBS. El objetivo consiste en base a la condiciones climatológicas de cada región del Perú, se realiza la propuesta de los tipos de asfalto que se debe utilizarse para atender el PG en las diferentes regiones del Perú, asimismo evaluar el comportamiento de la fatiga del asfalto convencional PEN 60/70 modificando con el polímero SBS betutec mientras tanto el PG 76-22 en la mezcla asfáltica densa sin envejecimiento, con los resultados de acuerdo a los ensayos se mostraron que el uso de la modificación del asfalto con el polímero tiene un mejoramiento de las propiedades reológicas del ligantes asfálticas, presentado un reducido índice de susceptibilidad con el procedimiento a las mezcla asfálticas a la fatiga, por otro lado el defecto que afecta el desempeño de un pavimento tiene como mayor ocurrencia en lo principal en representar el comportamiento estructural, de este modo las acumulaciones de las deformaciones en las carpetas asfálticas que ocurre generalmente en la vida del pavimento por estar sujeto al adensamiento, de las alteraciones plástica por el cizallamiento y el surgimiento además difusión del fisuramiento por fatiga del revestimiento asfáltico.

Los polímeros son grandes moléculas que forman con la unión de varias unidades repetitivas, ya que los polímeros incluyen uniones covalentes entre los átomos en lo general de carbono en la cual forma la columna de cadena polimérica, de esta manera entre sus propiedades únicas de los polímeros se incluye a la agrupación por su gran tamaño lo que lleva a interacciones considerable, por la larga cadena y su gran superficie.⁵

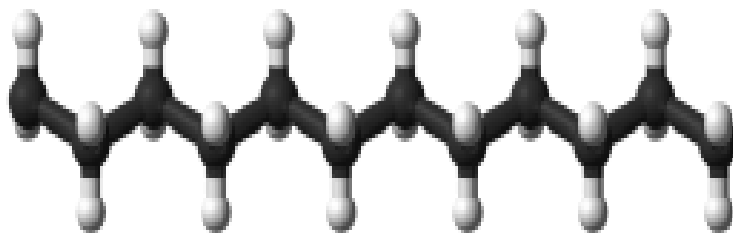


Figura 2. Muestra del polímero simple

Características de polímeros menciona que los diferentes procesos de clasificación de los polímeros, podemos subdividirlo de acuerdo a su origen, de acuerdo a esta manera se puede considerar la estructura de las macromoléculas o además con el uso que podemos apreciar lo siguiente:⁶

Naturales En estas sustancias son producidas por el organismo vivo en la cual se utilizan sin las modificaciones a continuación estos son los polímeros: caucho natural, polisacáridos, algodón, etc.⁷

Sintéticos Son macromoléculas creadas por el hombre ya que se dividen mediante 2 categorías de acuerdo a su comportamiento al ser alterado termoplástico y termorrígidos; asimismo, los primeros en calentarse se ablandan y son solubles en los disolventes adecuados por eso están formadas por moléculas con cadenas larga, además los termorrígidos tiene como a descomponerse a ser calentado a elevadas temperaturas por esta razón no se puede fundir ni solubilizarse, en lo cual estas tiene una estructura elaborada tridimensionales.⁸

⁵ (LOPEZ, 2015 pág. 2)

⁶ (HERMIDA, 2011 pág. 16)

⁷ (HERMIDA, 2011 pág. 16)

⁸ (HERMIDA, 2011 pág. 16)

Conclusión De acuerdo a las conclusiones de las ventajas y desventajas con la utilización de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero

Ventajas

- Tiene un mejor sellado de deterioros.
- mejora la vida útil del pavimento
- tiene una mayor resistencia al envejecimiento
- contiene mayor elasticidad
- contiene mayor adherencia
- reduce el precio del mantenimiento

Desventajas:

- Alto precio del polímero.
- Los agregados no deben estar sucios.
- No todos los polímeros son acordes con el asfalto.

Propiedades de los polímeros: en los polímeros encontramos propiedades de diferentes características que se clasifican:

Elastómeros Estos elastómeros o hule son materiales que se puede modificarse por la aplicación de una tensión, debido a que se estiran con mucha facilidad además resisten a la compresión de las deformaciones, asimismo las hules son polímeros cristalinos que se pueden reticular, por lo cual los hules de acuerdo a las propiedades intermedias mediante los sólidos también son fluidos viscosos de sus propiedades se pueden modificarse sustancialmente con la adición con varias sustancias.⁹

⁹ (HERMIDA, 2011 pág. 43)

Elastómeros termoplásticos Los elastómeros pueden ser estirados varias veces ya que se recupera en su estado original sin ninguna deformación, asimismo las moléculas poliméricas que están conformadas una porción de caucho puede ser cualquier clase de caucho debido a que no tiene ningún orden, por lo tanto se enrollan y se enredan entre ellas por medio de eso forma un gran ovillo, cuando lo estiras el caucho las moléculas son forzadas para que se alinearan en la dirección que se está obteniendo al estiramiento debido a este proceso realizado se vuelve más ordenado llegando a las cadenas a alinearse.¹⁰

Enlaces cruzados Para prevenir las deformaciones plásticas viscosa al mismo tiempo debe mantener una gran deformación elástica por medio de enlace cruzados de las cadenas, la vulcanización.¹¹

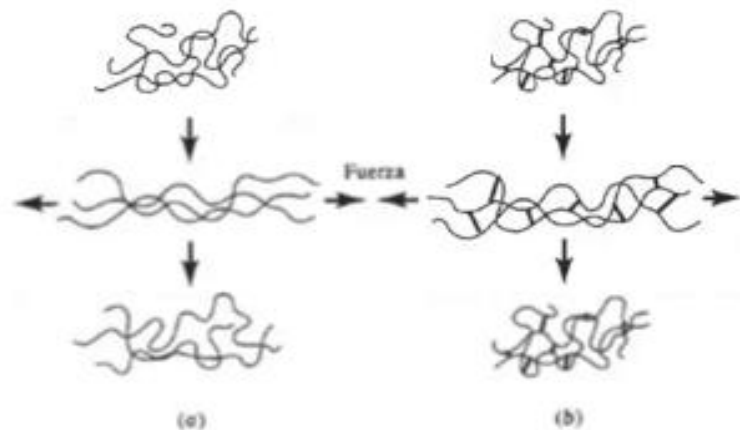


Figura 3. Diferencia entre la existencia de enlace cruzado y lo que no tiene enlace cruzado

a) los elastómeros cuando no contiene enlace cruzados, la aplicación de una fuerza causa deformaciones elásticas y plásticas, por lo tanto, una vez que se haya removida la carga, el elastómero queda permanente deformado.¹²

b) Cuando existe el enlace cruzados los elastómeros podrían sufrir deformaciones elásticas mayor, pero al eliminarse las cargas los elastómeros regresan a su forma original.¹³

¹⁰ (JUAREZ, 2015 pág. 23)

¹¹ (ASKELAND, 1998 pág. 488)

¹² (ASKELAND, 1998 pág. 488)

¹³ (ASKELAND, 1998 pág. 488)

Uniones de polímero SBS Los polímeros están formados por monómeros cuando estas se unen se puede formar dando una estructura lineal o también radial, lo cual influye en sus propiedades, por lo tanto, en los lineales se crean cuando los monómeros lo origina posee 2 puntos de uniones, de esta manera la polimerización sucede cuando es una sola dirección en ambos sentidos, así que es fácil de trabajar en el procedimiento de la modificación del asfalto, debido a las uniones de los monómeros está dada de acuerdo a las interacciones débiles en la cual facilita las dispersiones de lo mismo en el asfalto, asimismo los polímeros radiales con la diferencia de los lineales posee tres o más puntos de uniones de tal forma que esta polimerización sucede en forma tridimensional, de acuerdo a las tres direcciones en los espacios de esta modo son rígidos además romper su estructura de interior para así lograr las dispersiones en los asfaltos demanda más energía en las comparaciones con los polímeros lineal.¹⁴

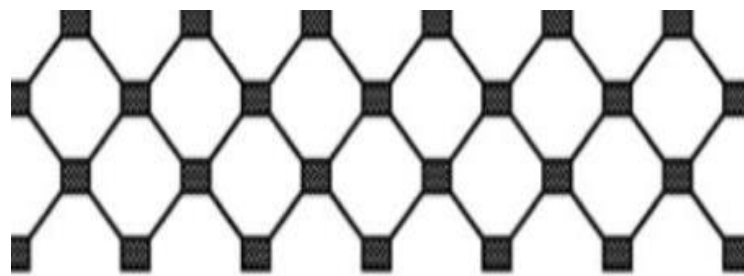


Figura 4. Estructura interna radiales – Polímero SBS

Asfalto altamente modificado con polímeros Actualmente en el mercado los polímeros que acceden a modificarse del asfalto con el contenido de este tipo de asfalto de SBS, presenta estructuras poliméricas lineales debido a estas propiedades viabilizan la unión de mayores contenidos de acuerdo a los polímeros en el procedimiento de la modificación, llegando a un porcentaje determinado con el peso relacionado al cemento asfáltico, asimismo, se menciona las siguientes ventajas con el uso del polímero con la combinación con los cementos asfáltico se puede mencionar.¹⁵

¹⁴ (REVISTA Carreteras, 2018 pág. 90)

¹⁵ (REVISTA Carreteras, 2018 pág. 90)

- Mayor estabilidad térmica con el cemento asfáltico modificando
- Menos tiempo en el procedimiento de producción de la unión con el asfalto modificado
- Menos viscosidad del cemento asfáltico modificado

Utilización de Asfalto modificado SBS El asfalto modificado con los polímeros resulta de una interacción física y química de acuerdo a los polímeros con un cemento asfalto, dado que los polímeros proceden como agentes modificados que mejora en su comportamiento reológico del asfalto convencional, por tanto en esta investigación empleados se presentan los resultados obtenidos mediante la mezcla asfáltica modificada con el uso de SBS, asimismo en este polímero SBS tiene bloques elastoméricos, utilizando con la mezcla asfálticas para la utilización del pavimento de elevados índice de tránsito, además este modificador tiene un mejoramiento en el comportamiento de la mezcla asfálticas en climas severos.¹⁶



Figura 5. Asfalto caliente modificado con polímero SBS

Producción del asfalto La refinería es una planta de producción de productos químicos, así como el combustible, ya que la materia prima es el petróleo crudo y la producción por finalizar son gasolina, nafta, querosina, asfalto, gas, lubricantes y otros productos útiles para el hombre producido del petróleo.¹⁷

¹⁶ (REVISTA el ingeniero, 2010 pág. 9)

¹⁷ (TORRES rafael y Castro javier, 2002 pág. 12)

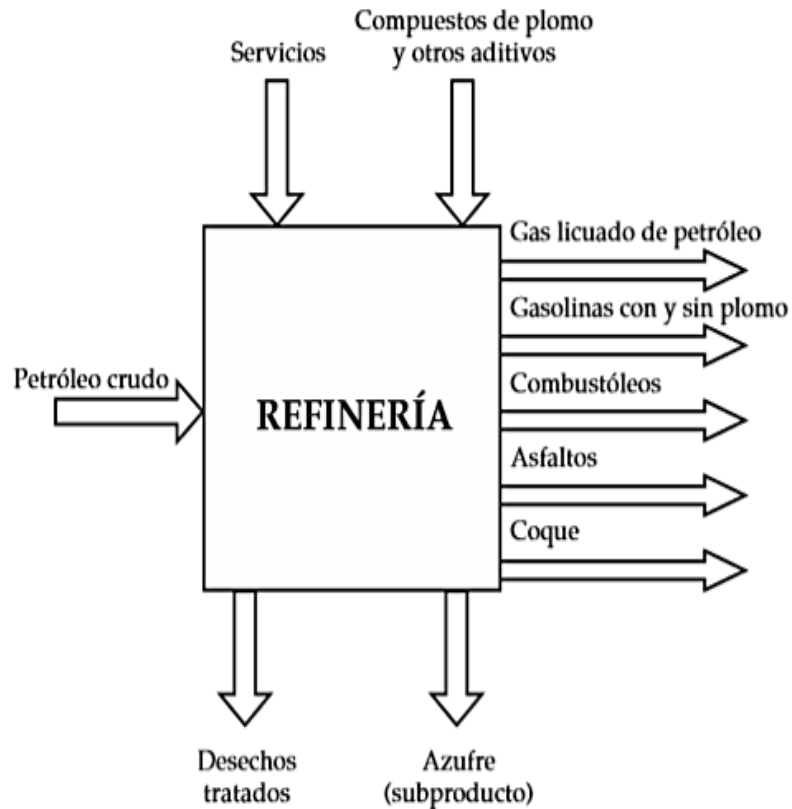


Figura 6. Producción del asfalto

Asfalto Los asfaltos son materia prima que son aglomerantes solidos o semisólidos que posee una tonalidad que varía de negro a pardo oscuro y se disuelve gradualmente al calentarse, debido que se constituye principalmente por betunes que es producido naturalmente en forma solida o semisólida o es producida mediante la destilación del petróleo.¹⁸



Figura 7. Producción del asfalto

¹⁸ (FACULTAD de ciencia y tecnología, 2004 pág. 34)

Composición del asfalto La elaboración química del asfalto esta proporcionada mediante los aromáticos, saturados, asfáltenos y resinas.

Mediante los asfáltenos genera la rigidez del asfalto, las resinas son lo que adhieren a los asfáltenos, aporta la capacidad de liga. Los saturados y aromáticos son aceite, que facilita la estabilidad para que sean trabajable.¹⁹



Figura 8. Composición del asfalto

Penetración de asfalto El método para determinar la dureza o constancia relativa, es medir la distancia que una aguja normalizada ingrese verticalmente a una muestra de asfalto en condiciones específicas de temperatura, cargas y tiempo. Cuando no se indica específicamente otras condiciones especificadas, se entiende que la medición de penetración se realiza en 25°C, que la aguja está cargada 100gr respecto a la carga del cemento asfaltico aplica durante 5s, mediante la medida de la penetración es la longitud que la aguja penetra al asfalto se expresa en unidades de 0.1 mm.²⁰



Figura 9. Ensayo de penetración

¹⁹ (VALDIVIA, 2017 pág. 23)

²⁰ (INFANTE , 2016 pág. 136)

Punto de ablandamiento El objetivo de esta prueba consiste en evaluar la viscosidad a cierto grado de temperatura, definida por el procedimiento de anillo y bola, la cual se determina el valor del componente a altas temperaturas, por otro lado, en este ensayo del elemento de su intervalo es de 30°C a 80°C seguidamente en este proceso tendrá que sumergirse en el agua destilada, por lo cual deberá utilizar un termómetro 15°C, para así terminar las temperaturas al iniciar el baño tendría que ser de 5°C.²¹

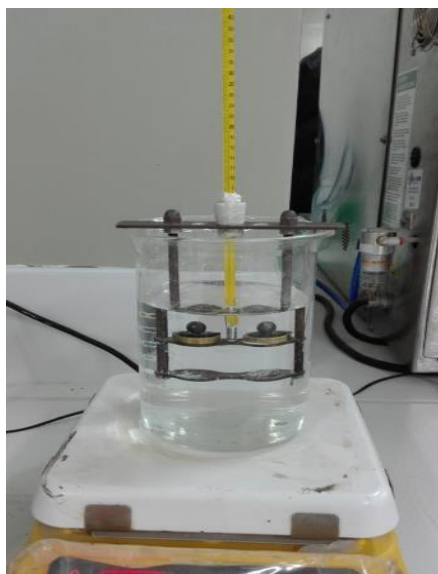


Figura 10. Ensayo de ablandamiento

Ductilidad La ductilidad se mide en un cemento asfáltico en este procedimiento consiste en:

- Se tiene que moldear las probetas del asfalto en condiciones de acuerdo a las medidas normativas.
- Se le lleva a una temperatura del ensayo generalmente 25°C.
- se aleja una parte de la probeta de la otra a una velocidad de 5cm/min, hasta que se rompa el hilo de asfalto que conecta a ambos extremos de la muestra.
- La ductilidad es la longitud en centímetros la cual se rompe el hilo.²²

²¹ (MINISTERIO de Transportes y comunicaciones. Manual de Ensayo, 2016 pág. 429)

²² (IBÁÑEZ , 2015 pág. 69)



Figura 11. Molde

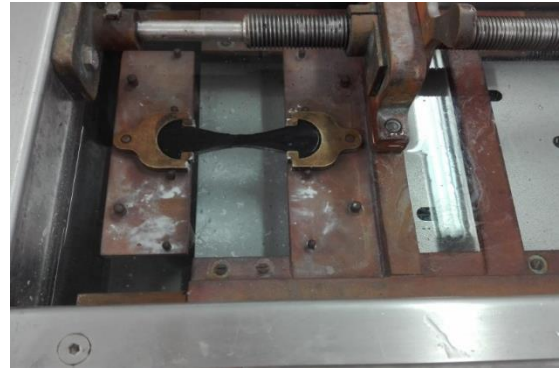


Figura 12. Ensayo de Ductilidad

Viscosidad El objetivo del ensayo de viscosidad es establecer el estado de la fluidez de acuerdo al asfalto de las temperaturas se utiliza mediante su aplicación, asimismo, la viscosidad como la consistencia del asfaltico se mide la prueba de viscosidad con las unidades fundamental con el viscosímetro del flujo en tubo capilar de cristal.²³

Punto de inflamación El objetivo del ensayo es identifica el punto máximo que se puede calentarse el material sin tener ningún riesgo de prender en llamas. El punto de inflamación se mide por el ensayo en copa abierta Cleveland.²⁴



Figura 13. Ensayo de punto de inflamación

²³ (THE Institute Asphalt, 1969 pág. 48)

²⁴ (VALDIVIA, 2017 pág. 30)

Temperatura de aplicación Normalmente se especifica la temperatura de acuerdo a la aplicación con los diversos empleos de los elementos asfálticos, debido a la consecuencia de la variación de la viscosidad con respecto al detallar simplemente la temperatura no es suficiente para así hacer la utilización adecuada de los materiales, por lo tanto, el instituto del asfalto advierte que se tenga en cuenta la relación de la viscosidad, así como la temperatura de la materia asfáltica antes de determinar la temperatura adecuada para el tipo de proceso empleado.²⁵

Cemento asfáltico modificado La tecnología del asfalto así como las mezclas asfálticas modificadas han estado ampliamente estudiadas y usadas en el mundo, con las adiciones de polímero u también otros productos al asfalto se modifican de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas, también la química así como reológicas de las mezclas asfálticas, por tanto al usarlo esta tecnología se trata de mejorar el comportamiento en la cual se experimenta las mezclas asfálticas tradicional, cuando es sometido a las diferentes condiciones de las cargas y también del medio ambiente, asimismo en lo general las propiedades que desean el mejoramiento son la rigidez también la resistencia baja carga monotónica, con respecto al ahuecamiento, la fatiga y envejecimiento, debido que disminuye la susceptibilidad térmica así como el daño de la humedad, con la utilización de esta tecnología es usual, ya que es necesario que la superficie de la vía tenga una vida útil más larga así también como las aplicaciones especializadas, para así acceder en espesores más delgadas de las capas asfálticas así como la disminución del dicho espesor, de acuerdo a las investigaciones realizadas mediante las áreas del asfalto modificados usados en los agentes modificadores de polímeros con el tipo de elastómeros, al agregar en el asfalto tiene una reacción de mejoramiento principalmente en su comportamiento de recuperación elástica, asimismo estos equipos elastómeros experimentan bajo las cargas de la recuperación notable en la deformación.²⁶

²⁵ (THE Institute Asphalt, 1969 pág. 92)

²⁶ (RONDON, 2015 pág. 20)



Figura 14. Modificación del asfalto en bajas temperaturas

Método de ensayo para determinar el porcentaje del vacío de aire de mezcla asfáltica En esta prueba tiene como finalidad determinar los porcentajes de los vacíos de aire de acuerdo a la mezcla asfáltica densa y abiertas para pavimentación, asimismo esto debe calcular a partir de las mediciones de su peso seco además su volumen, seguidamente calculado el volumen con el procedimiento de alturas y diámetros se calcula la densidad para así lograr la gravedad específica bruta, por lo tanto, la gravedad específica máxima se debe calcularse mediante la norma utilizando la misma muestra.²⁷

Parámetros volumétricos En este factor se debe tener en cuenta al ser considerado el comportamiento de las mezclas asfálticas, ya que las proporciones volumétricas del asfalto, así como los elementos del agregado son simplemente parámetros volumétricos a la mezcla asfáltica, en la cual detalla el análisis del volumétrico de HMA, por lo que cumple un rol importante en los procedimientos del diseño de la mezcla, Asimismo, las propiedades volumétricas de acuerdo a la mezcla del pavimento compactada son los vacíos de aire, vacíos llenado con asfalto, vacíos en el agregado mineral y contenido de asfalto efectivo, de esta manera lo provee una indicación de una probable función de la mezcla asfáltica.²⁸

²⁷ (REVISTA métodos y materiales, 2015 pág. 4)

²⁸ (REVISTA imt, 2005 pág. 7)

Vacíos de aire El volumen total de una pequeña bolsa de aire entre las partículas cubiertas de agregado en una mezcla asfáltica compactada, es expresado como el porcentaje del volumen neto de una mezcla asfáltica compactada.²⁹

Vacíos en el agregado mineral En el volumen del espacio vacíos intergranular entre las partículas del agregado de una mezcla asfáltica compactada, que contiene los vacíos de aire, así como el contenido del asfalto efectivo, expresando en porcentaje de volumen total de la prueba.³⁰

$$VAM = 100 - \frac{Gmb * Ps}{Gsb}$$

Donde:

Vam = Vacíos de agregado mineral

Gmb = Gravedad Bulk de mezcla compactada.

Ps = % de agregado en la mezcla.

Gsb = Gravedad específica Bulk de la mezcla de agregado.

Figura 15. Vacíos en el agregado mineral

Vacíos llenados con asfalto En estas porciones de los porcentajes del volumen de espacios vacíos intergranular a través de las partículas del agregado, es ocupada por el asfalto efectivo.³¹

$$VFA = \frac{100 * (VAM - Va)}{VAM}$$

Donde:

VFA = Vacíos llenados con asfalto.

VAM = Vacíos agregado mineral.

Va = Vacíos de aire.

Figura 16. Vacíos llenados con asfalto

²⁹ (REVISTA imt, 2005 pág. 8)

³⁰ (REVISTA imt, 2005 pág. 8)

³¹ (REVISTA imt, 2005 pág. 8)

Porcentaje de vacíos de aire Los porcentajes vacíos de aire de la mezcla asfáltica compactada consisten en diminutos espacios de aire en las partículas de agregados, ya que el porcentaje de volumen de aire de la mezcla compactada se obtiene la determinación utilizando:³²

$$V_a = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}$$

Donde:

V_a = vacíos de aire en la mezcla compactada, porcentaje del volumen total

G_{mm} = gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica

G_{mb} = gravedad específica neta de la mezcla asfáltica compactada

Figura 17. Porcentaje de vacíos de aire

Estabilidad y flujo Marshall de mezcla asfáltica Este uso de ensayo tiene como finalidad determinar la resistencia de estabilidad y flujo de especímenes cilíndricos de acuerdo a la mezcla asfáltica para el pavimento, con un diámetro de 102 mm, empleando las cargas en las direcciones perpendicular con el eje del cilíndrico usando el equipo de Marshall. Asimismo, para este equipo el más relevante para las pruebas es: mula de cargas, equipo de carga a compresión, dispositivo para las mediciones de cargas, medidores para el flujo, baños de aire, baño de agua, termómetro y horno.³³



Figura 18. Ensayo de estabilidad y flujo

³² (REVISTA imt, 2004 pág. 23)

³³ (REVISTA métodos y materiales, 2015 pág. 8)

Mezcla de agregados las características mediante la calidad de acuerdo a la mezcla asfáltica que se indican en la tabla 01.³⁴

Tabla 1. Criterio del ministerio de transporte y comunicaciones del Diseño Marshall

Parámetros de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpe por lado	75	50	35
2. Estabilidad (Mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	Ver tabla 423 - 10		
Inmersión - Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa. Mín	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (Mín)	75	75	75
Relación Polvo - Asfalto (2)	0,6 - 1,3	0,6 - 1,3	0,6 - 1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700 - 4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín		

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Para ejecutar la calidad del cemento asfáltico según el grado de PEN (Penetración) se obtiene mediante las siguientes especificaciones que se indica en la tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones del cemento asfáltico por penetración

Tipo		Grado de Penetración									
Grado	Ensayo	PEN		PEN		PEN		PEN		PEN	
		40-50		60-70		85-100		120-150		200-300	
		mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
Pruebas sobre el Material Bituminoso											
Penetración a 25°C, 100g, 5s, 0.1mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto de Inflamación, °C	MTC E 312	232		232		232		218		177	
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	100		100		100		100		100	
Indice de Penetración (Suceptibilidad Térmica)	MTC E 304	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Pruebas sobre la Película Delgada a 163°C, 3.2 mm, 5h											
Pérdida de masa, %	ASTMD 1754		0,8		0,8		1,0		1,3		1,5
Penetración retenida después del ensayo de película fina, %	MTC E 304	55+		52+		47+		42+		37+	
Ductilidad de residuo a 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306			50		57		100		100	

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

³⁴ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2013 pág. 569)

Granulometría. En este método de Marshall se utilizaría una gráfica para así definir el uso de granulometría accediendo en lo ordenado ya que se encuentran en el porcentaje del material, es por este motivo que pasa en cierta malla; asimismo, las aberturas de las mallas en mm, grafica en forma logarítmica mediante la curva granulométrica de acuerdo al diseño de la mezcla asfáltica cerrada o también densa.³⁵

Tamices. Los tamices serán agrupados sobre las armaduras construidas de modo que se prevea pérdida de material durante el tamizado, asimismo los tamices cumplen de acuerdo a la NTP 350.001.³⁶

Agitador mecánico de tamices El agitador mecánico distribuirá los movimientos verticales también movimientos laterales en el tamiz, de esta manera ocasiona que las partículas salten y giren así que presenta diferentes orientaciones de la superficie de acuerdo al tamizado, asimismo la acción del tamizado sería del criterio para adecuar el tamiz detallado por lo que dentro de este periodo razonable.³⁷

Se puede apreciar en la siguiente tabla 2 la gradación para la mezcla asfáltica en caliente que se aplica mediante la utilización de granulométrico.

Tabla 3. Gradación para la mezcla asfáltica en caliente

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N° 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N° 10)	29-45	38-52	43-61
425 um (N° 40)	14-25	17-28	16-29
180 um (N° 80)	8-17	8-17	9-19
75 um (N° 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

³⁵ (REVISTA imt, 2004 pág. 3)

³⁶ (NTP 400.012, 2018 pág. 4)

³⁷ (NTP 400.012, 2018 pág. 4)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El término de investigación científica es un procedimiento, al contestar preguntas de acuerdo de las investigaciones mediante las variedades de fenómenos, se puede presentar en la naturaleza además sobre los problemas que causan a la sociedad.³⁸

3.2. Variables y operacionalización

V1: Mezcla asfáltica usando el polímero SBS para determinar los resultados.

V2: verificar el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente que se esté utilizando en cada ensayo.

La **operacionalización de variables** está relacionada mediante los estudios en una investigación, por lo tanto, se da de forma definida ordenada.

3.3. Población y muestra

Población

En este estudio de investigación que se realizará en el laboratorio de ensayos, no se determina ninguna población.³⁹

Muestra

La muestra se encuentra determinada por los ensayos realizados en el laboratorio, se refleja en las cifras de briquetas que se obtendrán durante el procedimiento del ensayo Marshall para así poder obtener su fluencia y su estabilidad.⁴⁰

³⁸ (VALDIVIA, 2017 pág. 41)

³⁹ (VALDIVIA, 2017 pág. 45)

⁴⁰ (VALDIVIA, 2017 pág. 45)

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Es importante la recolección de estudios de la investigación, se obtendrán datos sobre dicho ensayo en procedimientos que se emplean, así para observar el comportamiento que se realiza de las variables y parámetros que lo caracteriza y otros aspectos relevantes.⁴¹

Observaciones de ensayos

Al realizar los ensayos de investigación elaborado en el laboratorio, observaremos las muestras obtenidas con la finalidad en que circunstancia se encuentra para determinar si el procedimiento realizado este factible para su uso.⁴²

Validez

La validez de un término general se menciona el grado de un instrumento que mide realmente la variable, la cual denomina exactamente a las investigaciones que estamos realizando, en estos términos utilizando deben ser tales que acceda a los problemas y queden definido de manera específica, asimismo determinar cuál puede ser el aspecto que se va a formar el objetivo del estudio.⁴³

Confiabilidad

La confiabilidad es un instrumento de medición, en el cual asegura la exactitud, además la veracidad de las informaciones para que así sea confiable en un instrumento, ya que se debe medir con veracidad con el mismo sujeto participante en distintos momentos por lo cual arrojar los mismos resultados.⁴⁴

3.5. Procedimiento

Información

Mediante los ensayos realizados en el laboratorio se procesa la información disponible a la entidad como el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), de acuerdo a los estudios que estamos investigando.

⁴¹ (INFANTE , 2016 pág. 105)

⁴² (INFANTE , 2016 pág. 105)

⁴³ (HERNANDEZ , 2014 pág. 200)

⁴⁴ (HERNANDEZ , 2014 pág. 200)

Estudio del Asfalto

Consiste de estudiar este material empleando diferentes pruebas para determinar si puede estar en óptimas condiciones, asimismo para lograr obtener su mezcla excelente y de esta manera darle soluciones.⁴⁵

Mezcla asfáltica modificando con polímero SBS

Mediante la mezcla asfáltica convencional realizaremos los ensayos en el laboratorio modificando con el polímero SBS, de acuerdo a los resultados obtenidos de estabilidad, durabilidad, flujo y otro, para determinar si puede ser factible hacia el pavimento.

3.6. Métodos de análisis de datos

En este presente ensayo de investigación que se realiza en el laboratorio, que se diseñaran tablas y gráficos que nos dará datos de la muestra para así realizar las pruebas de la mezcla asfáltica para obtener su factibilidad.

Con los resultados obtenidos de la experimentación se obtendrán datos para analizar y así concluir sobre su viabilidad para su utilización del polímero SBS. Una vez modificando se presentarán las curvas y graficas apropiadas.

3.7. Aspectos éticos

Con respecto a la investigación tenemos que tener en cuenta de la información de la Norma ISO 690, nos da las pautas de cómo redactar textos y documentos.

⁴⁵ (INFANTE , 2016 pág. 109)

IV. RESULTADO

4.1. Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019

Acceso a la zona de trabajo:

El acceso a la zona del proyecto se beneficiará la Avenida Cesar Canevaro, distrito de San Juan de Miraflores.

Ubicación Política:

Departamento : Lima.
Provincia : Lima.
Distrito : San Juan de Miraflores.

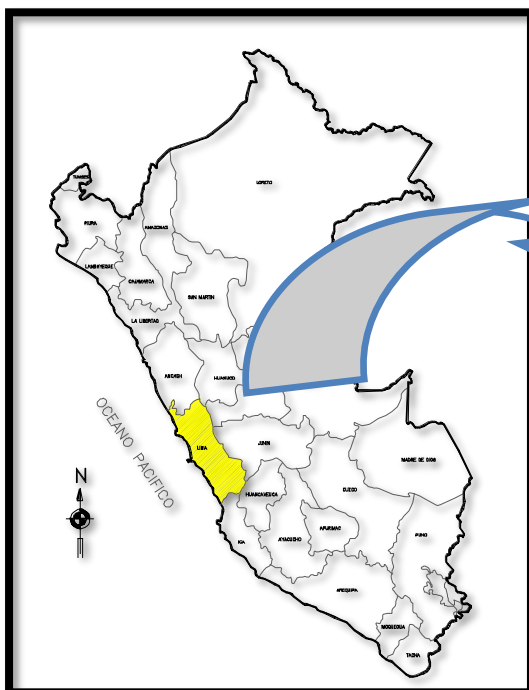


Figura 19. Mapa Político del Perú

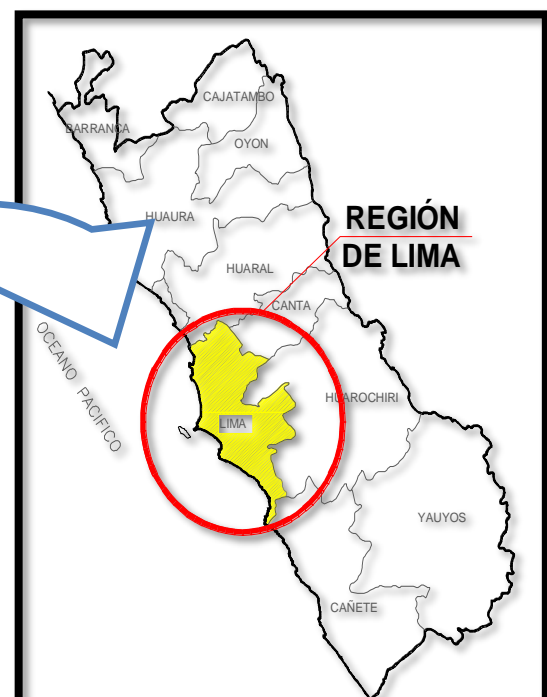


Figura 20. Mapa de la Región Lima

Limita al norte con el Distrito de Santiago de Surco y el Distrito de la Molina, al este con el Distrito de Villa María del Triunfo, al sur con el Distrito de Villa El Salvador y al oeste con el Distrito de Chorrillos.

Esta zona de estudio que se encuentra ubicado en el distrito de san juan de Miraflores es escogida con el objetivo de contribuir como mejorar el uso del pavimento flexible de la Avenida Cesar Canevaro para que pueda tener un mejoramiento, debido a la zona de estudio se encuentra fallas existentes actualmente, por este motivo implementamos en el distrito mejorándolo mediante el uso del polímero SBS.

Ubicación Geográfica La geográfica del distrito de san juan de Miraflores está en las coordenadas de $12^{\circ}09'05''\text{S}$ y $76^{\circ}58'12''\text{O}$, posee un área aproximadamente 23.98 km², tiene una altitud de 141 m.s.n.m. hasta el año 2015 contaba con una población de 404 000 hab.



Figura 23. Distrito de san juan de Miraflores

La ubicación de la zona para el mejoramiento del pavimento flexible de la Avenida Cesar Canevaro, tiene dos tramos considerado de longitud, por lo tanto, se puede apreciar en la siguiente figura con el apoyo de Google maps.

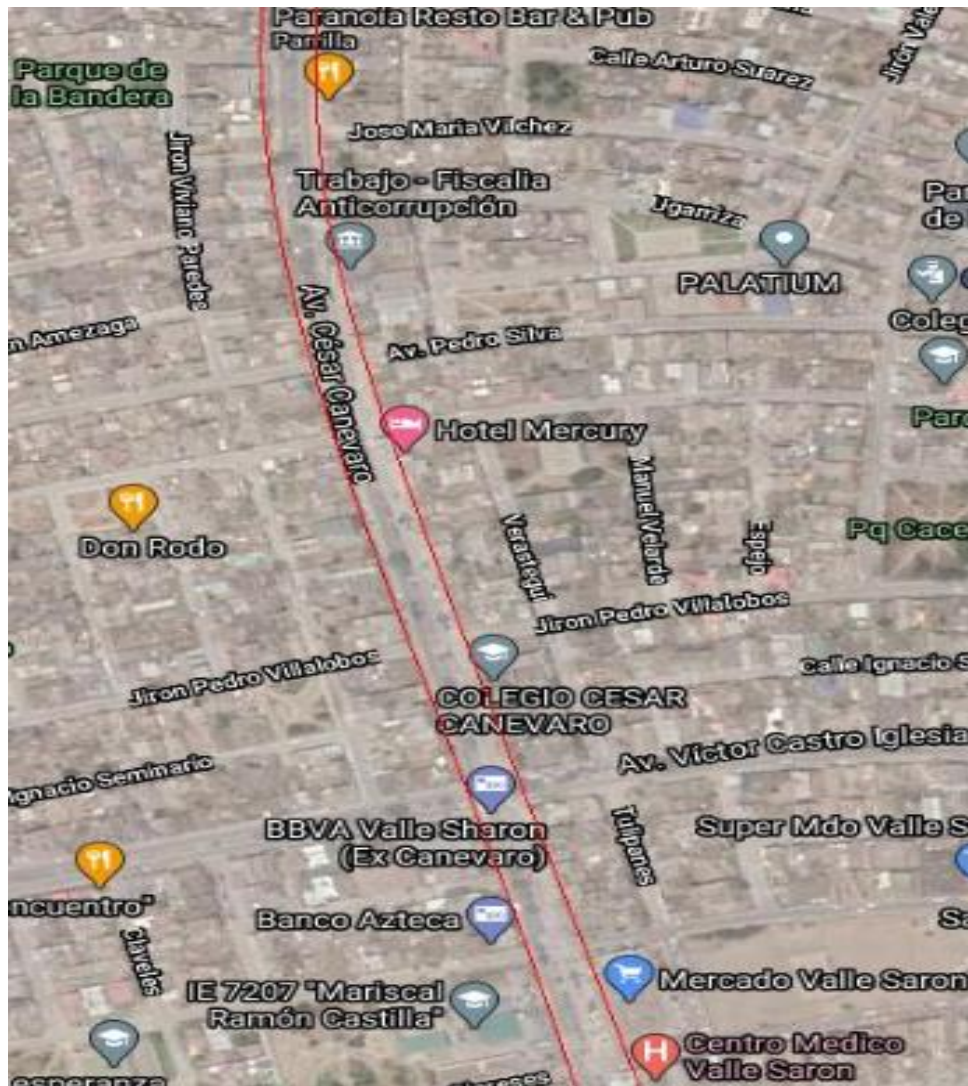


Figura 24. Ubicación de la avenida cesar Canevaro.

Vías de Acceso para llegar a la avenida cesar Canevaro, lo adecuado es ir por la Avenida Vargas machuca.

Clima En el distrito de San Juan de Miraflores tiene un clima tropical, por tanto, contiene veces precipitaciones ya que el promedio de la temperatura es de 19°C y su temperatura varía entre 18°C a 27°C según el mes.

Resultado de laboratorio encontrando de la respectiva tesis:

Procedimiento En esta tesis se desarrolló la granulometría en la cual se realizaron los ensayos en el laboratorio de acuerdo a la norma EG-2013, ya que se manipularon el agregado pasante en el tamiz 1" a la malla N°200.



Figura 25. Agregados



Figura 26. Agitar el tamiz

Objetivo 1 En este objetivo voy a determinar lo que se hizo los ensayos en el laboratorio, en la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4. Granulometría realizada

TAMIZ ASTM	ANALISIS GRANULOMÉTRICO				1	2	3	MAC-2	
	ABERT. mm	Grava	Arena triturada	Filler	% Pasa	% Pasa	% Pasa		
1"	25.400								
3/4"	19.050	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	79.9	100.0		92.0	92.4	93.0	80.0	100.0
3/8"	9.525	52.5	100.0		81.0	82.0	83.4	70.0	88.0
1/4"	6.350								
N° 4	4.760	8.4	91.9		58.5	60.2	62.7	51.0	68.0
N° 6	3.360								
N° 8	2.380	0.2	60.1						
N° 10	2.000	0.1	54.7		32.8	33.9	35.6	38.0	52.0
N°16	1.190								
N° 20	0.840								
N° 30	0.590								
N° 40	0.426		24.9	100.0	15.0	15.4	16.2	17.0	28.0
N° 50	0.297								
N° 80	0.177		16.7	100.0	10.0	10.4	10.8	8.0	17.0
N° 100	0.149								
N° 200	0.074		11.5	98.8	6.9	7.1	7.5	4.0	8.0
-200	-								

Fuente: elaboración propia.

Se determino los tamaños de los agregados gruesos y finos (ver el grafico 1) mediante el tamiz se ha cumplido con las especificaciones normativas para el diseño de MAC-2 para luego obtener los porcentajes de peso de los materiales.

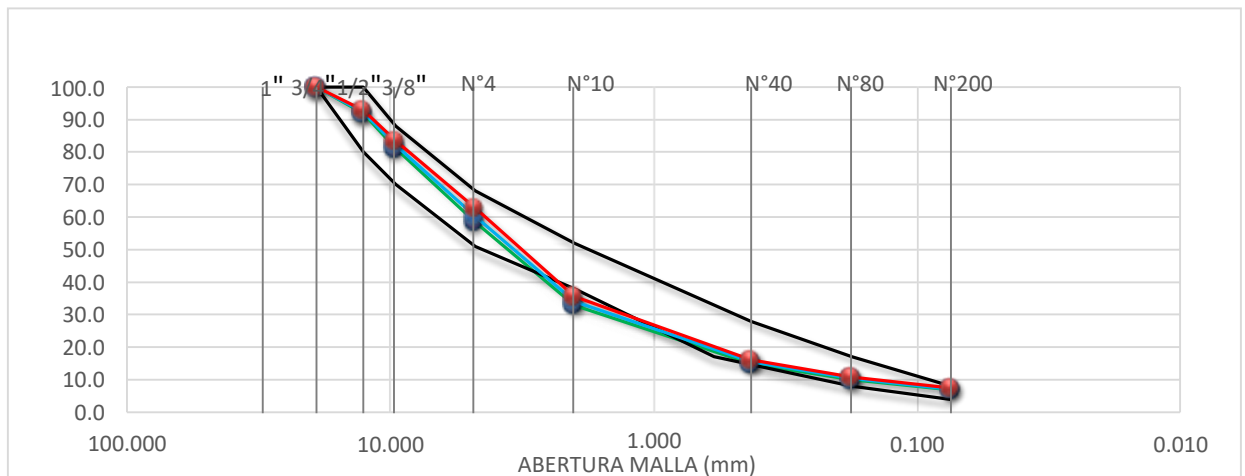


Gráfico 1. Curva granulométrica

Fuente: elaboración propia.

Interpretación

En el gráfico se aprecia la curva granulométrica, mediante los ensayos se obtuvo la dosificación de los agregados que ha sido de 35% de agregado grueso(grava) y 65% de agregado de Arena Triturada, por otro lado, se determinó que la malla N°10 y N°40 hay una observación que se tiene que corregir, esto quiere decir que se tomaría medidas correctivas para poder mejorar la gradación con fines de trabajo en obra.

Procedimiento Se ejecuto el ensayo Marshall en el laboratorio de acuerdo a la norma (ASTM D 1559 – MTC E 504), se realizó el diseño de mezcla asfáltica convencional y el diseño de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS, se obtuvo los resultados de aire, estabilidad y flujo.



Figura 27. Probetas



Figura 28. Ensayo Marshall

Objetivo 2 En este objetivo voy a determinar lo que se hizo los ensayos Marshall en el laboratorio, en la cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Ensayo Marshall de mezclas convencional

Tabla 5. Ensayo Marshall de mezcla asfáltica convencional (4.9 % Asfalto)

ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)					
ITEM	BRIQUETAS N°	1	2	3	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla		4.9		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla		35.48		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla		59.62		
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla		0.00		
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc		1.020		
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc		2.741		
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.721		
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc				
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc				
11	Altura promedio de la briqueta cm				
12	Peso de la briqueta al aire (gr)	1200.8	1197.6	1203.7	
13	Peso de la briqueta al agua por 60´(gr)	1205.9	1199.5	1205.1	
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)	699.0	697.2	702.6	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)	506.9	502.2	502.5	
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.369	2.385	2.395	2.383
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)		2.532		
18	% de Vacíos (ASTM D 3203)	6.4	5.8	5.4	5.9
19	Peso Específico Bulk Agregado Total		2.728		
20	Peso Específico Efectivo Agregado total		2.741		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado		0.17		
22	% de Asfalto Efectivo		4.74		
23	Relación Polvo/Asfalto		0.6		
24	V.M.A.	17.4	16.9	16.5	16.9
25	% vacíos llenos con C.A.	63.2	65.6	67.4	65.4
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	13.0	13.0	12.0	12.7
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1239	1224	1262	
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04	
29	Estabilidad Corregida	1289	1272	1312	1291
30	Estabilidad / Flujo	3965	3915	4375	4085

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se aprecia los resultados del ensayo Marshall, con 4.9% de cemento asfáltico convencional, la cual se obtuvo los resultados de aire, estabilidad y flujo.

Tabla 6. Ensayo Marshall de mezcla asfáltica convencional (5.4 % Asfalto)

ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)					
ITEM	BRIQUETA N°	1	2	3	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla		5.4		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla		35.29		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla		59.31		
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla		0.00		
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc		1.020		
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc		2.741		
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.721		
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc				
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc				
11	Altura promedio de la briqueta cm				
12	Peso de la briqueta al aire (gr)	1198.9	1201.3	1202.6	
13	Peso de la briqueta al agua por 60´(gr)	1200.3	1202.6	1203.8	
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)	700.6	700.3	701.0	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)	499.7	502.3	502.8	
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.399	2.391	2.392	2.394
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)		2.500		
18	% de vacíos (ASTM D 3203)	4.0	4.3	4.3	4.2
19	Peso Específico Bulk Agregado Total		2.728		
20	Peso Específico Efectivo Agregado total		2.726		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado		-0.04		
22	% de Asfalto Efectivo		5.43		
23	Relación Filler/Betún		0.7		
24	V.M.A.	16.8	17.1	17.1	17.0
25	% vacíos llenos con C.A.	76.0	74.6	74.7	75.1
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	13.0	14.0	14.0	13.7
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1297	1259	1235	
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04	
29	Estabilidad Corregida	1348	1309	1285	1314
30	Estabilidad / Flujo	4149	3740	3670	3853

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se aprecia los resultados del ensayo Marshall, con 5.4% de cemento asfáltico convencional, la cual se obtuvo los resultados de aire, estabilidad y flujo.

Tabla 7. Ensayo Marshall de mezcla asfáltica convencional (5.9 % Asfalto)

ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)					
ITEM	BRIQUETA N°	1	2	3	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla		5.9		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla		35.10		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla		59.00		
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla		0.00		
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc		1.020		
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc		2.741		
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.721		
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc				
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc				
11	Altura promedio de la briqueta cm				
12	Peso de la briqueta al aire (gr)	1197.2	1198.9	1196.2	
13	Peso de la briqueta al agua por 60´(gr)	1197.5	1199.3	1196.8	
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)	700.3	701.3	699.3	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)	497.2	498.0	497.5	
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.408	2.407	2.404	2.406
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)		2.487		
18	% de vacíos (ASTM D 3203)	3.2	3.2	3.3	3.2
19	Peso Específico Bulk Agregado Total		2.728		
20	Peso Específico Efectivo Agregado total		2.733		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado		0.07		
22	% de Asfalto Efectivo		5.84		
23	Relación Filler/Betún		0.8		
24	V.M.A.	17.0	17.0	17.1	17.0
25	% vacíos llenos con C.A.	81.2	81.2	80.6	81.0
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	16.0	16.0	14.0	15.3
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1217	1232	1224	
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04	
29	Estabilidad Corregida	1266	1282	1273	1274
30	Estabilidad / Flujo	3165	3204	3637	3336

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se aprecia los resultados del ensayo Marshall, con 5.9% de cemento asfáltico convencional, la cual se obtuvo los resultados de aire, estabilidad y flujo.

Tabla 8. Ensayo Marshall de mezcla asfáltica convencional (6.4 % Asfalto)

ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)					
ITEM	BRIQUETA N°	1	2	3	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla		6.4		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla		34.92		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla		58.68		
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla		0.00		
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc		1.020		
6	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc		2.741		
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.721		
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc				
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc				
11	Altura promedio de la briqueta cm				
12	Peso de la briqueta al aire (gr)	1195.0	1192.2	1198.5	
13	Peso de la briqueta al agua por 60´(gr)	1195.2	1192.6	1199.0	
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)	697.2	697.2	700.2	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)	498.1	495.5	498.8	
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.399	2.406	2.403	2.403
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)		2.461		
18	% de vacíos (ASTM D 3203)	2.5	2.2	2.4	2.4
19	Peso Específico Bulk Agregado Total		2.728		
20	Peso Específico Efectivo Agregado total		2.724		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado		-0.06		
22	% de Asfalto Efectivo		6.46		
23	Relación Filler/betún		0.9		
24	V.M.A.	17.7	17.5	17.6	17.6
25	% vacíos llenos con C.A.	85.9	87.3	86.5	86.6
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	16.0	16.0	17.0	16.3
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	988	999	1030	
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04	
29	Estabilidad Corregida	1028	1039	1071	1046
30	Estabilidad / Flujo	2569	2598	2520	2563

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se aprecia los resultados del ensayo Marshall, con 6.4% de cemento asfáltico convencional, la cual se obtuvo los resultados de aire, estabilidad y flujo.

Ensayo Marshall de mezclas asfálticas modificado con polímeros SBS

En la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS se elaboró con el porcentaje de 5% y 6%, la cual se puede apreciar en las siguientes tablas.

Tabla 9. Ensayo Marshall de mezcla asfáltica modificado (5.0 % Asfalto)

ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)								
ITEM	BRIQUETA N°	1	2	3	4	5	6	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla	35.27	35.27	35.27	35.27	35.27	35.27	
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc	1.025	1.025	1.025	1.025	1.025	1.025	
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc	2.711	2.711	2.711	2.711	2.711	2.711	
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc	2.666	2.666	2.666	2.666	2.666	2.666	
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Apare) gr/cc							
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente)							
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente)							
11	Altura promedio de la briqueeta cm							
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)	1210.4	1207.0	1207.8	1205.0	1206.5	1208.8	
13	Peso de la briqueeta al agua por 60´(gr)	1211.0	1207.3	1208.0	1205.7	1206.8	1209.5	
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)	706.0	704.1	704.0	701.9	704.5	705.7	
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc)	505.0	503.2	504.0	503.8	502.3	503.8	
16	Peso específico Bulk de la Briqueeta	2.397	2.399	2.396	2.392	2.402	2.399	2.398
17	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)	2.494	2.494	2.494	2.494	2.494	2.494	
18	% de vacíos (ASTM D 3203)	3.9	3.8	3.9	4.1	3.7	3.8	3.9
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total	2.719	2.719	2.719	2.719	2.719	2.719	
21	Asfalto Absorbido por el Agregado	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
22	% de Asfalto Efectivo	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	
23	Relación Polvo/Asfalto	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
24	V.M.A.	15.5	15.5	15.5	15.7	15.3	15.4	15.5
25	% vacíos llenos con C.A.	74.9	75.3	74.8	73.9	75.9	75.4	75.0
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	13.0	13.0	13.0	14.0	14.0	13.0	13.3
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1824	1798	1844	1776	1714	1901	
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	
29	Estabilidad Corregida	1897	1870	1918	1847	1783	1977	1882
30	Estabilidad / Flujo	5837	5754	5902	5277	5093	6083	5658

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se aprecia los resultados del ensayo Marshall, con 5.0% de cemento asfáltico modificado con el uso de polímero SBS, la cual se obtuvo los resultados de aire, estabilidad y flujo.

Tabla 10. Ensayo Marshall de mezcla asfáltica modificado (6.0 % Asfalto)

ITEM	BRIQUETA	1	2	3	4	5	6	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla	35.27	35.27	35.27	35.27	35.27	35.27	
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/c	2.711	2.711	2.711	2.711	2.711	2.711	
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc	2.666	2.666	2.666	2.666	2.666	2.666	
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc							
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc							
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc							
11	Altura promedio de la briqueta cm							
12	Peso de la briqueta al aire (gr)	1213.0	1210.1	1202.7	1200.4	1206.3	1203.5	
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)	1213.5	1210.3	1203.0	1200.9	1206.8	1203.8	
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)	706.0	705.1	704.0	701.9	704.5	701.7	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)	507.4	505.2	499.0	499.0	502.3	502.1	
16	Peso específico Bulk de la Briqueta	2.391	2.395	2.410	2.406	2.401	2.397	2.400
17	Peso Especifico Máximo – Rice (ASTM D 2041)	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	
18	% de vacíos (ASTM D 3203)	4.1	3.9	3.3	3.5	3.6	3.8	3.7
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total	2.715	2.715	2.715	2.715	2.715	2.715	
21	Asfalto Absorbido por el Agregado	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	
22	% de Asfalto Efectivo	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	
23	Relación Polvo/Asfalto	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
24	V.M.A.	15.7	15.6	15.0	15.2	15.4	15.5	15.4
25	% Vacíos llenos con C.A.	74.1	75.1	78.2	77.2	76.3	75.4	76.1
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	14.0	15.0	14.0	15.0	14.0	14.0	14.3
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	2065	1992	2039	2017	2009	2072	
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	
29	Estabilidad Corregida	2148	2072	2121	2098	2089	2155	2114
30	Estabilidad / Flujo	6136	5524	6059	5594	5970	6157	5907

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se aprecia los resultados del ensayo Marshall, con 6.0% de cemento asfáltico modificado con el uso de polímero SBS, la cual se obtuvo los resultados de aire, estabilidad y flujo.

Tabla 11. Peso Unitario

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
Peso Unitario A. Convencional	2.396		
Peso Unitario A. modificado con SBS 5%		2.398	
Peso Unitario A. modificado con SBS 6%			2.400

Fuente: elaboración propia.

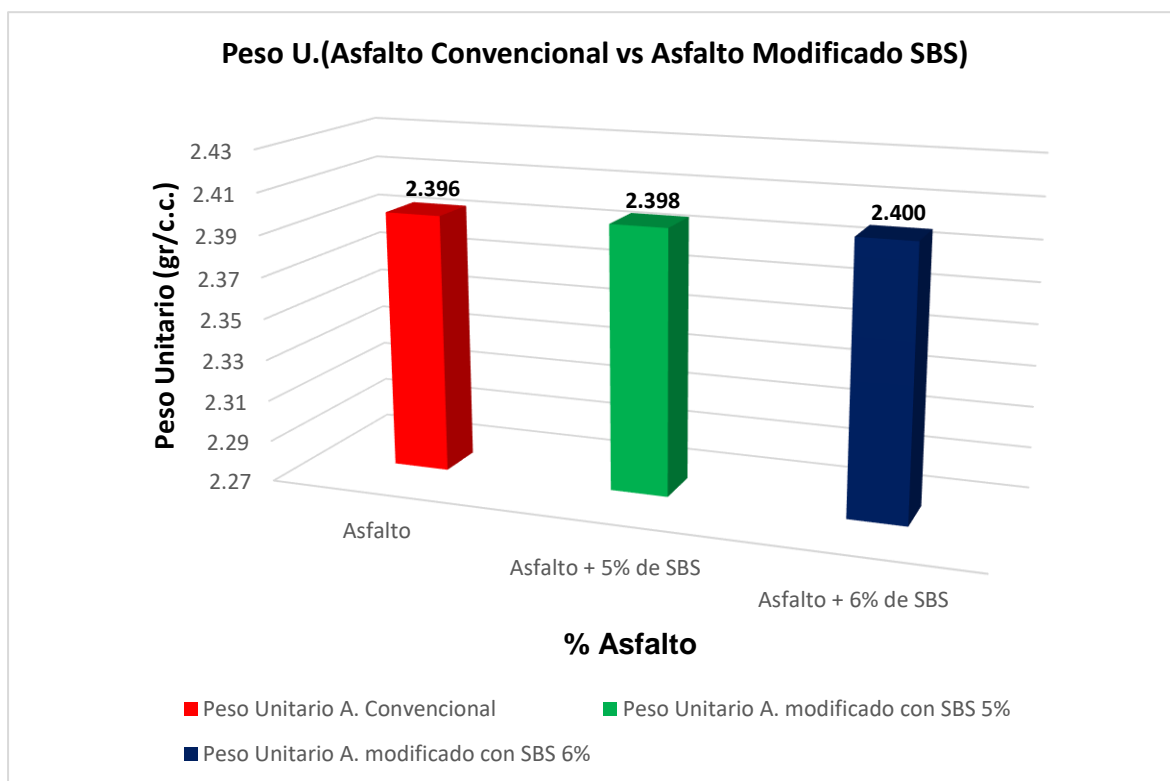


Gráfico 2. Cemento Asfáltico Vs Peso Unitario

Fuente: elaboración propia.

Interpretación

Se observa en el gráfico el peso unitario de la mezcla asfáltica convencional es de 2.396 gr/c.c. mientras que la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS de 5% y 6% tiene como resultado de 2.398 gr/c.c. y 2.400 gr/c.c. al tener máximo peso unitario nos indica que tendrá mayor densidad, eso quiere decir que obtendrá un pavimento duradero.

Tabla 12. Porcentaje de vacíos

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
Vacíos % A. Convencional	4.2		
Vacíos % A. modificado con SBS 5%		3.9	
Vacíos % A. modificado con SBS 6%			3.7

Fuente: elaboración propia.

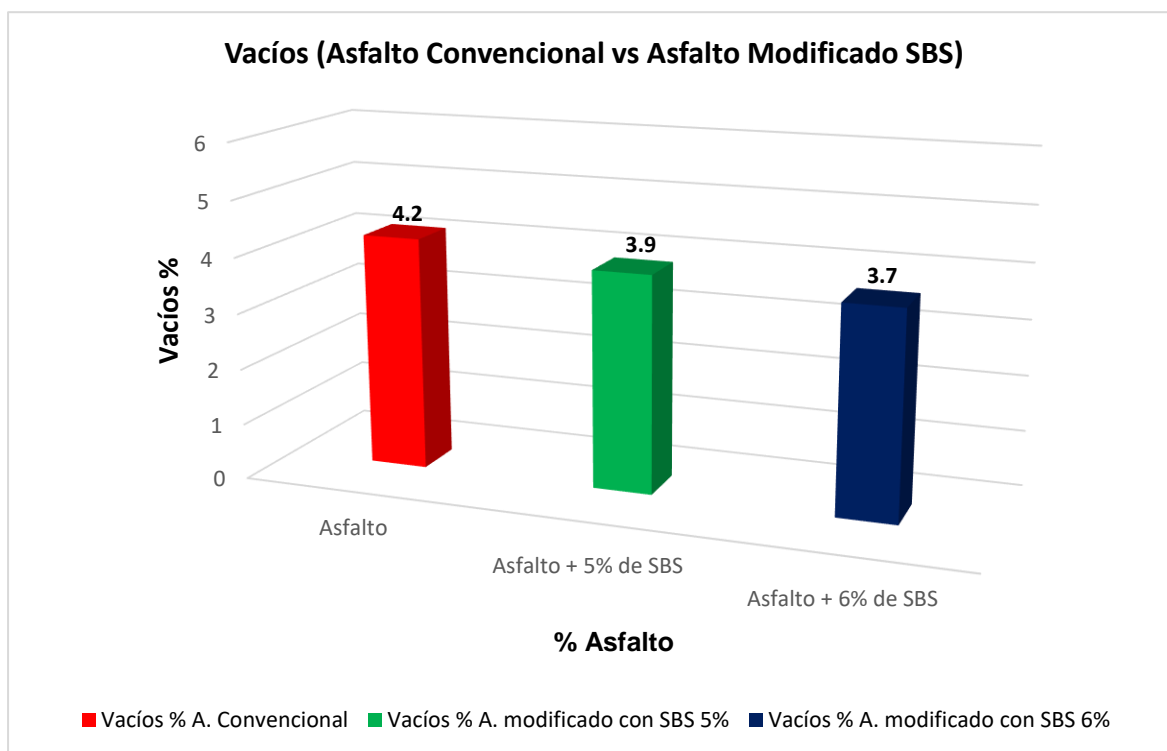


Gráfico 3. Cemento Asfáltico Vs Vacíos

Fuente: elaboración propia.

Interpretación

En el gráfico se observa el porcentaje de vacíos según la norma tiene que estar dentro del rango de 3% a 5%, se obtuvo en la mezcla asfáltica convencional es de 4.2% mientras que la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS de 5% y 6% tiene como resultado de 3.9% y 3.7%, comparando ambos ensayos se determinó que el asfalto modificado tiene porcentajes de vacíos mínimos, esto influye a tener menor permeabilidad de la mezcla y al tener el porcentaje de vacíos superior a 5% la mezcla puede sufrir deterioros u otras señas que puede producir a la estructura del pavimento.

Tabla 13. Porcentaje de V.M.A (Vacíos del agregado mineral)

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
V.M.A % A. Convencional	16.9		
V.M.A % A. modificado con SBS 5%		15.5	
V.M.A % A. modificado con SBS 6%			15.4

Fuente: elaboración propia.

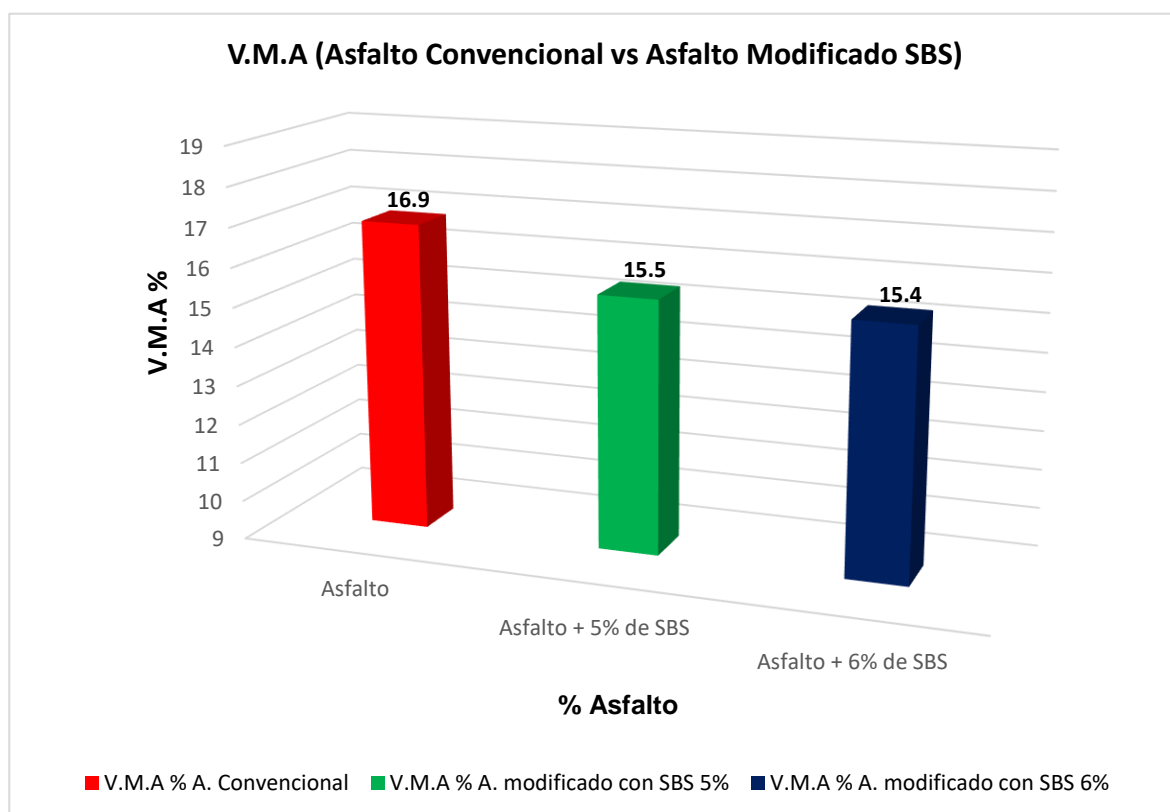


Gráfico 4. Cemento Asfáltico Vs V.M.A

Fuente: elaboración propia.

Interpretación

En el gráfico se aprecia los porcentajes de V.M.A (Vacíos del agregado mineral), se obtuvo en la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímeros SBS de 5% y 6% tiene como resultado de 15.5% y 15.4%, es menor frente a la mezcla asfáltica convencional de 16.9%, es decir al tener menor porcentaje V.M.A (Vacíos del agregado mineral), logra tener un espesor duradero en la película de asfalto para así evitar su desprendimiento.

Tabla 14. Porcentaje de Vacíos Llenos C.A

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
Vacíos Llenos C.A. % A. Convencional	74.2		
Vacíos Llenos C.A. % A. modificado con SBS 5%		75.0	
Vacíos Llenos C.A. % A. modificado con SBS 6%			76.1

Fuente: elaboración propia.

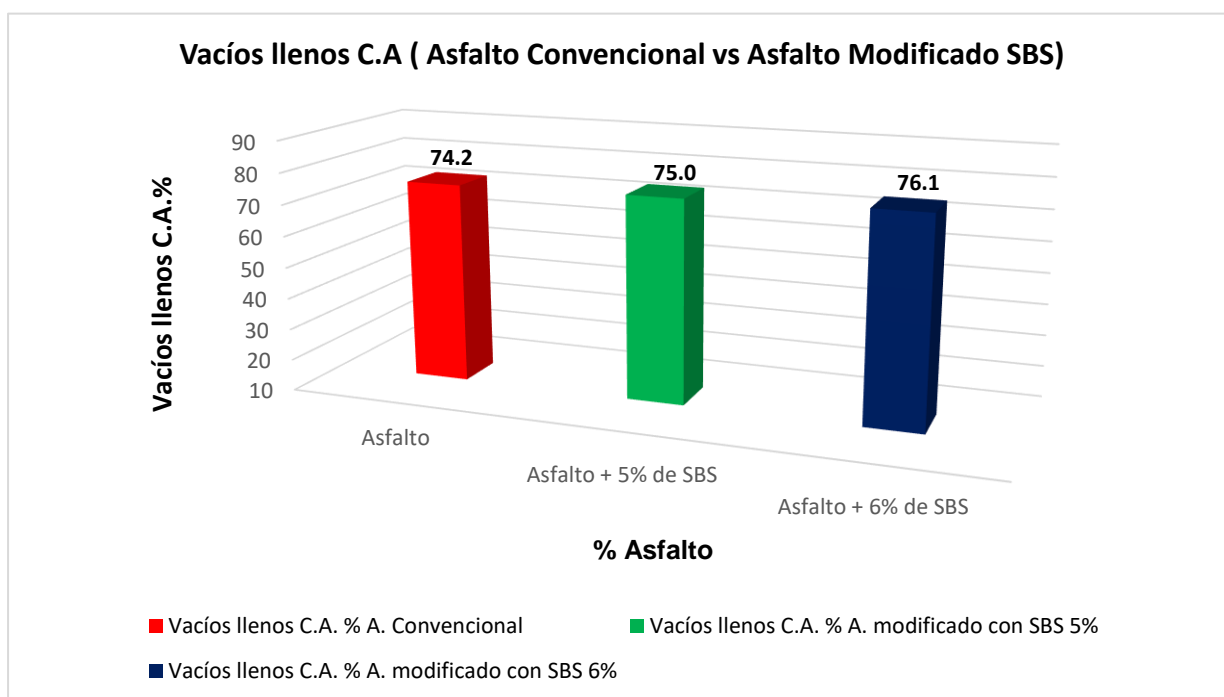


Gráfico 5. Cemento Asfáltico Vs Vacíos Llenos C.A.

Fuente: elaboración propia.

Interpretación

Los vacíos llenos de asfalto son el porcentaje de vacíos del agregado mineral (V.M.A) que contiene ligante asfáltico, donde la mezcla asfáltica convencional presenta 74.2% frente a la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS de 5% y 6% tiene como resultado de 75.0% y 76.1%, es decir que la mezcla asfáltica modificado de 6% tiene un resultado mayor por lo cual puede presentar exudación cuando es colocado en la obra, al corto plazo puede producir al pavimento susceptibles a deterioro, ya que al tener el porcentaje mínimo a 75% tendrá un resultado óptimo para el desempeño de la mezcla.

Tabla 15. Flujo

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
Flujo A. Convencional	14.0		
Flujo A. modificado con SBS 5%		13.3	
Flujo A. modificado con SBS 6%			14.3

Fuente: elaboración propia.

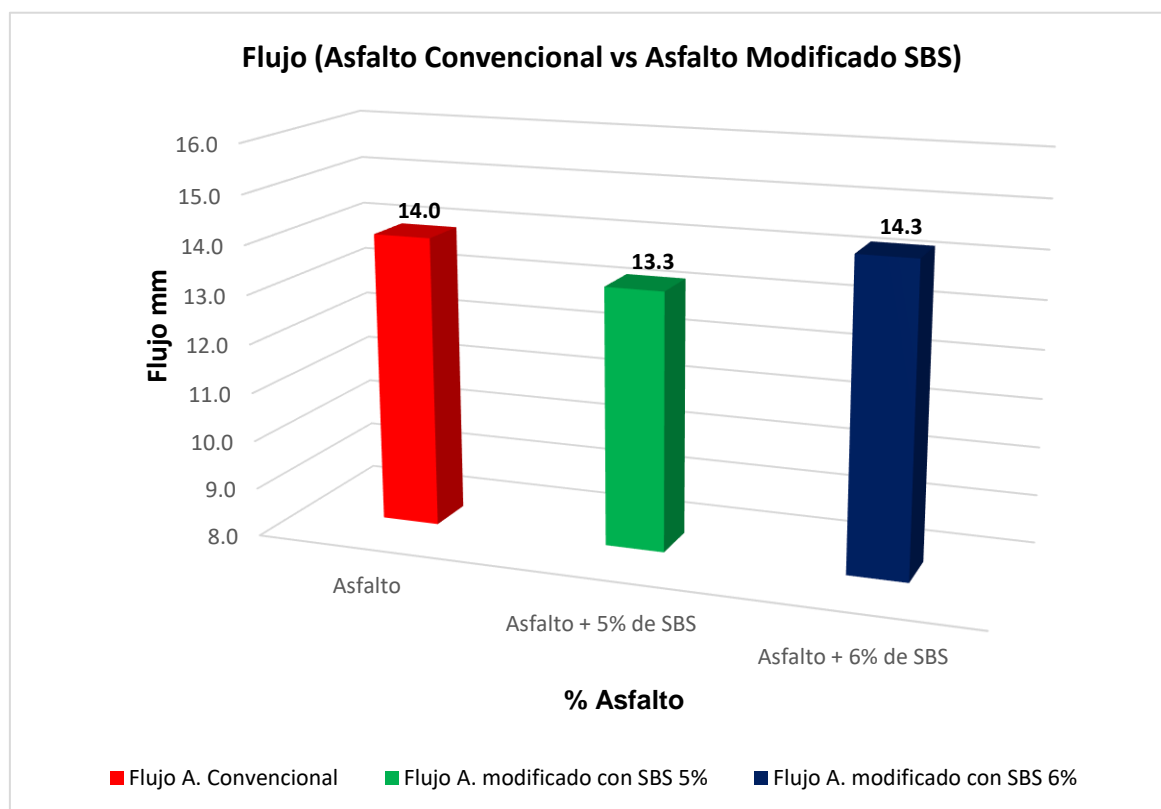


Gráfico 6. Cemento Asfáltico Vs Flujo
Fuente: elaboración propia.

Interpretación

En el gráfico se aprecia el flujo que mide la deformación mediante el ensayo de estabilidad, donde los resultados de la mezcla asfáltica convencional muestran un 14.0 mm y la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS de 5% y 6% presenta un 13.3% y 14.3%, estos valores obtenidos representan el comportamiento de la hora de la deformación durante la acción de cargas, en la cual al tener mayor fluencia puede causar demasiada plasticidad, eso quiere decir que se va a deformarse fácilmente bajo las cargas de tránsito.

Tabla 16. Estabilidad

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
Estabilidad A. Convencional	1330.5		
Estabilidad A. modificado con SBS 5%		1882.0	
Estabilidad A. modificado con SBS 6%			2114.0

Fuente: elaboración propia.

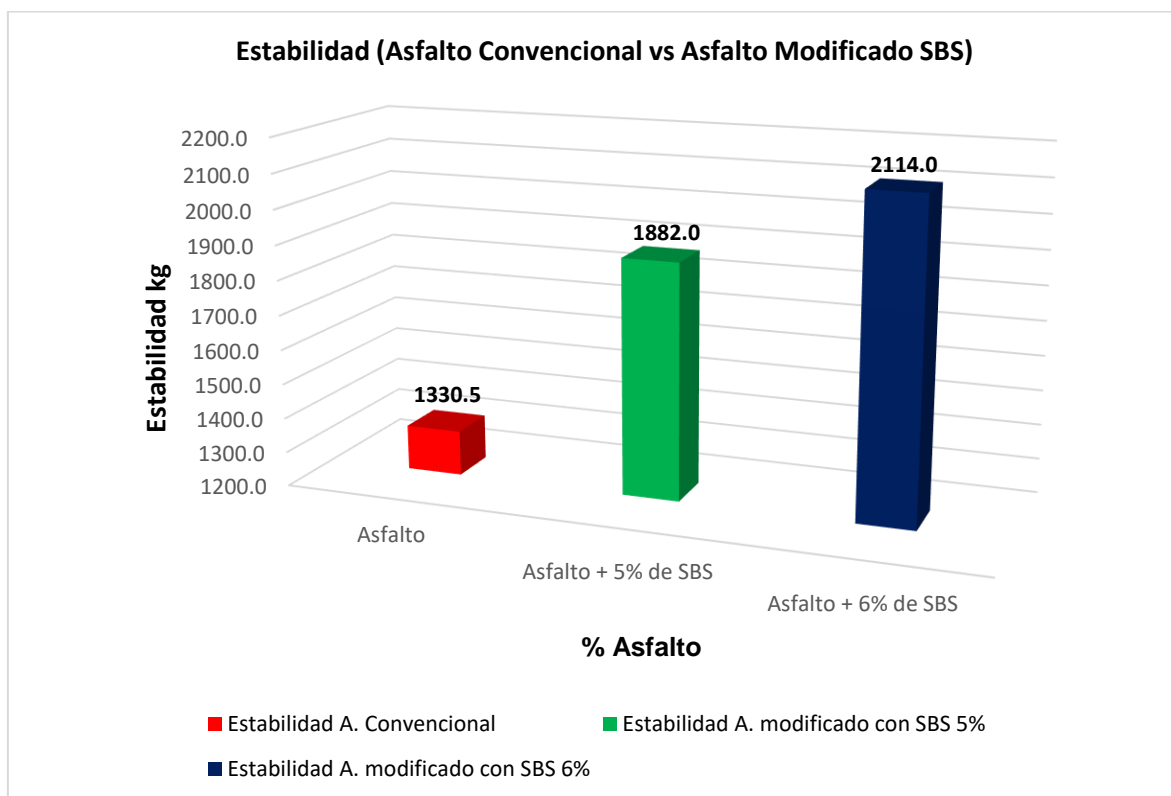


Gráfico 7. Cemento Asfáltico Vs Estabilidad
Fuente: elaboración propia.

Interpretación

En el gráfico se observa la estabilidad mediante los resultados de la mezcla asfáltica convencional es de 1330.5 kg, es menor frente a la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS de 5% y 6% tiene como resultado 1882.0 kg y 2114.0 kg, esto quiere decir que al añadir el polímero SBS a la mezcla asfáltica en caliente, tiene la capacidad de soportar el desplazamiento y deformaciones bajo las cargas de tránsito pesado, evitando deterioros y otras señas que puede producir cambios en el asfalto.

Procedimiento Se realizó el ensayo Marshall en el laboratorio mediante la norma (ASTM D 1559 – MTC E 504), donde se ejecutó el diseño de mezcla asfáltica convencional y el diseño de mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS, se determinó la relación entre la estabilidad/flujo.



Figura 29. Rotura de las briquetas



Figura 30. Briquetas ensayadas

Objetivo 3 En este objetivo voy a determinar lo que se hizo los ensayos en el laboratorio, en la cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 17. Índice de resistencia

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
Relación Estabilidad/Flujo A. Convencional	3803.2		
Relación Estabilidad/Flujo A. modificado con SBS 5%		5658.0	
Relación Estabilidad/Flujo A. modificado con SBS 6%			5907.0

Fuente: elaboración propia.

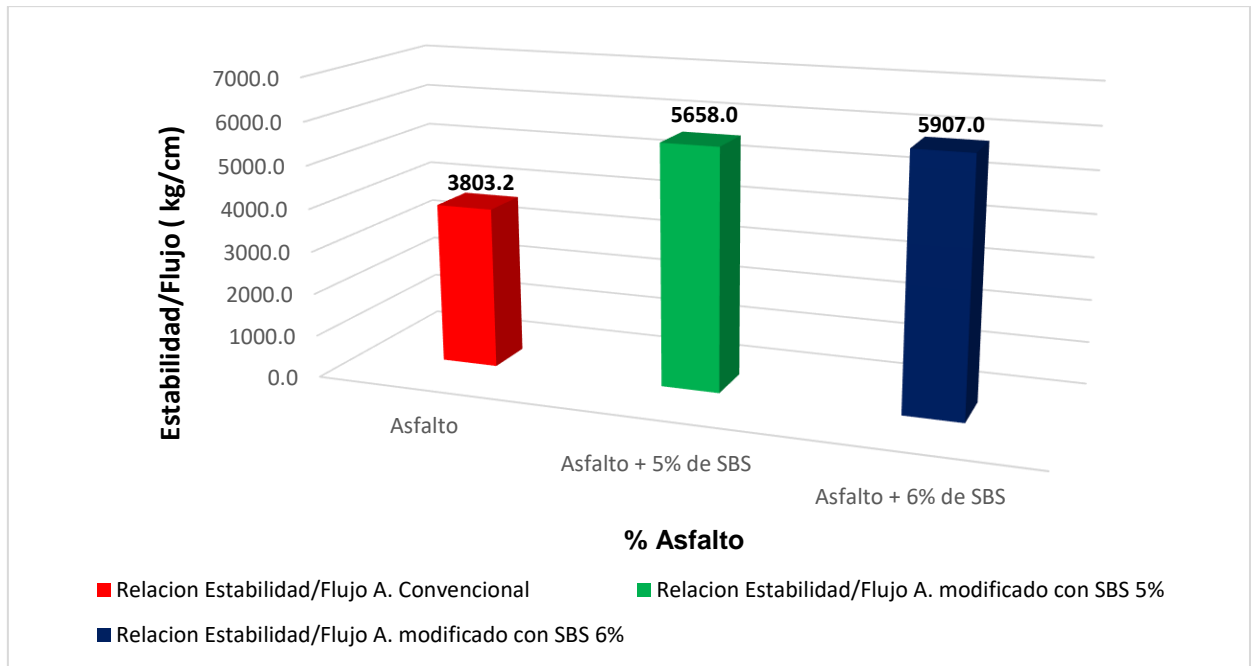


Gráfico 8. Índice de resistencia

Fuente: elaboración propia.

Interpretación

En el grafico se aprecia el índice de la resistencia de la mezcla asfáltica convencional es de 3803.2 kg/cm y la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS de 5% y 6% tienes como resultado 5658.0 kg/cm y 5907.0 kg/cm, se logra comprobar que al añadir el polímero SBS a la mezcla asfáltica en caliente, influye a tener mejor resistencia a la carga de tránsito, además aporta mayor durabilidad a posibles deformaciones.

V. DISCUSIÓN

Los ensayos de los agregados se realizaron mediante la norma MTC EG – 2013, para así ejecutar el control de calidad de los materiales y el tipo de gradación que se utilizó en el diseño de mezcla asfáltica convencional y el diseño de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS, estos procesos se han empleado para lograr mejores materiales para iniciar los ensayos.



Figura 31. Peso de cada agregado óptimo



Figura 32. Mezclando los agregados con las mezclas asfálticas

Según Aimacaña (2017) en su resultado de su tesis muestra el porcentaje de vacíos en ambos diseños de mezcla asfáltica convencional es de 4% y la mezcla asfáltica con el uso de polímeros SBS es de 3%, según se ha determinado en este presente investigación, se llegó a obtener el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica convencional es de 4.2% y la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS de 5% y 6% tiene como resultado 3.9% y 3.7%, comparando ambos proyectos el diseño de mezcla asfáltica convencional tienes mayor porcentaje de vacíos frente al diseño de la mezcla asfáltica modificado con polímeros SBS tiene mínimo, es decir al presentar porcentaje de vacíos mínimo es propenso a ser permeables y al tener el porcentaje de vacíos superior a 5% la mezcla puede sufrir deterioros u otras señas que puede producir a la estructura del pavimento, de acuerdo a la norma tiene que estar dentro del rango de 3% a 5%.



Figura 33. Determinar el porcentaje de vacíos

Según Gargate y Huamani (2018) en su tesis determino ambos diseños de mezclas para obtener el índice de resistencia de la mezcla asfáltica convencional es de 3983.2 kg/cm y la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS es de 6655.2 kg/cm, según se ha determinado en este presente investigación, se llegó a obtener el índice de resistencia de la mezcla asfáltica convencional es de 3803.2 kg/cm y la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS de 5% y 6% tienes como resultado 5658.0 kg/cm y 5907.0 kg/cm, se logra comprobar que al añadir el polímero SBS a la mezcla asfáltica en caliente mejora la resistencia a la carga de tránsito, además aporta mayor durabilidad a posibles deformaciones.



Figura 34. Resultados de índice de resistencia

Según Estrada (2017) en su tesis determino ambos diseños de mezclas para obtener los valores de estabilidad de la mezcla asfáltica convencional es de 1382 kg/cm y la mezcla asfáltica con el uso de polímeros SBS es de 2047 kg/cm, según se ha determinado en este presente investigación, se llegó a obtener los valores de estabilidad de la mezcla asfáltica convencional es de 1330.5 kg/cm y la mezcla asfáltica modificado con polímeros SBS de 5% y 6% tienes como resultado 1882.0 kg/cm y 2114.0 kg/cm, comparando ambos proyectos el diseño de mezcla asfáltica convencional tienes menos valor de estabilidad frente al diseño de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS tiene mayor valor de estabilidad, es decir que al tener alta estabilidad tiene capacidad de soportar el desplazamiento y deformaciones bajo las cargas de tránsito pesado, evitando deterioros y otras señas que puede producir cambios en el asfalto.



Figura 35. Resultados de estabilidad

Según Gargate y Huamani (2018) en su tesis determino ambos diseños de mezclas para obtener el flujo que mide la deformación mediante el ensayo de estabilidad, donde los resultados de mezcla asfáltica convencional es de 14.0 mm y la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS es de 13.8 mm, según se ha determinado en este presente investigación, se llegó a obtener el flujo de mezcla asfáltica convencional es de 14.0 mm y la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS de 5% y 6% tienes como resultado 13.3 mm y 14.3 mm, estos valores obtenidos representan el comportamiento de la hora de la deformación durante la acción de cargas, al tener alta carga de fluencia tendrá demasiada plasticidad, esto va a generar deformaciones fácilmente ocasionadas por la acción de las cargas del tránsito pesado.



Figura 36. Resultados de flujo

Según Gargate y Huamani (2018) en su resultado de su tesis muestra el porcentaje de V.M.A (Vacíos del agregado mineral), en ambos diseños de la mezcla asfáltica convencional es de 16.3 % y la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS es de 14.9%, según se ha determinado en este presente investigación, se llegó a obtener los porcentaje de V.M.A de la mezcla asfáltica convencional es de 16.9% y la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímeros SBS de 5% y 6% tienes como resultado 15.5% y 15.4%, comparando ambos proyectos el diseño de la mezcla asfáltica convencional tienes mayor porcentaje de V.M.A frente al diseño de la mezcla asfáltica modificado con polímeros SBS tiene menor porcentaje de V.M.A, es decir al tener menor porcentaje V.M.A (Vacíos del agregado mineral), logra tener un espesor duradero en la película de asfalto para así evitar su desprendimiento.

VI. CONCLUSIONES

Los ensayos de los agregados se elaboraron mediante la norma MTC EG – 2013, para así realizar el control de calidad de los materiales adecuados y el tipo de gradación se utilizó en el diseño de la mezcla asfáltica convencional y el diseño de la mezcla asfáltica modificado con polímeros SBS, al emplearse el proceso se ha obtenido en ambos materiales un resultado trabajable.

Se evidencia los porcentajes de vacíos en ambos diseños de la mezcla asfáltica convencional es de 4.2% y la mezcla asfáltica modificado con polímeros SBS de 5% y 6% tiene como resultado 3.9% y 3.7%, cumple con la norma dentro del rango de 3% a 5%, al presentar porcentaje de vacíos mínimos es propenso a ser permeables y al tener el porcentaje de vacíos superior a 5% la mezcla puede sufrir deterioros u otras señas que puede producir a la estructura del pavimento.

Mediante el ensayo realizado se puedo comprobar el índice de resistencia, de la mezcla asfáltica convencional es de 3803.2 kg/cm y la mezcla asfáltica modificado con polímeros SBS de 5% y 6% tienes como resultado 5658.0 kg/cm y 5907.0 kg/cm, es decir que la mezcla asfáltica modificado con polímeros SBS mejora la resistencia de las mezclas asfálticas y aporta mayor durabilidad a posibles deformaciones u otras señas que puede producir cambios en la carpeta de rodadura a futuro.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir cada procedimiento de la granulometría de los agregados finos y gruesos de acuerdo a la norma MTC EG – 2013, para así garantizar una mezcla trabajable y establecer la cantidad necesarias para su empleo.

Se sugiere tener en cuenta en revisar los porcentajes de vacíos de acuerdo a la norma MTC EG – 2013, que está en la sección 423 la cual menciona los porcentajes de vacíos que debe estar en un rango de 3% a 5%.

Se recomienda aplicar la mezcla asfáltica con el uso de polímeros SBS, ya que brinda mayor vida útil al pavimento asfáltico además disminuye costos y aumenta la durabilidad de las condiciones climatológicas.

Se recomienda seguir investigando las mezclas asfálticas modificadas con otros tipos de polímeros, para así aportar las investigaciones a la sociedad y tener una mejor trabajabilidad en las vías.

REFERENCIAS

ASKELAND, Donald. 1998. Ciencia e ingeniería de los materiales. 3 ed. Mexico : Internacional thomson, 1998.

ESTRADA, Victor. 2017. Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBS PG 70 -28, Cuzco – 2017. Tesis (título de ingeniero civil). Cuzco : Universidad Andina Del Cuzco , 2017.

GARGATE, Felipe y Huamani Jheyson. 2018. Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018, Lima - 2018. Tesis (título de ingeniero civil). Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2018.

HERMIDA, Elida. 2011. Polimeros. 1 ed. Argentina : Instituto Nacional de Educación Tecnológico, 2011.

HERNANDEZ , Roberto, Fernandez, Carlos y Baptista . 2014. Metodología de la investigación . 6 ed. Mexico : Mc graw hill, 2014.

INFANTE , Carlos y Vasquez Deynis,. 2016. Estudio comparativo del método convencional y uso de los polímeros eva y sbs en la aplicación de mezclas asfálticas, Pimentel – 2016. Tesis (título de ingeniero civil). Pimentel : Universidad Señor de Sipan, 2016.

JUAREZ, David, Ferrandiz, Santiago y Balart Rafael. 2015. Análisis del estado del arte de elastómeros termoplásticos y mejora del confort térmico para el sector de ortopedia del pie y puericultura ligera. 1 ed. Valencia : Universidad politécnica de valencia, 2015.

LOPEZ, Francisco, Mendizabal, Eduardo y Ortega, Pedro. 2015. Introducción a la Ciencia de los Polímeros. Mexico : Universidad de Guadalajara, 2015.

MINISTERIO de transporte y comunicaciones. Manual de carreteras. 2013. Perú : Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2013.

MINISTERIO de Transportes y comunicaciones. Manual de Ensayo. 2016. Lima : Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016.

NTP 400.012. 2018. Perú : Inacal, 2018, Norma Técnica Peruana. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-de-tacna/tecnologia-del-concreto/otros/ntp400-norma-tecnica-peruana-granulometria-de-los-agregados/4659039/view>.

ORTIZ, Nathaly. 2019. Diseño de mezcla asfálticas con agregados pétreos y polímeros tipo I aplicando al pavimento flexible, Ecuador – 2019. Tesis (título de ingeniero civil). Ecuador : Universidad de Especialidades Espíritu Santo, 2019.

REVISTA Carreteras. 2016. Argentina : asociación argentina de carreteras, 2016. https://issuu.com/asociacionargentinadecarreteras/docs/carreteras_223.

REVISTA Carreteras. 2018. Argentina : asociación argentina de carreteras, 2018. https://issuu.com/asociacionargentinadecarreteras/docs/carreteras_230.

REVISTA el ingeniero. 2010. Lima : Colegio de ingeniero del Peru, 2010. <https://issuu.com/cippuno/docs/elingeniero8>.

REVISTA imt. 2005. Mexico : Instituto mexicano del transporte, 2005. https://www.academia.edu/21529934/AN%C3%81LISIS_COMPARATIVO_DE_LOS_M%C3%89TODOS_MARSHALL_Y_SUPERPAVE_PARA_COMPACTACI%C3%93N_DE_MEZCLAS_ASF%C3%81LTICAS.

REVISTA imt. 2004. Mexico : instituto mexicano del transporte , 2004.
https://www.academia.edu/31391686/ASPECTOS_DEL_DISE%C3%91O_VOLUMEN%20TRICO_DE_MEZCLAS_ASF%C3%81LTICAS.

REVISTA métodos y materiales. 2015. Costa Rica : universidad de Costa Rica, 2015. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales/article/view/29703/29813>.

REVISTA Perú vías. 2013. Perú : M Y D Corporación Asociados S.A.C., 2013.
<https://es.calameo.com/read/00152511709122ad213c1>.

REVISTA técnica asfáltico. 2017. Mexico : Asociación Mexicana del Asfalto, 2017. https://issuu.com/amaacmx/docs/asfa__ltica_51.

RONDON, Hugo y Reyes Fredy. 2015. Pavimentos materiales, construcción y diseño. 1 ed. Bogotá : Ecoe ediciones, 2015.

THE Institute Asphalt. 1969. <https://docplayer.es/73873410-Del-asfaltq-manual-manuel-velazquez-the-asphalt-institute-productos-asfalticos-s-a-proas-urmo-s-a-de-ediciones-con-la-colaboracion-de.html>. España : Urmo, 1969.

VALDIVIA, Vitmer. 2017. Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al 57- Comas, Lima 2017, Lima – 2017. Tesis (título de ingeniero civil). Lima : Universidad César Vallejo, 2017.

AIMACAÑA, Juan. 2017. Estudio Comparativo Del Comportamiento A Compresión De Pavimentos Asfálticos A Base De Polímeros Y Pavimentos Flexibles Tradicionales, Ecuador – 2017. Tesis (título de ingeniero civil). Ecuador: Universidad Técnica De Ambato, 2017.

BISSO, Ricardo. 2016. Especialización de asfalto modificado con polímero. Revista Perú vías, (36): 14-15, 2016

CONEJO, Duwan y Vargas, Santiago. 2017. Análisis comparativo del comportamiento mecánico de mezclas de concreto asfáltico Tipo 2 (MDC-19) con adición de polímeros, Bogotá – 2017. Tesis (título de ingeniero civil). Bogotá: Universidad Católica De Colombia, 2017.

CONDOR, Julio. 2014. Comportamiento del asfalto PEN 85/100 modificado con polímeros SBS aplicado en el mantenimiento de carreteras costeras aplicación Sullana - Aguas verdes, Lima - 2014. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional De Ingeniería, 2014.

GARGATE, Felipe y Huamani, Jheyson. 2018. Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - lima 2018, Lima– 2018. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

ESCALANTE, Jorge y Fernandes, Jose. Evaluación del comportamiento a la fatiga de mezcla asfáltica convencional y modificado con polímero SBS. Revista Perú vías, (15): 41-46,2014.

HERNANDEZ, Juan y Rosero, Darwin. 2018. Rehabilitación de pavimentos con mezclas asfálticas convencionales y modificadas con polímeros en la malla vial del municipio de itagüí, Medellín - 2014. Tesis (título de especialización en vías y transporte). Medellín: Universidad De Medellín, 2018.

MAZUMDER, Mithil. 2016. Performance Properties Of Polymer Modified Asphalt (Pma) Binders Containing Wax Additives, Texas – 2016. Thesis (Master in Civil Engineering). Texas: Texas State University, 2016.

PAY, Peter. 2017. Effect of polymer modified bitumen on deformation characteristics of low-traffic asphalt pavements, Canada – 2017. Thesis (Master in Civil Engineering). Canada: Norwegian University of Science and Technology, 2017.

QABUR, Ali. 2018. Fatigue Characterization of Asphalt Mixes with Polymer Modified Asphalt Cement, Canada – 2018. Thesis (Master of Applied Science in Civil Engineering). Canada: University Of Waterloo, 2018.

VASQUEZ, idalit. 2010. Ventaja y Desventaja del uso de polimeros en los asfaltos. Tesis (título de ingeniero civil). Mexico : Universidad veracruzana, 2010.

FACULTAD de ciencia y tecnología. 2004. Manual completo diseño de pavimentos. bolivia : Universidad Mayor de San Simón, 2004.

REVISTA vialidad y transporte. 2015. Lima: G7 consultores SAC, 2015. https://issuu.com/vialidadytransporte/docs/vialidad_y_transporte_edici__n_n____

VERA, Jonathan y Radice, Alejandro. Mezcla asfáltica sostenible en las rutas de lima. Revista vialidad y transporte, (03): 71-77,2015.

TORRES, Rafael y Castro, Javier. 2002. Analisis y simulación de procesos de refinación del petróleo. Mexico : Instituto Politécnica Nacional, 2002.

REVISTA técnica asfáltica.2016. México: Asociación mexicana del asfalto A.C, 2016 https://issuu.com/amaacmx/docs/asf__ltica_47

REVISTA carreteras. 2007. España: Asociación española de la carretera, 2007. <http://www.institutoivia.com/revista%20carreteras/REVISTA%20155%20AEC.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición concepto	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
UTILIZACION DE POLIMERO SBS	El asfalto modificado optimiza ya que son obtenidas por la combinación de polímeros.	Al modificar la mezcla asfáltica con la aplicación de polímero, procede una alteración que pueda obtener un notable mejoramiento de compactación y estabilidad.	Tipos de Modificación	Elastómeros	Razón
			Dosificación	5% y 6%	Razón
			Solidez	- Punto de ablandamiento - Viscosidad	Razón
MEZCLA ASFALTICA CALIENTE	La mezcla asfáltica está compuesta con aglomerantes de materiales, así como propiedades.	La mezcla asfáltica es la unión entra el asfalto, así como el agregado de minerales utilizando a cierta temperatura para que implique una notable trabajabilidad para las vías.	Agregado extraído	Granulometría	Razón
			Vacíos	- Vacíos de aire	Razón
			Resistencia	- Flujo - Estabilidad	Razón

Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores		METODOLOGIA
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es el análisis del comportamiento de las propiedades de las mezclas asfálticas modificado con el uso de polímeros SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019?</p> <p>Problemas específico</p> <p>¿De qué manera contribuye las mezclas asfálticas en el agregado extraído modificado con el uso de polímeros SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019?</p> <p>¿Cuál influye el uso de polímeros SBS en los vacíos de las mezclas asfálticas en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019?</p> <p>¿Cuál es la resistencia de las mezclas asfálticas modificada con el uso de polímeros SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Analizar el comportamiento de las propiedades de las mezclas asfálticas modificado con el uso de polímeros SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar cómo influye el agregado extraído de las mezclas asfálticas modificado con el uso de polímeros SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.</p> <p>Demostrar cómo influye el uso de polímeros SBS en los vacíos de las mezclas asfálticas en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.</p> <p>Determinar cómo influye el uso de polímeros SBS en la resistencia de las mezclas asfálticas en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La utilización de polímeros SBS podrá mejorar el comportamiento de las propiedades de las mezclas asfálticas en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.</p> <p>Hipótesis específicos</p> <p>El uso de polímeros SBS modificado con las mezclas asfálticas contribuirá con el agregado extraído usando los polímeros SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.</p> <p>La integración de los polímeros SBS podrá influir en los vacíos de las mezclas asfálticas en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.</p> <p>Los polímeros SBS modificado con las mezclas asfálticas podrá influir en la resistencia en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019.</p>	VARIABLE 1 USO DE POLIMERO SBS		<p>Diseño: Experimental</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Explicativo</p> <p>Población: Ensayo de laboratorio</p> <p>Técnica: Observación</p> <p>Instrumento: Ficha de recolección de datos obtenido mediante el ensayo de laboratorio.</p>
			DIMENSIONES	INDICADORES	
			Tipo de Modificación	Elastómeros	
			Dosificación	5% y 6%	
			Solidez	-Punto de ablandamiento -Viscosidad	
			VARIABLE 2 MEZCLA ASFALTICA CALIENTE		
			DIMENSIONES	INDICADORES	
			Agregado extraído	Granulometría	
			Vacíos	Vacíos de aire	
			Resistencia	- Flujo - Estabilidad	

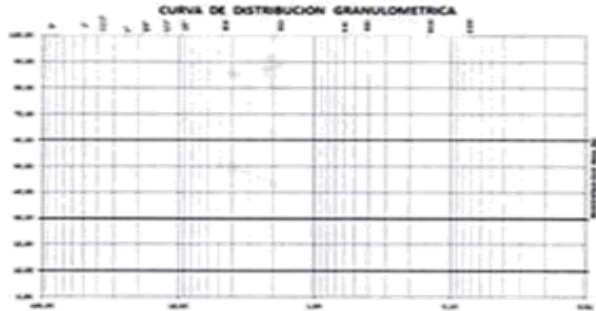
Anexo 2. Instrumento de los ensayos

FORMATO DE FICHA TECNICA

Proyecto : "Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019"

Nombre y Apellido : Yerson Epifaneo Human Arevalo

Granulometría				
Mallas	Aberturas	Retiene (%)	Pasa (%)	Gradación
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
1/4"				
Nº4				
Nº6				
Nº8				
Nº10				
Nº16				
Nº20				
Nº30				
Nº40				
Nº50				
Nº60				
Nº100				
Nº200				



Ensayo Marshall				
Nº	NUMERO DE BRIQUETAS	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO
1	PORCENTAJE DEL CEMENTO ASFALTICO PESO DE LA MEZCLA TOTAL			
2	PORCENTAJE DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA (MÍNIMO 65% PASA N° 200)			
3	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)			
4	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)			
5	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)			
6	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)			
7	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)			
8	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)			
9	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)			
10	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)			
11	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D 2041 - RICE			
12	% DE VACÍOS			
13	VACIO DEL AGREGADO MINERAL (%)			
14	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			
15	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFALTICO (%)			
16	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			
17	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			
18	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			
19	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)			
20	FLUJO (mm)			
21	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)			
22	FACTOR DE ESTABILIDAD			
23	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)			

Nombre: *Jorge Antonio*
 Apellido: *Vidal Navarrete*
 CIP: *141775*

Sello: *[Signature]*
JORGE ANTONIO VIDAL NAVARRETE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 141977

Instrumento de los ensayos

FORMATO DE FICHA TECNICA

Proyecto : "Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019"
 Nombre y Apellido : Yerson Epifaneo Huaman Arevalo

Granulometria				
Mallas	Aberturas	Retiene (%)	Pasa (%)	Gradacion
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
1/4"				
Nº4				
Nº6				
Nº8				
Nº10				
Nº16				
Nº20				
Nº30				
Nº40				
Nº50				
Nº60				
Nº100				
Nº200				



Ensayo Marshall				
Nº	NUMERO DE BRIQUETAS	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO
1	PORCENTAJE DEL CEMENTO ASFALTICO PESO DE LA MEZCLA TOTAL			
2	PORCENTAJE DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA (MÍNIMO 65% PASA Nº 200)			
3	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)			
4	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)			
5	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)			
6	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)			
7	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)			
8	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)			
9	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)			
10	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)			
11	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D 2041 - RICE			
12	% DE VACÍOS			
13	VACIO DEL AGREGADO MINERAL (%)			
14	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			
15	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFALTICO (%)			
16	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			
17	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			
18	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			
19	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)			
20	FLUJO (mm)			
21	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)			
22	FACTOR DE ESTABILIDAD			
23	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)			

Nombre: MELIENCA
 Apellido: SALVADOR RAFAEL
 CIP: 197316

Sello: Melienca B. Salvador Rafael
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP N° 197316

Instrumento de los ensayos

FORMATO DE FICHA TECNICA

Proyecto : "Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019"

Nombre y Apellido : Yerson Epifanio Huaman Arevalo

Granulometria				
Mallas	Aberturas	Retiene (%)	Pasa (%)	Gradacion
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
1/4"				
N#4				
N#6				
N#8				
N#10				
N#16				
N#20				
N#30				
N#40				
N#50				
N#80				
N#100				
N#200				



Ensayo Marshall				
Nº	NUMERO DE BRIQUETAS	PRIMERO	SENGUNDO	TERCERO
1	PORCENTAJE DEL CEMENTO ASFALTICO PESO DE LA MEZCLA TOTAL			
2	PORCENTAJE DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA (MÍNIMO 65% PASA N° 200)			
3	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)			
4	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)			
5	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)			
6	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)			
7	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)			
8	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)			
9	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)			
10	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)			
11	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D 2041 - RICE			
12	% DE VACÍOS			
13	VACIO DEL AGREGADO MINERAL (%)			
14	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			
15	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFALTICO (%)			
16	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			
17	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			
18	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			
19	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)			
20	FLUJO (mm)			
21	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)			
22	FACTOR DE ESTABILIDAD			
23	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)			

Nombre: GONZALO
 Apellido: VASQUEZ ARMAS
 CIP: 180168

Sello:

 GONZALO F. VASQUEZ ARMAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 180168

Anexo 3. Declaratoria de originalidad del autor


DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo **HUAMAN AREVALO**, yerson epifaneo, alumno de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo Sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la tesis titulado: **Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcial.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o titulado profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

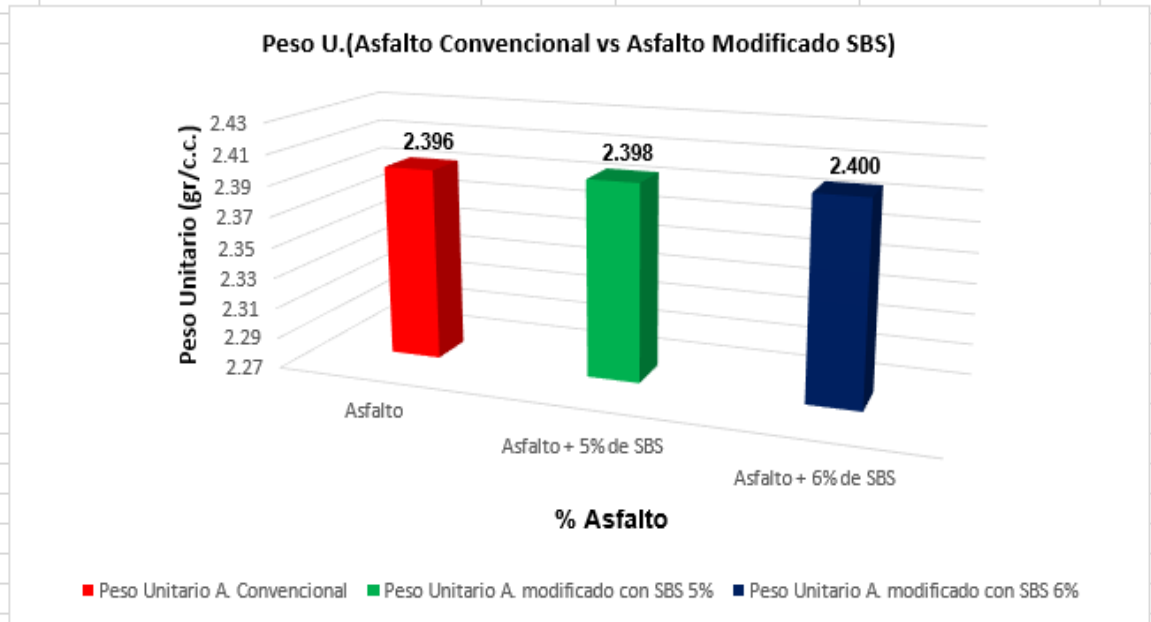
Lima, 25 de noviembre del 2020

Apellido y Nombre Huaman Arevalo Yerson Epifaneo	
DNI 73023488	Firma 
ORCID 0000-0002-5924-3475	

Anexo 5. Hoja de cálculos (cuadros y figuras del Excel)

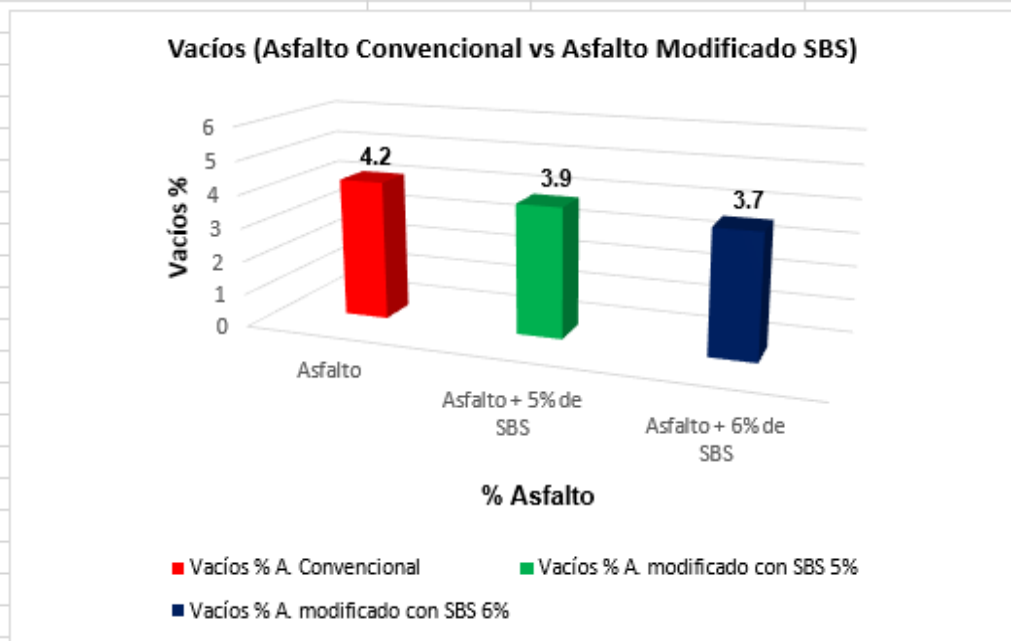
Peso unitario

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
Peso Unitario A. Convencional	2.396		
Peso Unitario A. modificado con SBS 5%		2.398	
Peso Unitario A. modificado con SBS 6%			2.400



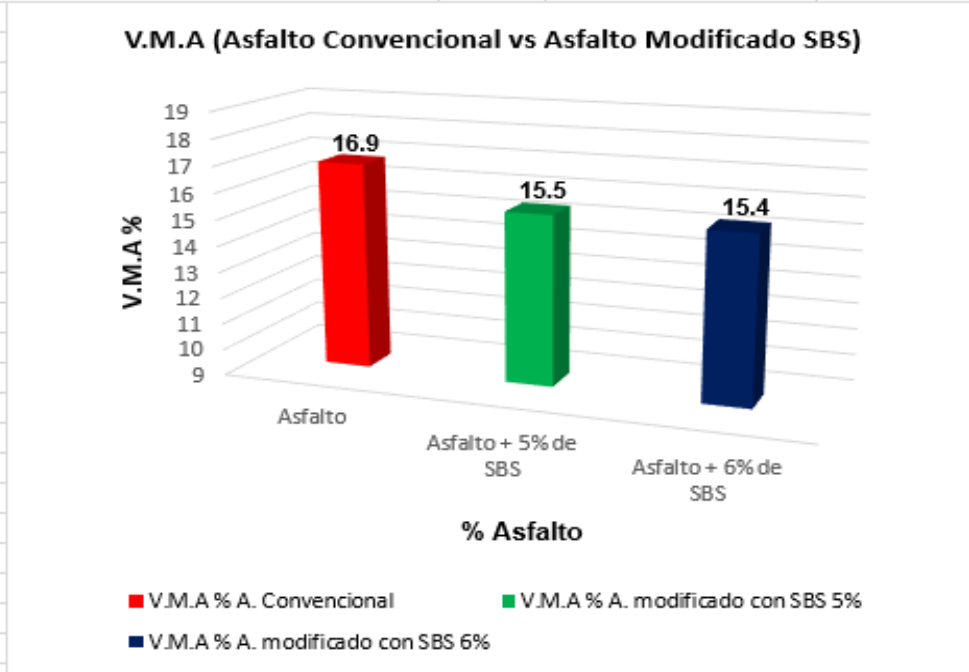
Porcentaje de vacíos

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
Vacíos % A. Convencional	4.2		
Vacíos % A. modificado con SBS 5%		3.9	
Vacíos % A. modificado con SBS 6%			3.7



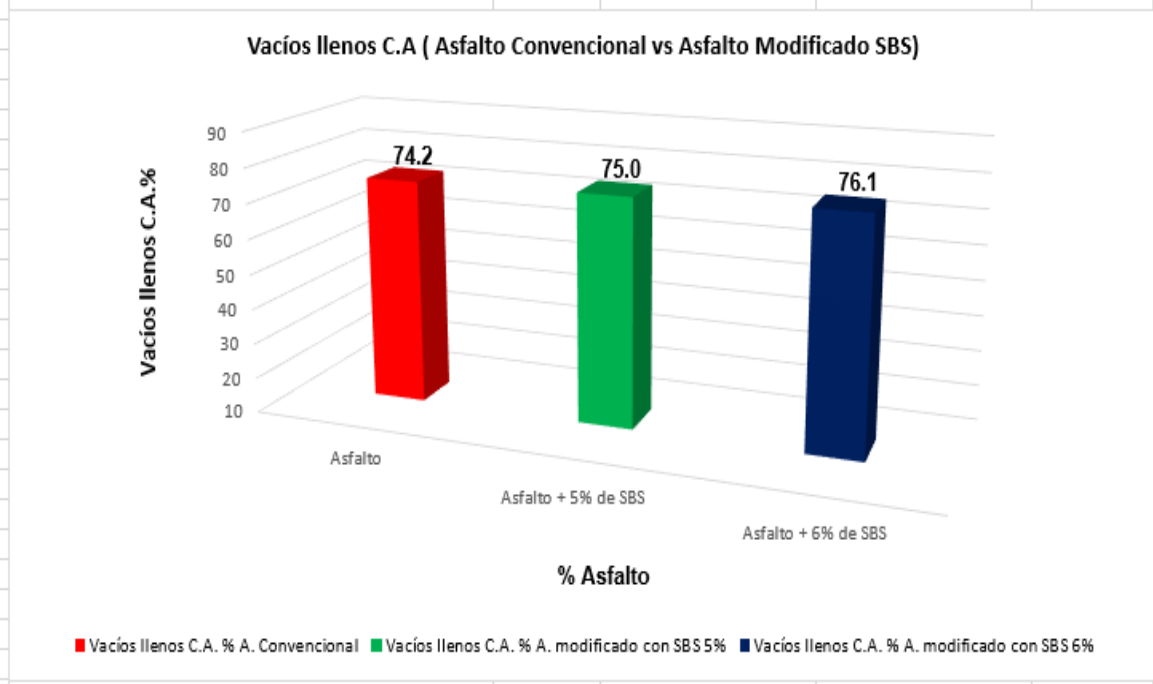
Porcentaje de V.M.A (Vacíos del agregado mineral)

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
V.M.A % A. Convencional	16.9		
V.M.A % A. modificado con SBS 5%		15.5	
V.M.A % A. modificado con SBS 6%			15.4



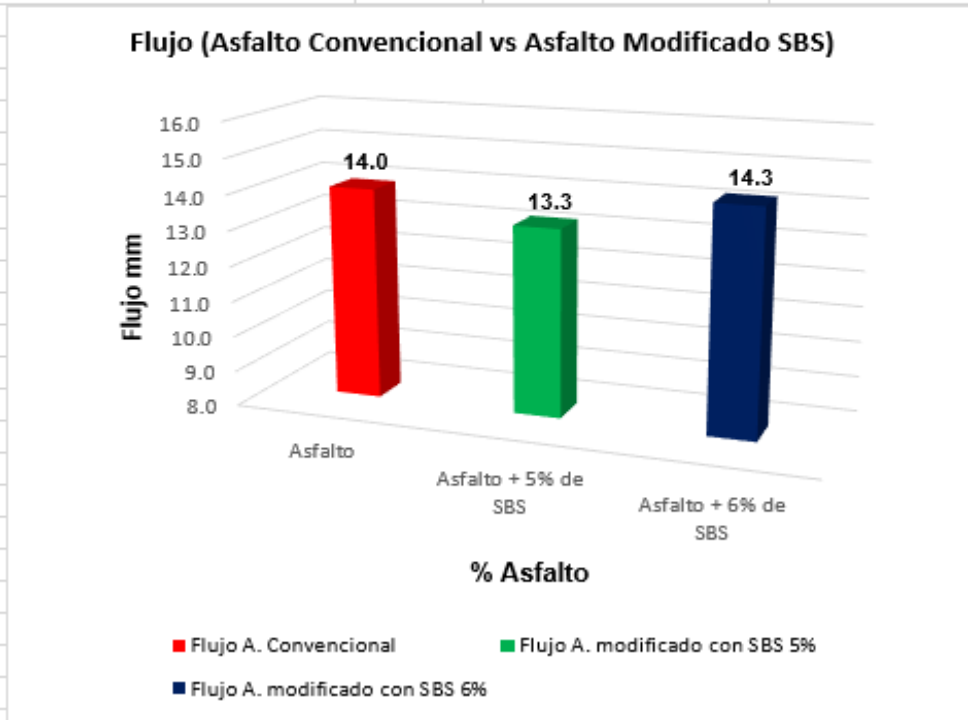
Porcentaje de Vacíos Llenos C.A

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
Vacíos llenos C.A. % A. Convencional	74.2		
Vacíos llenos C.A. % A. modificado con SBS 5%		75.0	
Vacíos llenos C.A. % A. modificado con SBS 6%			76.1



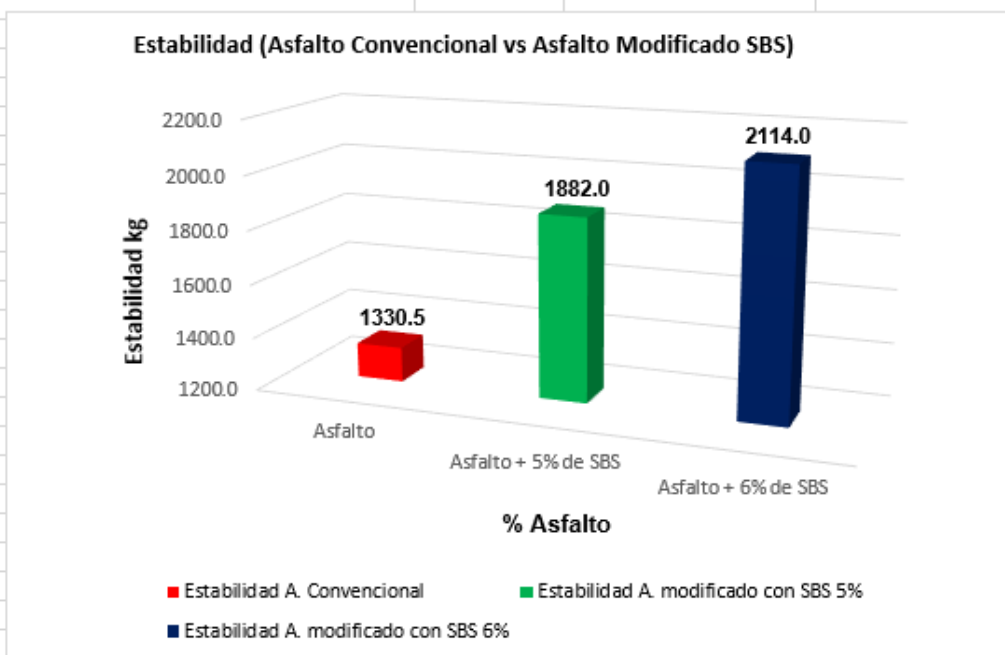
Flujo

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
Flujo A. Convencional	14.0		
Flujo A. modificado con SBS 5%		13.3	
Flujo A. modificado con SBS 6%			14.3



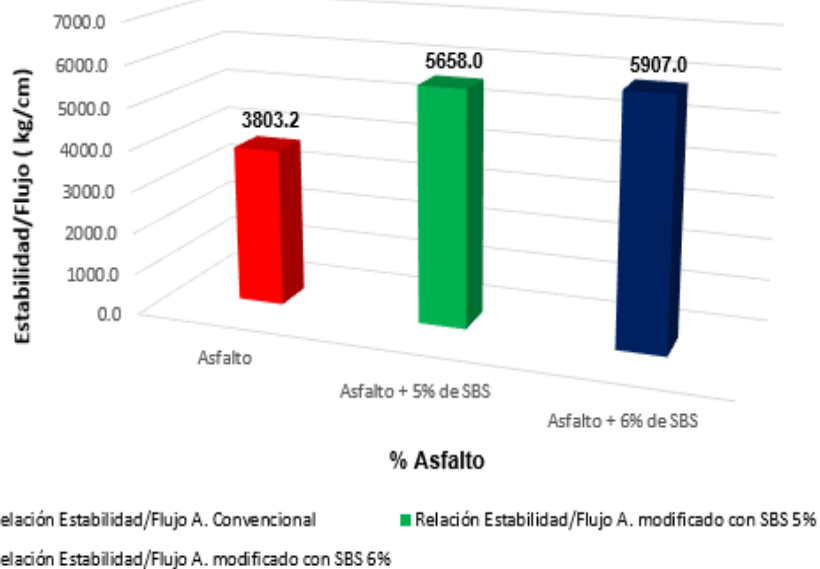
Estabilidad

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
Estabilidad A. Convencional	1330.5		
Estabilidad A. modificado con SBS 5%		1882.0	
Estabilidad A. modificado con SBS 6%			2114.0



Índice de resistencia

Descripción	Asfalto	Asfalto + 5% de SBS	Asfalto + 6% de SBS
Relación Estabilidad/Flujo A. Convencional	3803.2		
Relación Estabilidad/Flujo A. modificado con SBS 5%		5658.0	
Relación Estabilidad/Flujo A. modificado con SBS 6%			5907.0



Anexo 6. Panel fotográfico



Imagen 1. Granulometría de agregados.



Imagen 2. Ensayo de punto de Inflamación.



Imagen 3. Ensayo de penetración 25° C.

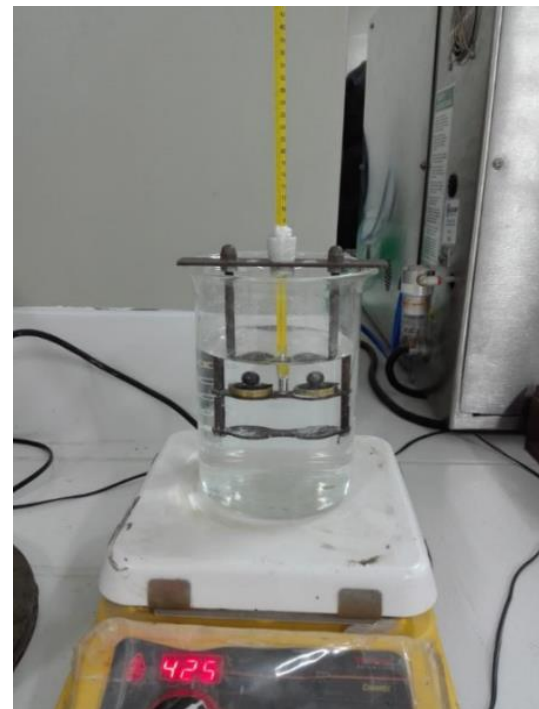


Imagen 4. Ensayo de ablandamiento.

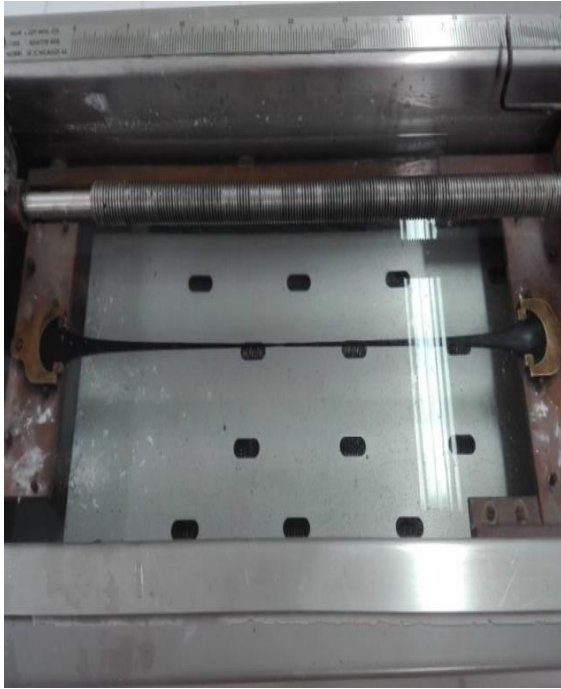


Imagen 5. Prueba de ductilidad.



Imagen 6. Peso de agregado añadiendo bitumen.



Imagen 7. Mezclando los agregados con las mezclas asfálticas



Imagen 8. Introduciendo la mezcla a molde de la compactación



Imagen 9. Compactación de las mezclas Asfálticas.



Imagen 10. El extractor es para retirar las probetas.



Imagen 11. Reposar en agua 15 min para tener peso en aire.



Imagen 12. Volumen de las briquetas por desplazamiento.



Imagen 13. Briquetas con mezclas convencional.

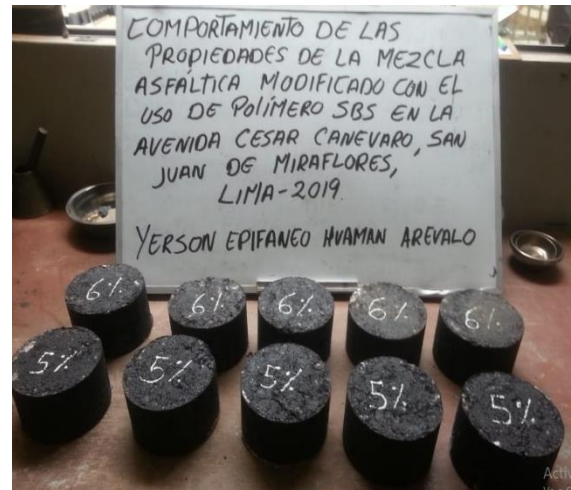


Imagen 14. Briquetas con mezclas Modificadas.

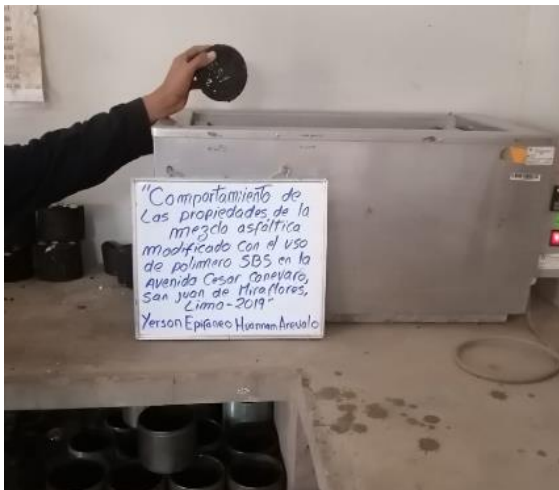


Imagen 15. Baño maría 30°C.



Imagen 16. Rotura de las probetas.

Anexo 7. Certificado de laboratorio

Certificado de control de calidad de cemento asfáltico 60/70



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

CONTROL DE CALIDAD DE CEMENTO ASFÁLTICO 60/70

Tesis : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS en la Avenida César Canevaro, San Juan de Miraflores Lima - 2019
 Solicitante : Yerson Epifanio Huamán Arevalo
 Ubicación : Lima
 Material : PEN 60/70

N°	Ensayos	Método ASTM	Unidades	Resultados	Especificaciones	
					Min	Max
1	Solubilidad en tricloroetileno	D 2042-15	%	99.0	99	
2	Punto de inflamación	D 93	°C	273.0	232	
3	Penetración (25°C, 100 g, 5 s)	D 5-13	dmm	63.0	60	70
	Punto de ablandamiento	D 36-14	°C	49.0	Reportar	
4	Índice de penetración			-0.9	-1	+1
5	Ductilidad (25°C, 5cm/min)	D 113-07	cm	+100	100	
6	Viscosidad Cinemática (135°C)	D 2170-10	Cst	400.0	200	
7	Gravedad específica	D 70-09		1.020	Reportar	

OBSERVACIONES:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Análisis granulométrico



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima - 2019

SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo

UBICACIÓN : Lima

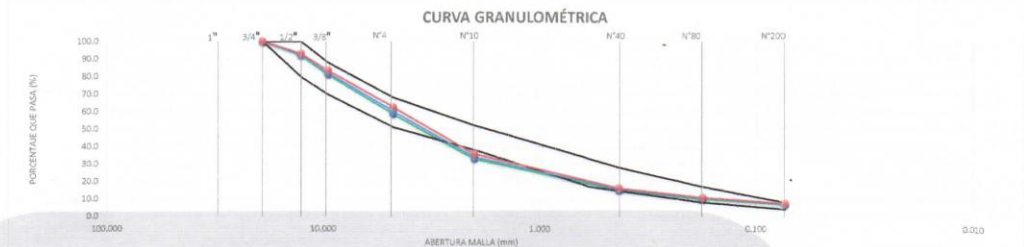
FECHA : 25 de Setiembre de 2020

INFORME DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (MTC E 204)




Centra : Giordino Carapongo

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	ANALISIS GRANULOMETRICO			1	2	3	MAC-2	
		Grava	Arena triturada	Filler	% Pasa	% Pasa	% Pasa		
1"	25.400				100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.050	100.0	100.0		92.0	92.4	93.0	80.0	100.0
1/2"	12.700	79.9	100.0		81.0	82.0	83.4	70.0	88.0
3/8"	9.525	52.5	100.0						
1/4"	6.350								
N° 4	4.760	8.4	91.9		58.5	60.2	62.7	51.0	68.0
N° 6	3.360								
N° 8	2.380	0.2	60.1						
N° 10	2.000	0.1	54.7		32.8	33.9	35.6	38.0	52.0
N° 16	1.190								
N° 20	0.840								
N° 30	0.590								
N° 40	0.426		24.9		15.0	15.4	16.2	17.0	28.0
N° 50	0.297								
N° 80	0.177		16.7		10.0	10.4	10.8	8.0	17.0
N° 100	0.149								
N° 200	0.074		11.5		6.9	7.1	7.5	4.0	8.0
-200									

Mezcla de agregados			
Mezcla N° 01	46.0	50.0	0.0
Mezcla N° 02	38.0	52.0	0.0
Mezcla N° 03	35.0	55.0	0.0



OBSERVACIONES:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Informe de ensayo Marshall con 4.9% de cemento asfáltico tradicional



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019
SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo
UBICACIÓN : Lima
FECHA : 25 de Setiembre de 2020
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	16.2	10.8	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla								
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla								
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc								
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)								
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)								
18	% de Vacíos = (17-16) x 100 / 17 (ASTM D 3203)								
19	Peso Específico Bulk Agregado Total								
20	Peso Específico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relación Polvo/Asfalto								
24	V.M.A.								
25	% Vacíos llenos con C.A.								
26	Flujo 0,01" (0,25 mm)								
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 * 28								
30	Estabilidad / Flujo								

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Informe de ensayo Marshall con 5.4% de cemento asfáltico tradicional



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019

SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo

UBICACIÓN : Lima

FECHA : 25 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	16.2	10.8	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.29			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					59.31			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.741			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.721			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.9	1201.3	1202.6		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1200.3	1202.6	1203.8		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				700.6	700.3	701.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				499.7	502.3	502.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.399	2.391	2.392	2.394	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.500			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.0	4.3	4.3	4.2	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.728			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.726			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					-0.04			
22	% de Asfalto Efectivo					5.43			
23	Relacion Filler/Betun					0.7			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				16.8	17.1	17.1	17.0	14
25	% Vacios llenos con C.A.				76.0	74.6	74.7	75.1	
26	Flujo 0,01'(0,25 mm)				13.0	14.0	14.0	13.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1297	1259	1235		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1348	1309	1285	1314	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4149	3740	3670	3853	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
<p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>

Informe de ensayo Marshall con 5.9% de cemento asfáltico tradicional



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019

SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo

UBICACIÓN : Lima

FECHA : 25 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	16.2	10.8	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.9			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.10			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					59.00			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.741			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.721			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1197.2	1199.9	1196.2		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1197.5	1199.3	1196.8		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				700.3	701.3	699.3		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				497.2	498.0	497.5		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.408	2.407	2.404	2.406	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.487			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				3.2	3.2	3.3	3.2	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.728			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.733			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.07			
22	% de Asfalto Efectivo					5.84			
23	Relacion Filler/Betun					0.8			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				17.0	17.0	17.1	17.0	14
25	% Vacios llenos con C.A.				81.2	81.2	80.6	81.0	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				16.0	16.0	14.0	15.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1217	1232	1224		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1266	1282	1273	1274	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3165	3204	3637	3336	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Informe de ensayo Marshall con 6.4% de cemento asfáltico tradicional



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019

SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo

UBICACIÓN : Lima

FECHA : 25 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	16.2	10.8	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					34.92			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					58.68			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.741			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.721			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1195.0	1192.2	1198.5		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1195.2	1192.6	1199.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				697.2	697.2	700.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				498.1	495.5	498.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.399	2.406	2.403	2.403	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.461			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				2.5	2.2	2.4	2.4	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.728			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.724			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					-0.06			
22	% de Asfalto Efectivo					6.46			
23	Relacion Filler/Betun					0.9			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				17.7	17.5	17.6	17.6	14
25	% Vacios llenos con C.A.				85.9	87.3	86.5	86.6	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				16.0	16.0	17.0	16.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				988	999	1030		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1028	1039	1071	1046	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				2569	2598	2520	2563	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Informe de ensayo gravedad especifica teórica máxima



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima - 2019
SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo
UBICACIÓN : Lima
FECHA : 25 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA + VIDRIO	8191.0	8191.0	8191.0	8191.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7710.4	7701.7	7698.0	7692.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8927.0	8925.0	8924.0	8920.0	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1216.6	1223.3	1226.0	1228.0	
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	480.6	489.3	493.0	499.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.532	2.500	2.487	2.461	
CONTENIDO % C.A.	4.90	5.40	5.90	6.40	

Observaciones :

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto, Asfalto Elmar Huamani Huamani INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Gráfico de resultado de la mezcla asfáltica convencional

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019

SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo

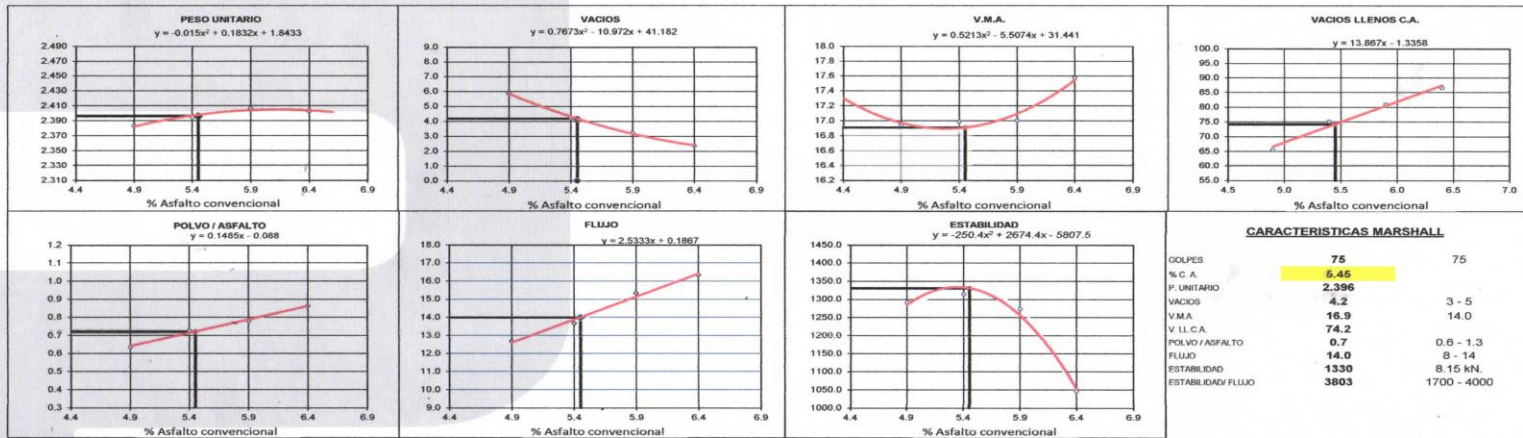
UBICACIÓN : Lima

FECHA : 25 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO CURVAS DE ENERGÍA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE



<p>Elaborado por:</p> <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p> <p>Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210908</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
---	---	---



(511) 457 2237 / 989 349 903
 J/ La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

Ensayo índice de compactabilidad



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima - 2019
SOLICITANTE : yerson epifanio human arevalo
UBICACIÓN : Lima

FECHA : 25 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD



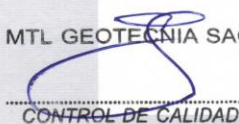


Nº de Muestras	01	02	03	04
Nº de Goipes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1199.2	1197.3	1197.8	1200.1
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1206.4	1204.7	1211.9	1214.9
3.- Peso por Desplazamiento	671.7	675.4	631.7	631.2
4.- Volumen de la Briqueta	534.7	529.3	560.2	563.7
5.- Peso Unitario (Gr/cco)	2.243	2.262	2.064	2.056
PROMEDIOS	2.252			2.060

2.252	2.060
50	5

$$IC = \frac{1}{0.192} (GEB(50) - GEB(5))$$

IC =	6.20
------	------

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Informe de ensayo de resistencia conservada



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima - 2019
SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo
UBICACIÓN : Lima
FECHA : 25 de Setiembre de 2020
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)

N° DE PROBETAS	Grupo seco			Grupo húmedo		
	01	02	03	04	05	06
1	10.15	10.15		10.15	10.15	
2	6.67	6.67		6.67	6.65	
3	5.45	5.45		5.45	5.45	
4	1200.1	1203.5		1206.3	1199.0	
5	1200.6	1203.8		1206.7	1199.4	
6	685.0	687.0		691.0	685.0	
7	515.6	516.8		515.7	514.4	
8	2.328	2.329		2.339	2.331	
9	6.8	6.8		6.4	6.7	
10	233	241		182	186	
11	1.00	1.00		1.00	1.00	
12	233	241		182	186	
13	2.2	2.3				
14	78	77				
15	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)			237		
16	Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)			184		
17	Resistencia conservada (%)			78		

Observaciones :

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Diseño de mezcla en caliente método Illinois



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima - 2019
SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo
UBICACIÓN : Lima
FECHA : 25 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

**DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE
 MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
 (RESUMEN)**

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Gradación : MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto : PEN 60 / 70
% óptimo de asfalto residual : 5.45%

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño	- 0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.25	5.45	5.65	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.392	2.396	2.400	
VACIOS %	4.7	4.2	3.7	3 - 5
V.M.A. %	16.9	16.9	17.0	14
V.L.L.C.A. %	71.5	74.2	77.0	
POLVO / ASFALTO %	0.7	0.7	0.8	0.6 - 1.3
FLUJO mm	13.5	14.0	14.5	8 - 14
ESTABILIDAD kN	1331.5	1330.5	1309.5	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	3949.0	3803.2	3612.4	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2.2		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		78		75
RESISTENCIA CONSERVADA %		78		80

Observaciones:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Elymore Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Análisis granulométrico



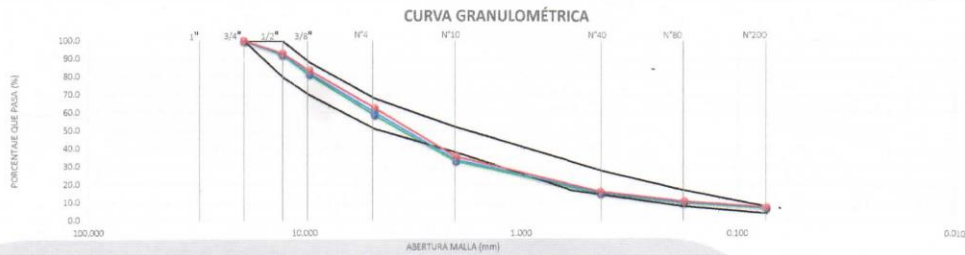
(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com


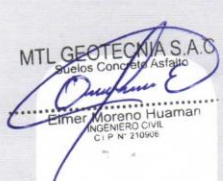
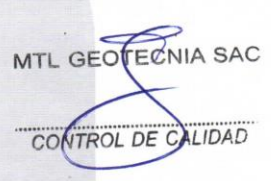
TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima - 2019
 SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo
 UBICACIÓN : Lima
 FECHA : 25 de Setiembre de 2020
 Cantera : Carapongo

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			1	2	3	MAC-2	
		Grava	Arena triturada	Filler	% Pasa	% Pasa	% Pasa		
1"	25.400								
3/4"	19.050	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	79.9	100.0		92.0	92.4	93.0	80.0	100.0
3/8"	9.525	52.5	100.0		81.0	82.0	83.4	70.0	88.0
1/4"	6.350								
N° 4	4.750	8.4	91.9		59.5	60.2	62.7	51.0	68.0
N° 6	3.350								
N° 8	2.380	0.2	60.1						
N° 10	2.000	0.1	54.7		32.8	33.9	35.6	38.0	52.0
N° 16	1.190								
N° 20	0.840								
N° 30	0.590								
N° 40	0.425		24.9	100.0	15.0	15.4	16.2	17.0	28.0
N° 50	0.297								
N° 80	0.177		16.7	100.0	10.0	10.4	10.8	8.0	17.0
N° 100	0.149								
N° 200	0.074		11.5	98.8	6.9	7.1	7.5	4.0	8.0
-200									

Mezcla de agregados			
Mezcla N° 01	40.0	60.0	0.0
Mezcla N° 02	38.0	62.0	0.0
Mezcla N° 03	35.0	65.0	0.0



OBSERVACIONES:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Análisis granulométrico de la grava triturada



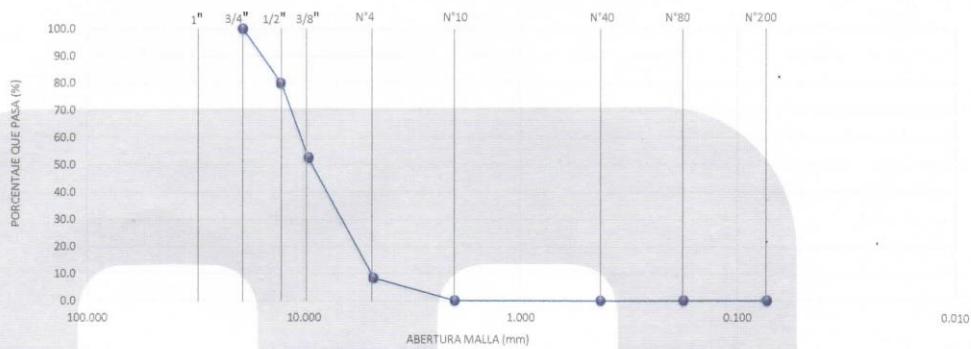
(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com


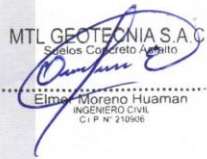

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019
 SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo
 UBICACIÓN : Lima
 FECHA : 25 de Setiembre de 2020
 Cantera : Carapongo

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
	ABERT. mm	Peso. g	% Retenido	% Acum.	% Pasa		
1"	25.400	-	-	-	100.0		
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	Calculos.	
1/2"	12.700	490.0	20.1	20.1	79.9	Tara	K-7
3/8"	9.525	666.0	27.3	47.5	52.5	Peso de Tara	750.00 g
1/4"	6.350	-	-	-	-	Tara + muestra Humeda	3,198.50 g
N° 4	4.760	1,074.0	44.1	91.6	8.4	Tara + muestra Seca	3,185.50 g
N° 6	3.360	-	-	-	-	Contenido de Humedad (%)	0.53
N° 8	2.380	200.0	8.2	-	-		
N° 10	2.000	4.0	0.2	99.9	0.1	Muestra Seca	2,435.5 g
N°16	1.190	-	-	-	-		
N° 20	0.840	-	-	99.9	0.1		
N° 30	0.590	-	-	-	-		
N° 40	0.426	-	-	99.9	0.1		
N° 50	0.297	-	-	-	-	Proporciones Agregados.	
N° 80	0.177	-	-	99.9	0.1	Agregado Grueso.	91.6 %
N° 100	0.149	-	-	-	-	Agregado Fino.	8.4 %
N° 200	0.074	-	-	99.9	0.1	Fino Malla 200.	0.0 %
-200	-	1.5	0.1	100.0	-		

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Análisis granulométrico de la arena triturada



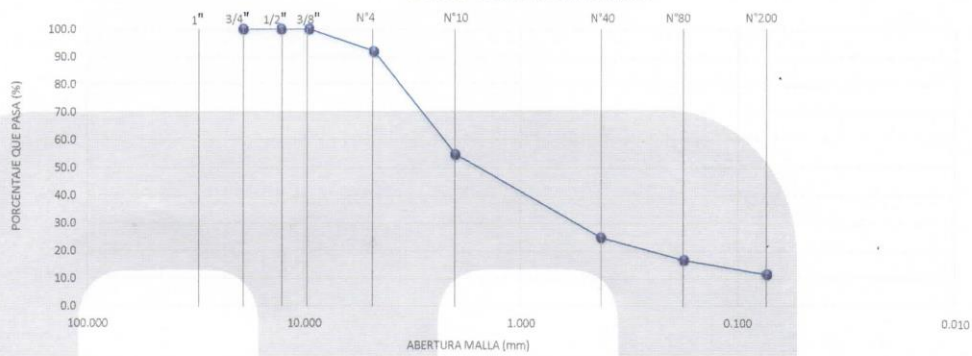
(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima – 2019
 SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo
 UBICACIÓN : Lima
 FECHA : 25 de Setiembre de 2020
 Cantera : Carapongo

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.400	0	-	-	100.0	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	Calculos.
1/2"	12.700	-	-	-	100.0	Tara U-5
3/8"	9.525	-	-	-	100.0	Peso de Tara 116.34 g
1/4"	6.350	-	-	-	100.0	Tara + muestra Humeda 1,094.00 g
N° 4	4.760	78.6	8.1	8.1	91.9	Tara + muestra Seca 1,088.00 g
N° 6	3.360	-	-	-	-	Contenido de Humedad (%) 0.6 %
N° 8	2.380	309.3	31.8	39.9	-	
N° 10	2.000	52.2	5.4	45.3	54.7	Muestra Seca 971.7 g
N° 16	1.190	-	-	-	-	
N° 20	0.840	-	-	45.3	54.7	
N° 30	0.590	-	-	-	-	
N° 40	0.426	289.8	29.8	75.1	24.9	
N° 50	0.297	-	-	-	-	Proporciones Agregados.
N° 80	0.177	79.9	8.2	83.3	16.7	Agregado Grueso. 8.1 %
N° 100	0.149	-	-	-	-	Agregado Fino. 91.9 %
N° 200	0.074	50.4	5.2	88.5	11.5	Fino Malla 200. 0.0 %
-200	-	111.5	11.5	100.0	-	

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Informe de ensayo Marshall con 5% de cemento asfalto modificado



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima - 2019

SOLICITANTE : yerson epifanio huaman arevalo

PROYECTO 0

UBICACIÓN : Lima

FECHA : 25 de Septiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Identificación

Descripción : Porcentaje óptimo de diseño MAC (Asfalto Modificado con Polímero 5.0%)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 20	No 40	No 60	No 80	No 100	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	--	16.2	--	10.8	--	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	--	14 - 25	--	8 - 17	--	4 - 8
BRQUETA N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				35.27	35.27	35.27	35.27	35.27	35.27		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28		
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.025	1.025	1.025	1.025	1.025	1.025		
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.711	2.711	2.711	2.711	2.711	2.711		
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.666	2.666	2.666	2.666	2.666	2.666		
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc											
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc											
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc											
11	Altura promedio de la briqueta cm											
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1210.4	1207.0	1207.8	1205.0	1206.5	1208.8		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1211.0	1207.3	1208.0	1205.7	1206.8	1209.5		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				706.0	704.1	704.0	701.9	704.5	705.7		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				505.0	503.2	504.0	503.8	502.3	503.8		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.397	2.399	2.396	2.392	2.402	2.399		2.398
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.494	2.494	2.494	2.494	2.494	2.494		
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				3.9	3.8	3.9	4.1	3.7	3.8		3.9
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.719	2.719	2.719	2.719	2.719	2.719		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50		
22	% de Asfalto Efectivo				4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97		
23	Relación Polvo/Asfalto				0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.5	15.5	15.5	15.7	15.3	15.4		15.5
25	% Vacios llenos con C.A.				74.9	75.3	74.8	73.9	75.9	75.4		75.0
26	Flujo 0.01 (0.25 mm)				13.0	13.0	13.0	14.0	14.0	13.0		13.3
27	Estabilidad sin correge (Kg)				1824	1798	1844	1776	1714	1801		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Correge 27 + 28				1897	1870	1918	1847	1763	1977		1882
30	Estabilidad / Flujo				5837	5754	5962	5277	5093	6083		5698
												1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Informe de ensayo Marshall con 6% de cemento asfalto modificado



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

TESIS : Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro,
 San Juan de Miraflores, Lima - 2019
 SOLICITANTE : yerson epitaneo huaman arevalo
 PROYECTO :
 UBICACIÓN : Lima
 FECHA : 25 de Septiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación :
 Descripción : Porcentaje óptimo de diseño MAC (Asfalto Modificado con Polímero 6.0%)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	3/2"	3/8"	No 4	No 10	No 20	No 40	No 60	No 80	No 100	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	39.6	—	15.1	—	10.8	—	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	—	14 - 25	—	8 - 17	—	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	4	5	6	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				35.27	35.27	35.27	35.27	35.27	35.27		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28		
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028		
6	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.711	2.711	2.711	2.711	2.711	2.711		
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.666	2.666	2.666	2.666	2.666	2.666		
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc											
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc											
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc											
11	Altura promedio de la briqueta cm											
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1213.0	1210.1	1202.7	1200.4	1206.3	1203.5		
13	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)				1213.5	1210.3	1203.0	1200.9	1206.8	1203.8		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				706.0	705.1	704.0	701.9	704.5	701.7		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				507.4	505.2	499.0	499.0	502.3	502.1		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.391	2.395	2.410	2.406	2.401	2.397	2.400	
17	Peso Específico Máximo - Rica (ASTM D 2041)				2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492		
18	% de Vados = (17-16)/100*17 (ASTM D 3303)				4.1	3.9	3.3	3.5	3.6	3.8	3.7	3 - 5
19	Peso Específico Bulk Agregado Total				2.683	2.683	2.683	2.683	2.683	2.683		
20	Peso Específico Efectivo Agregado total				2.715	2.715	2.715	2.715	2.715	2.715		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45		
22	% de Asfalto Efectivo				5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02		
23	Relación Polvo/Asfalto				0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.7	15.6	15.0	15.2	15.4	15.5	15.4	14
25	% Vados Henos con C.A.				74.1	75.1	78.2	77.2	76.3	75.4	76.1	
26	Flujo 0,01 (0,25 mm)				14.0	15.0	14.0	15.0	14.0	14.0	14.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				2965	1962	2039	2017	2009	2072		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				2148	2072	2121	2098	2089	2155	2114	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				6136	5524	6059	5594	5970	6157	5907	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 8. Certificado de calibración de los equipos

Certificado de calibración – Prensa Marshall



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-4374-2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA MARSHALL

Marca : NO INDICA

Modelo : NO INDICA

Nº Serie : NO INDICA

Intervalo de indicación : 5000 Kg

Resolución : 0,1 Kg

CELDA DE CARGA

Marca : Keli

Modelo : A-FED

Serie : 5X70836

Procedencia : NO INDICA

Código de Identificación : NO INDICA

Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,9°C	20,1°C
HUMEDAD RELATIVA	43,0%	44,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (Kg)	Lectura Convencionalmente Verdadera (Kg)	Error (Kg)	Incertidumbre (Kg)
500,0	485,0	15,0	0,1
1000,0	974,5	25,5	0,1
1500,0	1437,5	62,5	0,1
2000,0	1945,3	54,7	0,1
2500,0	2464,6	35,4	0,1
3000,0	2965,3	34,7	0,1
3500,0	3465,7	34,3	0,1
4000,0	3945,5	54,5	0,1
4500,0	4435,8	64,2	0,1
5000,0	4946,3	53,7	0,1

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
 Marca : GEMMY
 Modelo : YC0-010
 N° de Serie : 510847
 Tipo de Ventilación : Turbulencia
 Procedencia : ALEMANIA
 Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
 Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
 Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado : TC - 4371 - 2020

Página : 2 de 5

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

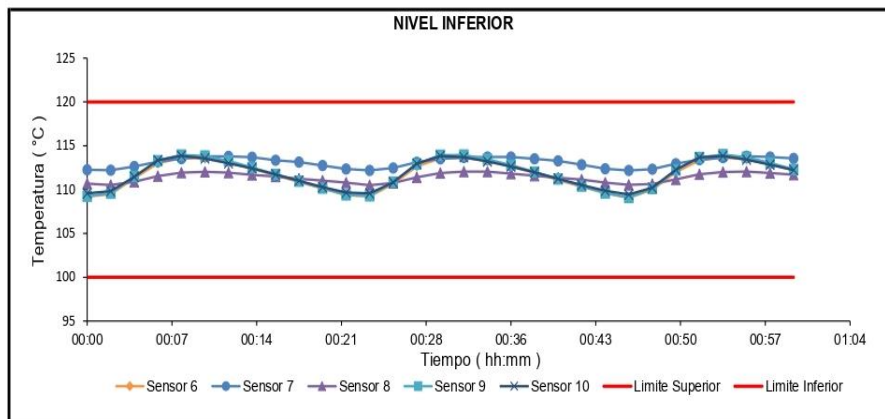
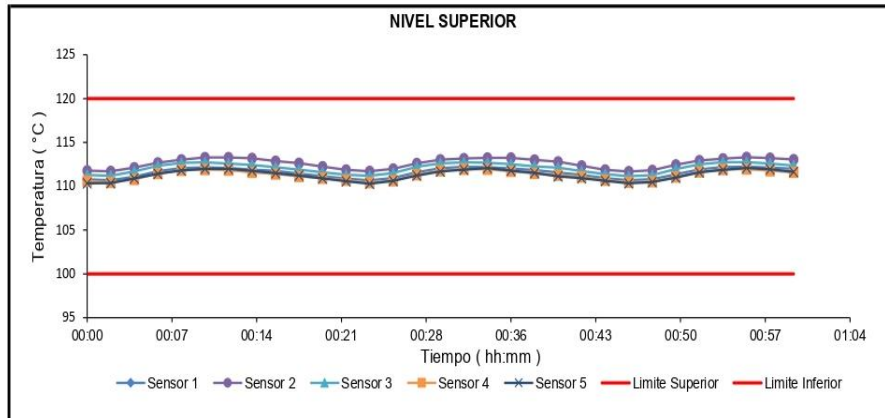
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE

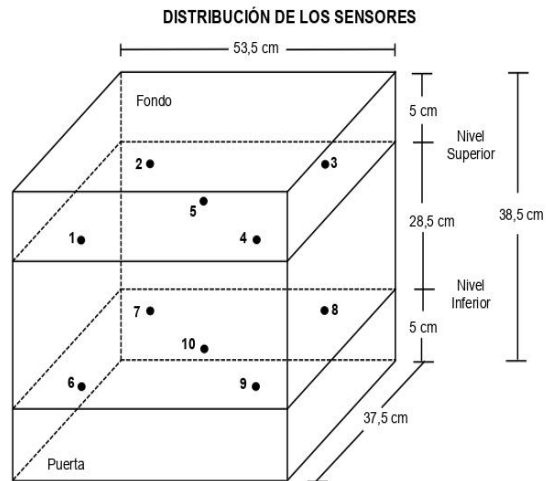
Tiempo de Trabajo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom ⁽²⁾ (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T. PROM ⁽¹⁾	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T. MAX ⁽³⁾	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T. MIN ⁽⁴⁾	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4		
DTT ⁽⁵⁾	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4		

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Certificado : TC - 4371 - 2020
Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] 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 la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

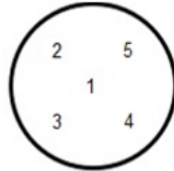
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emin (mg)				12	Emáx - Emin (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

Nº	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	1,000	1,00	4	1	800,000	799,99	4	-9	-10	200
2		1,00	5	0		799,98	4	-19	-19	
3		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
4		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
5		1,00	5	0		799,99	5	-10	-10	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,000	0,10	4	101						
0,000	1,00	5	1 000	899	1,00	4	1 001	900	100
0,000	10,00	4	10 001	9 900	10,00	5	10 000	9 899	100
0,000	100,00	4	100 001	99 900	100,00	5	100 000	99 899	100
0,000	500,00	5	500 000	499 899	499,99	4	499 991	499 890	100
0,000	799,99	4	799 991	799 890	799,99	4	799 991	799 890	200
0,000	999,99	4	999 991	999 890	1 000,00	5	1 000 000	999 899	200
0,000	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	200
0,000	1 499,99	5	1 499 990	1 499 889	1 500,01	5	1 500 010	1 499 909	200
2 000,004	1 999,99	5	-14	-115	1 999,99	4	-13	-114	200
2 000,004	2 199,99	4	199 987	199 886	2 199,99	4	199 987	199 886	300

Donde:

I : Indicación de la balanza ΔL : Carga adicional Eo : Error en cero
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g) E : Error del instrumento Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 4,58 \times 10^{-1} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{7,73 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,26 \times 10^{-10} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 1 999,97 g para una carga de valor nominal 2200 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Anexo 9. Recibo de pago realizado por los servicios de ensayos

MTL GEOTECNIA S.A.C. CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20600375262 EB01-18				
Fecha de Vencimiento :						
Fecha de Emisión :	22/10/2020					
Señor(es) :	YERSON EPIFANEO HUAMAN AREVALO					
DNI :	73023488					
Tipo de Moneda :	SOLES					
Observación :						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	TESIS: Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS en la Avenida Cesar Canevaro, San Juan de Miraflores, Lima - 2019	4872.88	0.00	5,750.00	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/5,750.00
SON: CINCO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y 00/100 SOLES						
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :		S/ 4,872.88		
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :		S/ 0.00		
		Op. Inafecta :		S/ 0.00		
		ISC :		S/ 0.00		
		IGV :		S/ 877.12		
		ICBPER :		S/ 0.00		
		Otros Cargos :		S/ 0.00		
		Otros Tributos :		S/ 0.00		
		Importe Total :		S/ 5,750.00		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

Anexo 10. Plano de localización y ubicación

