

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas
usando conchas de abanico triturado como filler**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Kody Llery Caceres Torrejon

ASESOR

Manuel Alejandro Borja Suarez

<https://orcid.org/0000-0002-6532-4976>

Chiclayo, 2024

**Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas
asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler**

PRESENTADA POR

Kody Llery Caceres Torrejon

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Luis Quiroz Quiñones

PRESIDENTE

Ronald Esteban Villanueva Maguiña
SECRETARIO

Manuel Alejandro Borja Suarez
VOCAL

Dedicatoria

A mis padres, Juana Mercedes Torrejón Tafur y Marcelino Antonio Cáceres Vílchez, por su constante apoyo y los sacrificios que hicieron para ofrecerme las mejores oportunidades educativas y de desarrollo personal.

A mi hermano Harold Antonio Cáceres Torrejón, por su apoyo y por ser un ejemplo a seguir.

Y a mis profesores, por su orientación y conocimientos compartidos, que han sido esenciales para mi formación académica y profesional.

Agradecimiento

Deseo expresar mi agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido a la realización de esta tesis.

Primero, a mis padres, Juana Mercedes Torrejón Tafur y Marcelino Antonio Cáceres Vílchez, por su apoyo constante y los sacrificios que realizaron para ofrecerme las mejores oportunidades educativas y de desarrollo personal. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, por proporcionar los recursos y el entorno académico necesarios para llevar a cabo este proyecto. También agradezco al personal del laboratorio por su ayuda y disposición.

Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	4%
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	creativecommons.org Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
REVISIÓN DE LITERATURA	18
ANTECEDENTES.....	18
BASES TEÓRICAS.....	22
PAVIMENTOS.....	22
PAVIMENTO FLEXIBLE.....	22
MEZCLA ASFÁLTICA.....	23
CLASIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS.....	24
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS:.....	26
LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS.....	27
AGREGADOS PÉTREOS.....	28
TIPOS DE AGREGADOS PÉTREOS.....	28
ORGANIZACIÓN DE LOS AGREGADOS PÉTREOS SEGÚN SUS DIMENSIONES.....	30
ENSAYOS DEL LABORATORIO.....	33
MATERIALES Y MÉTODOS	63
TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	63
TIPO DE INVESTIGACIÓN POR EL PROPÓSITO.....	63
TIPO DE INVESTIGACIÓN POR EL NIVEL.....	63
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	63
HIPÓTESIS.....	64
POBLACIÓN.....	64
MUESTRA.....	64
MUESTREO.....	64
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	65
MATERIALES.....	68
AGREGADO GRUESO.....	68
AGREGADO FINO.....	68
CEMENTO.....	68
CEMENTO ASFÁLTICO.....	69
CONCHAS DE ABANICO TRITURADO COMO FILLER.....	69

MÉTODOS	70
<i>ETAPAS LLEVADAS A CABO DURANTE EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN</i>	70
<i>ENSAYOS EFECTUADOS DURANTE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO</i>	71
<i>ENSAYOS RELACIONADOS CON EL AGREGADO GRUESO</i>	72
<i>ENSAYOS RELACIONADOS CON EL AGREGADO FINO</i>	75
<i>ENSAYOS RELACIONADOS CON EL RELLENO MINERAL</i>	78
<i>MÉTODO DE MARSHALL DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASTM D 1559, AASHTO T 245, NLT 159/86 (MTC E 504):</i>	79
<i>ENSAYO CÁNTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE (MTC E 515)</i>	90
<i>ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO (AASHTO T283) (MTC E – 522)</i>	92
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	96
PROCESAMIENTO DE DATOS	96
RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS FINO Y GRUESO PARA MEZCLA ASFÁLTICA:.....	96
<i>CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO</i>	96
<i>CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO</i>	97
<i>CARACTERIZACIÓN DE FILLER (CONCHAS DE ABANICO):</i>	98
RESULTADOS DE DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	99
<i>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL</i>	99
<i>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA</i>	105
COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES OPTIMAS DE LAS MEZCLAS	120
ANÁLISIS ECONÓMICO.....	126
DISCUSIONES	131
CONCLUSIONES	133
RECOMENDACIONES.....	135
REFERENCIAS	136
ANEXOS	138

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Estratos de un pavimento asfáltico o de concreto flexible</i>	22
<i>Ilustración 2: Conchas de abanico en estado natural</i>	32
<i>Ilustración 4: Especificaciones para los agregados finos</i>	33
<i>Ilustración 5: Especificaciones para los agregados gruesos</i>	34
<i>Ilustración 6: Porción mínima de muestra necesaria para el agregado MTC E 204 – 2000</i> .	35
<i>Ilustración 7: Variaciones en los tamaños de la muestra MTC E 207 – 2000</i>	36
<i>Ilustración 8: La carga abrasiva según la distribución MTC E 207 – 2000</i>	36
<i>Ilustración 9: Porción mínima de muestra MTC E 206 – 2000</i>	37
<i>Ilustración 10: Cantidad necesaria del agregado en MTC E 221 – 2000</i>	38
<i>Ilustración 11: Cantidad necesaria del agregado en MTC E 210 – 2000</i>	40
<i>Ilustración 12: Ejemplo de las caras fracturadas MTC E 210 – 2000</i>	40
<i>Ilustración 13: Dispositivo para realizar pruebas de equivalente de arena MTC E 114 – 2000</i>	42
<i>Ilustración 14: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad</i>	45
<i>Ilustración 15: Esquema Marshall para la mezcla asfáltica convencional</i>	51
<i>Ilustración 16: Esquema Marshall para la mezcla asfáltica con conchas de abanico triturado.</i>	52
<i>Ilustración 17: Exigencias para la elaboración de mezclas asfálticas en caliente - Manual de Carreteras – Edición del 2013.</i>	53
<i>Ilustración 18: Vacíos Mínimos del Agregado Mineral (VMA)</i>	53
<i>Ilustración 19: Elección del tipo de asfalto cemento - Manual de Carreteras EG 2013, MTC.</i>	54
<i>Ilustración 20: Ajuste de la granulometría para la Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC) - Manual de Carreteras EG 2013, MTC</i>	54
<i>Ilustración 21: Tamaño de muestra mínima.</i>	57
<i>Ilustración 22: Digrama flujo del diseño de investigación</i>	67
<i>Ilustración 23: Agregado Grueso.</i>	68
<i>Ilustración 24: Agregado Fino</i>	68

<i>Ilustración 25: Cemento Asfáltico.....</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 26: Trituración de las conchas de abanico</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 27: Conchas de abanico</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 28: Granulometría combinada Gradación.....</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 29: Ensayo de abrasión por medio de la máquina de los ángeles</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 30: Ensayo de la gravedad específica y absorción del agregado grueso</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 31: Ensayo de la durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 32: Ensayo de las partículas chatas y alargadas del agregado grueso.....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 33: Ensayo de porcentaje de caras fracturadas del agregado grueso.....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 34: Equipos de equivalente de arena.....</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración 35: Ensayo de equivalente de arena.....</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración 36: Gravedad Específica y Absorción</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 37: Ensayo del índice de plasticidad.....</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 38: Ensayo del contenido de sales solubles del agregado fino</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 39: Ensayo del azul de metileno del agregado fino.....</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 40: Ensayo de la durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino.....</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 41: Ensayo del índice de plasticidad (malla n°200) del filler.....</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 42: Ensayo del peso específico del relleno mineral</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 43: Ensayo del contenido de sales solubles del filler.....</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 44: Gradación del MAC-2.....</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 45: Peso del agregado fino y grueso para la mezcla.....</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 46: Peso del filler (cemento) al 1%.....</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 47: Peso del cemento asfáltico</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 48: Muestra a temperatura alta.....</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 49: Mezcla en caliente.....</i>	<i>82</i>
<i>Ilustración 50: Mezclado dentro del molde</i>	<i>82</i>
<i>Ilustración 51: Compactadora.....</i>	<i>82</i>

<i>Ilustración 52: Briqueta desencofrada</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 53: Briquetas Patron</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 54: Briquetas de la mezcla patron.....</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 55: Peso del filler (conchas de abanico) al 2%.....</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 56: Proceso de calentado de la mezcla al 2% de filler.</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 57: Compactación de la briqueta</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 58: Enfriar y desmoldar la briqueta.....</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 59: Briquetas de conchas de abanico como filler al 2%.....</i>	<i>86</i>
<i>Ilustración 60: Briquetas de conchas de abanico como filler al 5%.....</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 61: Briquetas de conchas de abanico como filler al 8%.....</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 62: Ensayo del peso específico de las briquetas.</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 63: Ensayo de Estabilidad y Flujo de las briquetas.....</i>	<i>89</i>
<i>Ilustración 64: Ensayo de la densidad máxima teórica de mezcla sin compactar.</i>	<i>90</i>
<i>Ilustración 65: Briquetas para el Ensayo de Cántabro</i>	<i>91</i>
<i>Ilustración 66: Briquetas después del ensayo de Cántabro a 25 °C</i>	<i>91</i>
<i>Ilustración 67: Briquetas a 60 °C para el ensayo de Cántabro</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 68: Briquetas después del ensayo de Cántabro a 60 °C</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 69: Pesado del agregado para el ensayo Lottman Modificado.....</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 70: Proceso de mezclado y compactado de las briquetas</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 71: Peso específico y Rice</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 72: Briquetas a -18 °C y a 60 °C.....</i>	<i>95</i>
<i>Ilustración 73: Ensayo de Tracción Indirecta</i>	<i>95</i>

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1: Cantidad de briquetas para el Método Marshall.</i>	64
<i>Tabla 3: Ensayo con los porcentajes óptimos para el Ensayo de Cántabro.</i>	65
<i>Tabla 4: Ensayo con los porcentajes óptimos para el Ensayo de Lottman Modificado.</i>	65
<i>Tabla 6: Operacionalización de la variable Independiente.</i>	65
<i>Tabla 7: Operacionalización de la variable dependiente.</i>	66
<i>Tabla 8: Operacionalización de la variable Interviniente.</i>	66
<i>Tabla 9: Investigación científica.</i>	66
<i>Tabla 10: Ensayos para los agregados fino, grueso y filler modificado.</i>	71
<i>Tabla 11: Caracterización del Agregado Grueso.</i>	96
<i>Tabla 12: Caracterización del Agregado Fino.</i>	97
<i>Tabla 13: Caracterización del Filler modificado.</i>	98
<i>Tabla 14: Ensayo químico del Filler (conchas de abanico).</i>	98
<i>Tabla 15: Granulometría de agregados muestra patrón.</i>	99
<i>Tabla 16: Dosificación real en % para la mezcla convencional.</i>	100
<i>Tabla 17: Resultados del Ensayo Marshall – Mezcla asfáltica convencional.</i>	101
<i>Tabla 18: Comparación de los resultados del porcentaje óptimo con la norma.</i>	105
<i>Tabla 19: Granulometría de agregados de la muestra modificada al 2% de filler.</i>	105
<i>Tabla 20: Granulometría de agregados de la muestra modificada al 5% de filler.</i>	106
<i>Tabla 21: Granulometría de agregados de la muestra modificada al 8% de filler.</i>	107
<i>Tabla 22: Granulometría de agregados de la muestra modificada al 10% de filler.</i>	108
<i>Tabla 23: Dosificación real en % para la mezcla modificada.</i>	109
<i>Tabla 24: Comparación de los resultados del porcentaje óptimo de la muestra modificada con la norma.</i>	115
<i>Tabla 25: Resultados – Cántabro: Mezcla asfáltica – Patrón y Modificada a los 25 °C.</i>	116
<i>Tabla 26: Resultados – Cántabro: Mezcla asfáltica – Patrón y Modificada a los 60 °C.</i>	117

<i>Tabla 27: Resultados – Ensayo de Lottman Modificado: Patrón.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 28: Resultados – Ensayo de Lottman Modificado: Modificada.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 29: Dosificaciones de las mezclas optimas.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 30: Resultados de las mezclas optimas.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 31: Costo del Filler (proceso).....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 32: Precio en 20kg.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 33: m3 de Cemento y Filler (RCA) en base a su peso kg.</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 34: m3 del PEN.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 35: Precio y Costo de todos los materiales en un 1 m3.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 36: Costo material de la mezcla convencional.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 37: Costo material de la mezcla modificada.....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 38: Precio unitario de la mezcla convencional.</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 39: Precio unitario de la mezcla modificada.....</i>	<i>130</i>

LISTA DE GRÁFICAS

<i>Gráfica 1: Curva de granulometría combinada.</i>	100
<i>Gráfica 2: Estabilidad vs % C.A.</i>	101
<i>Gráfica 3: Peso Unitario vs % C.A.</i>	102
<i>Gráfica 4: % de vacíos vs % C.A.</i>	102
<i>Gráfica 5: Flujo vs % C.A.</i>	103
<i>Gráfica 6: V.M.A. vs % C.A.</i>	103
<i>Gráfica 7: V.F.A. vs % C.A.</i>	104
<i>Gráfica 8: Relación estabilidad – flujo.</i>	104
<i>Gráfica 9: Curva de granulometría combinada de la muestra modificada al 2% del filler.</i>	106
<i>Gráfica 10: Curva de granulometría combinada de la muestra modificada al 5% del filler</i>	107
<i>Gráfica 11: Curva de granulometría combinada de la muestra modificada al 8% del filler</i>	108
<i>Gráfica 12: Curva de granulometría combinada de la muestra modificada al 10% del filler</i>	109
<i>Gráfica 13: Estabilidad vs % C.A de la muestra modificada</i>	110
<i>Gráfica 14: Peso Unitario vs % C.A de la muestra modificada</i>	111
<i>Gráfica 15: % de vacíos vs % C.A de la muestra modificada</i>	112
<i>Gráfica 16: Flujo vs % C.A de la muestra modificada</i>	113
<i>Gráfica 17: V.M.A. vs % C.A de la muestra modificada</i>	113
<i>Gráfica 18: V.F.A. vs % C.A de la muestra modificada</i>	114
<i>Gráfica 19: Relación estabilidad – flujo de la muestra modificada</i>	115
<i>Gráfica 20: Peso específico vs Tipo de mezcla</i>	120
<i>Gráfica 21: Estabilidad vs Tipo de mezcla</i>	121
<i>Gráfica 22: % vacíos con aire vs Tipo de mezcla</i>	122
<i>Gráfica 23: Flujo vs Tipo de mezcla</i>	122
<i>Gráfica 24: % Vacíos del agregado mineral vs Tipo de mezcla</i>	123
<i>Gráfica 25: % Vacíos llenados de C - A vs Tipo de mezcla</i>	124

<i>Gráfica 26: Relación de estabilidad – flujo vs Tipo de mezcla</i>	<i>124</i>
<i>Gráfica 27: P/A – flujo vs Tipo de mezcla</i>	<i>125</i>
<i>Gráficas 28: Ensayo Cántabro al 25 °C – 60 °C vs Tipo de mezcla</i>	<i>125</i>
<i>Gráficas 29: Ensayo Lottman modificado vs Tipo de mezcla</i>	<i>126</i>

RESUMEN

Este estudio se realizó en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, con el objetivo principal de examinar las características físicas y mecánicas de una mezcla asfáltica que incorpora conchas de abanico como componente de relleno. Se compararon dos tipos de mezclas asfálticas en caliente: una convencional y otra modificada, utilizando el método Marshall. Para la mezcla convencional, se emplearon agregados provenientes de las canteras Tres Tomas y La Victoria, combinados con cemento asfáltico 60/70. En cambio, en la mezcla modificada, se sustituyó el material de relleno por conchas de abanico trituradas.

La primera fase del estudio se enfocó en determinar la cantidad óptima de cemento asfáltico para la mezcla convencional, la cual se estableció en un 5%. En la segunda fase, se evaluaron diferentes porcentajes de conchas de abanico triturado: 2%, 5%, 8% y 10% de la mezcla. Después del análisis, se llegó a la conclusión de que el contenido ideal de conchas de abanico para mejorar las propiedades de la mezcla en caliente convencional es del 5%, combinado con un 5% de PEN. Estos resultados señalan que las mezclas asfálticas en caliente que incluyen un 5% de PEN y un 5% de conchas de abanico triturado presentan mejoras significativas en propiedades convencionales, como estabilidad, resistencia al desgaste (durabilidad) y desempeño en condiciones de humedad.

Palabras clave: Conchas de abanico, PEN, Método Marshall, Cemento Asfáltico, Resistencia al desgaste.

ABSTRACT

This study was carried out at the Professional School of Environmental Civil Engineering of the Santo Toribio Catholic University of Mogrovejo, with the main objective of examining the physical and mechanical characteristics of an asphalt mixture that incorporates fan shells as a filler component. Two types of hot asphalt mixes were compared: one conventional and the other modified, using the Marshall method. For the conventional mix, aggregates from the Tres Tomas and La Victoria quarries were used, combined with 60/70 asphalt cement. On the other hand, in the modified mixture, the filling material was replaced with crushed fan shells.

The first phase of the study focused on determining the optimal amount of asphalt cement for the conventional mixture, which was established at 5%. In the second phase, different percentages of crushed fan shells were evaluated: 2%, 5%, 8% and 10% of the mixture. After analysis, it was concluded that the ideal content of fan shells to improve the properties of conventional hot mix is 5%, combined with 5% PEN. These results indicate that hot asphalt mixes that include 5% PEN and 5% crushed fan shells present significant improvements in conventional properties, such as stability, wear resistance (durability), and performance in wet conditions.

Keywords: Fan shells, PEN, Marshall Method, Asphalt Cement, Wear resistance.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la población, la industrialización y el comercio a nivel global han llevado a un aumento significativo en la construcción de vías terrestres, principalmente carreteras, que en su mayoría están compuestas por concreto asfáltico. Este fenómeno tiene una gran magnitud para las personas, ya que está estrechamente relacionado con aspectos sociales y económicos. [7].

A nivel nacional, en nuestro país, por la diversidad climática, se necesitan diseños de mezclas asfálticas y pavimentos específicos, especialmente donde las condiciones climáticas son extremas. Los agrietamientos, ahuellamientos, fisuras, ondulaciones, deformaciones, etc. Son problemas que sufren las pistas. Mas cuando están expuestas a climas extremos, por eso se debe realizar estudios para una mejor durabilidad, y es necesario anticiparse a toda problemática. [7]

A nivel local, En la ciudad de Chiclayo, La mayoría de las carreteras presentan un estado deficiente, lo cual afecta a las personas que se trasladan por la ciudad. Los conductores expresan su incomodidad debido a la presencia de huecos, desniveles en las calles y la falta de mantenimiento, entre otros problemas Los cuales tienen una vida útil menor a la que fue proyectada según su diseño. [12].

El propósito de esta investigación es aprovechar las conchas de abanico para utilizarlas como filler en la mezcla asfáltica. El filler es un componente no arcilloso que atraviesa el tamiz N°200 y se agrega a la mezcla asfáltica con el objetivo de estabilizarla y reducir la proporción de asfalto, logrando así el porcentaje de vacíos deseado en la mezcla.

Esta investigación se fundamenta en los siguientes ámbitos: En el ámbito económico, se puede observar claramente el deterioro de las vías urbanas, lo cual conlleva a costosos gastos de mantenimiento. Esto se debe a diversas causas, como un diseño deficiente en términos de espesor o mezcla, así como el uso de materiales de calidad inferior que no cumplen con los estándares señalados en el Manual de Carreteras. Esta situación genera un interés por investigar y encontrar soluciones, incluso generando oportunidades laborales durante el proceso de investigación.

Desde lo ambiental, Los residuos de la concha de abanico es un problema que genera dificultades tanto para el entorno natural como para la población. Por consiguiente, se está

buscando una forma de reutilizar las conchas de abanico triturado como filler, con el fin de reducir su impacto negativo.

En términos sociales, es importante reducir el impacto visual negativo causado por el mal estado del pavimento en las ciudades, ya que esto afecta a los habitantes que transitan por la zona.

En el ámbito científico, a nivel local (en el caso específico de Chiclayo), no existen estudios sobre el uso de conchas de abanico como filler en mezclas asfálticas. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo investigaciones en este campo, lo cual servirá como estímulo para profesionales y estudiantes que deseen profundizar en estas tecnologías.

A partir de lo expuesto previamente, se plantea la siguiente pregunta. ¿Cuál es el efecto que tienen las conchas de abanico en las propiedades mecánicas y físicas de una mezcla asfáltica? Y así se propone como objetivo general, evaluar las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler. Para lograrlo, se han establecido objetivos específicos que incluyen: Identificar las características de las conchas de abanico para ser usadas como relleno en las mezclas asfálticas, diseñar la mezcla utilizando las conchas de abanico como filler en el asfalto, determinar el porcentaje óptimo a utilizar de las conchas de abanico para el uso como relleno, comparar según resultados óptimos de las propiedades mecánicas y físicas del asfalto con la concha de abanico como filler con las normas establecidas del asfalto con filler de cemento, y finalmente, identificar el costo de fabricación con la mezcla óptima en 1 m³.

Estos pasos facilitarán una comprensión completa y detallada del potencial que tienen las conchas de abanico como una alternativa sostenible en el campo de la ingeniería de pavimentos. A través de un análisis riguroso, se podrá evaluar no solo su viabilidad técnica, sino también los beneficios ambientales que su uso puede aportar, como la reducción de residuos y la conservación de recursos naturales. Además, este enfoque permitirá identificar las propiedades mecánicas específicas que las conchas de abanico pueden mejorar en las mezclas asfálticas, contribuyendo así a la creación de soluciones innovadoras que promuevan la sostenibilidad en las infraestructuras viales. A medida que se avance en cada uno de estos pasos, se obtendrá una visión integral que demostrará cómo esta opción puede cumplir con los estándares de durabilidad y eficiencia requeridos en los proyectos de pavimentación.

REVISIÓN DE LITERATURA

ANTECEDENTES

Cabezas y Sandoval [11] “Evaluación del comportamiento de una mezcla asfáltica con adición de filler de residuos de mampostería”

La problemática planteada refleja que las vías sufren ahuellamiento, baja resistencia, Los efectos de la erosión, el envejecimiento y otros factores impulsan la búsqueda de nuevas alternativas para su estudio. La presente investigación planteó el objetivo de adicionar residuos de mampostería como filler para una mezcla asfáltica y así evaluar su resistencia. La metodología aplicada es experimental por eso se realizaron ensayos de comparación al asfalto convencional y el asfalto con adición de 4%- 4.5%- 5%- 5.5% y 6% lo cual son residuos de ladrillos, los ensayos que realizaron son para comprobar el flujo y estabilidad con el método Marshall, finalmente realizados los ensayos se obtuvo resultados de estabilidad optima, pero con la deformación aumento a comparación del asfalto tradicional.

Ganchozo y Rodríguez [9] “Evaluación del comportamiento de mezclas asfálticas incorporando cemento como filler, mediante la metodología de Marshall”

La siguiente investigación plantea una problemática que se refleja en la carencia de evaluación del diseño en la mezcla asfáltica, esto se manifiesta en el agrietamiento, envejecimiento, ahuellamiento, entre otras y esto lleva un deterioro de la superficie de rodadura, debido a la mala calidad de asfalto o al no cumplimiento de las especificaciones, por eso se propuso la incorporación de un filler o relleno mineral en la mezcla asfáltica lo cual es el cemento y se utilizó la metodología Marshall analizar la mezcla con adición su desempeño mecánico y físico con los porcentajes 1%-2% y 2.5%. Los resultados obtenidos son que, al aplicar las diferentes adiciones, la más optima es con 2 % de adición, donde alcanzaron una estabilidad 2572 kg, flujo de 12%, rigidez 3800 kg/cm y densidad 2.354 gr/cm³, y también en costo el más accesible es de 2% con \$83.16 a comparación de la mezcla convencional que es de \$88.29.

Bastidas, Ruge, Medina y Giraldo [3] “Incorporação de pó de agregados reciclados de concreto como filer em misturas asfálticas”

La gestión y tratamiento de los desechos sólidos industriales es considerada una preocupación medioambiental a nivel mundial. Varios estudios se han centrado en el aprovechamiento de los residuos de la construcción civil en la pavimentación. El objetivo de esta investigación es evaluar el uso de polvo de agregados finos reciclados. Para ello se fabricaron tres tipos de mezclas asfálticas: la mezcla de referencia con materiales convencionales y dos mezclas de

estudio con sustitución del 3% y 6% del filler natural por composición total de la masa de la mezcla. Se evaluó la resistencia a carga monotónica de las mezclas (Test Marshall y Tracción Indirecta-RT) y la resistencia al desgaste cántabro. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si los resultados obtenidos fueron estadísticamente significativos. Al reemplazar el 3% del relleno granular con el polvo reciclado de agregados finos, se disminuyó un comportamiento mecánico satisfactorio bajo cargas monotónicas, aunque se produjo un aumento en la pérdida de masa en el ensayo cántabro. Los resultados indican que el uso del polvo reciclado de agregados finos, tal como se propone, es técnicamente factible y beneficioso desde una perspectiva medioambiental, ya que permite una disposición segura de los residuos. aunque se produjo un aumento en la pérdida de masa en el ensayo cántabro. Los resultados indican que el uso del polvo reciclado de agregados finos, tal como se propone, es técnicamente factible y beneficioso desde una perspectiva medioambiental, ya que permite una disposición segura de los residuos. aunque se produjo un aumento en la pérdida de masa en el ensayo cántabro. Los resultados indican que el uso del polvo reciclado de agregados finos, tal como se propone, es técnicamente factible y beneficioso desde una perspectiva medioambiental, ya que permite una disposición segura de los residuos.

Santamaria [6] “Durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico”

En su investigación plantea la sustitución del agregado fino con RCA, para ver en su durabilidad de las mezclas asfálticas. La metodología empleada fue experimental, por lo que realizaron ensayos a las mezclas asfálticas con tres sustituciones de arena por la concha de abanico en los intervalos de [1.2 – 0.3]mm - [0.3-0.15]mm y 0.15mm- 0.0075 m, y también se realizó una mezcla sin adición de RCA, verificando su durabilidad con dos propiedades, las cuales son la susceptibilidad frente al agua y deformación plástica, obteniendo como resultado que la mezcla asfáltica con adición son menos susceptibles a comparación de la mezcla sin adición, también las con RCA tienen una mayor recuperación plástica y ahuellamiento menor a base de cargas estáticas.

Chávez [24] “Valoración de residuo de concha de abanico para uso como agregado en mezclas asfálticas en caliente”

El estudio sugiere la utilización de conchas de abanico trituradas en lugar del agregado fino convencional para determinar su impacto en la estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos de las mezclas asfálticas. Se adoptó un enfoque experimental utilizando el método Marshall,

realizando pruebas en las mezclas asfálticas con tres niveles de reemplazo de arena por concha de abanico en los rangos de tamices [#8- #50], [#50-#100] y [#100-#200]. Además, se preparó una mezcla de referencia sin RCA para comparar los resultados. Los análisis demostraron que las conchas de abanico trituradas son un sustituto efectivo de la arena natural, proporcionando resultados satisfactorios en términos de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos, fue con el tamiz # 50 de RCA.

Alvarado [25] “Evaluación del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente incorporando conchas de abanico trituradas, Lima 2023”

El objetivo central de la investigación fue analizar el impacto que tienen las conchas de abanico trituradas en las características y el rendimiento de las mezclas asfálticas en caliente. Para ello, se adoptó una metodología experimental, en la cual se realizaron pruebas con mezclas asfálticas que contenían diferentes proporciones de conchas de abanico trituradas, reemplazando la arena en porcentajes del 10%, 15% y 20%. Se preparó también una mezcla patrón sin adición de conchas de abanico trituradas (CAT) para establecer un parámetro de comparación. Los resultados obtenidos de las pruebas indicaron que la adición de CAT en las mezclas asfálticas contribuye positivamente a la estabilidad de las mismas, siendo particularmente notable este efecto cuando se utiliza un 15% de conchas de abanico trituradas en la mezcla

Quispe Chacon [4] “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con incorporación de residuos de PVC como filler en un porcentaje óptimo”

Narra que la problemática es a mayor crecimiento vehicular, se incrementa las cargas vehiculares superando para las que fueron diseñadas, esto conlleva a deformaciones, agrietamiento fallas por fatiga, entre otras. Por ello su objetivo es analizar sus propiedades de las mezclas asfálticas añadiendo residuos de PVC en 0.5%- 0.75%- 1%- y 1.5% como filler, la metodología es causi- experimental por lo que se realizaron ensayos para extraer datos, de los porcentajes empleados en la mezcla asfáltica con residuos de PVC, obteniendo como resultado que a 0.5% su comportamiento mejora en las propiedades mecánicas, también mejora su estabilidad, aumenta los parámetros volumétricos y finalmente su peso unitario aumenta.

J. Quispe Martínez [1] “Influencia de la adición de cal hidratada o cemento a la estabilidad y fluencia dentro del diseño mezcla asfáltica en caliente, Pilcomayo- 2018”

En el propósito de esta investigación es estudiar el impacto o efecto que produce el cemento portland o cal hidratada en la mezcla asfáltica. su metodología aplicada es experimental por lo

que se realizaron ensayos para las muestras de la mezcla con porcentajes; 4% - 4.5% - 5% - 5.5% - 6% y 6.5% de cal hidratada como polvo mineral. Finalmente se obtuvo como resultado que aumento los valores de estabilidad, concluyendo que esta mezcla asfáltica ayuda a bajar los costos en la realización y optimiza materiales.

Quispe y Saldaña [2] «Incorporación de fibra plástica para mejorar la propiedad mecánico-físico del pavimento flexible del Pueblo Joven Santa Rosa, Región Lambayeque, 2021,»

La problemática principal de la investigación es el deterioro de las vías, efectos climáticos, temperatura muy alta, etc. Por esto se planteo el objetivo de adicionar fibra plástica para maximizar las propiedades mecánicas y físicas. Su metodología que están utilizando es experimental y correctiva, el primero porque se aplican ensayos y el segundo porque tiene un comportamiento relacional, en sus ensayos realizaron 50 briquetas, donde su dosificación es de cemento 5.9% - piedra 30% - confitillo 20% - arena 49% y PET un 1.5%. Alcanzando resultados positivos de la adición, esto quiere decir que la adición de fibra plástica supero a los resultados del patrón.

Valera [5] «Evaluación del efecto de la cal hidratada y el polvo de ladrillo utilizado como relleno mineral en las propiedades de una mezcla asfáltica,»

En la investigación la problemática planteada es la contaminación de los RCD en la ciudad de Chiclayo, por ello se buscó alternativas para el uso del polvo de ladrillo y cal hidratada como filler en el asfalto. Su metodología es experimental dado que está compuesto por ensayos, donde en la mezcla asfáltica tienen adiciones de polvo de ladrillo y cal hidratada como filler, finalmente presentado resultados óptimos en mejor resistencia y mayor estabilidad.

BASES TEÓRICAS

PAVIMENTOS

Un pavimento se refiere a un componente estructural compuesto por capas superpuestas. Estas capas están compuestas por materiales seleccionados que son adecuadamente compactados y diseñados para resistir la circulación de automóviles. Debido a que soportan las cargas del tráfico, es necesario que sea una estructura robusta, duradera y eficaz.

La capa superior del pavimento está compuesta por materiales de mayor resistencia, mientras que las capas inferiores contienen materiales de calidad inferior y, consecuentemente, de resistencia reducida. Las capas habituales de un pavimento constan de la capa de rodadura, la capa base y la subbase, como se ilustra.[14]

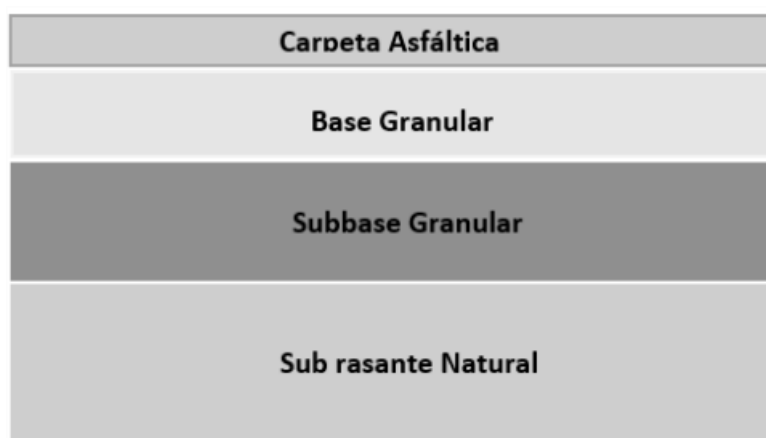


Ilustración 1: Estratos de un pavimento asfáltico o de concreto flexible

Existen distintas clases de pavimentos, tales como los pavimentos rígidos, los pavimentos flexibles y los pavimentos articulados. No obstante, la atención se centrará en los flexibles. [17].

PAVIMENTO FLEXIBLE

Se denomina pavimento de tipo flexible a aquel componente estructural que generalmente consiste en una capa formada por la unión de agregados recubiertos y unidos con asfalto, llamado carpeta asfáltica, junto con una o varias capas de soporte denominadas base y subbase. La existencia de estos recubrimientos variará según la calidad y tipo de subrasante. Se le atribuye la palabra -flexible- debido a que sus dimensiones y composición están conformadas por materiales que posibilitan la flexión o deformación en función de las cargas que lo atraviesen.[13]

La capa superior, conocida como superficie de rodadura, tiene un grosor que varía desde 1 pulgada (25 mm) hasta 3 pulgadas (75 mm).

Un pavimento flexible su vida útil varía de 10 a 20 años, lo que implica la necesidad de mantenimiento regular. En comparación con el pavimento rígido, su proceso de construcción es más rápido y presenta ventajas como un costo inicial más económico y la falta de uniones, lo cual conduce a un tráfico vehicular más continuo. [20]

CLASES DE FALLAS QUE OCURREN EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE.

- Ahuellamiento:
- Hinchamiento:
- Piel de cocodrilo:
- Desprendimiento de agregado:

El término "ahuellamiento de la carpeta asfáltica" describe el proceso mediante el cual se desarrollan surcos o depresiones en la superficie de una capa de asfalto como resultado de la deformación plástica provocada por el tráfico constante de vehículos. Esta deformación gradual puede comprometer tanto la calidad como la resistencia del pavimento, lo que puede llevar a una reducción en su vida útil y a la necesidad de reparaciones o mantenimiento más frecuentes. Para evaluar el estado del pavimento en relación con el deterioro causado por el ahuellamiento, se emplean varios ensayos de laboratorio, siendo el más destacado el Ensayo de Pista de Rueda de Hamburgo, también conocido como Ensayo T 324.

La gravedad del ahuellamiento en el pavimento se evalúa según la profundidad de la impresión dejada. Esta se categoriza en tres grados de gravedad: bajo, moderado y alto, los cuales se definen por la profundidad medida de la huella. [18]

- B: La profundidad media oscila entre 6 y 13 mm.
- M: La profundidad media está entre 13 y 25 mm.
- A: La profundidad media supera los 25 mm.

MEZCLA ASFÁLTICA

También se les llama aglomerados, están compuesto de un ligante bituminoso y agregados pétreos de diferentes granulometrías. Las cantidades que se agreguen interfieren o cambian en sus propiedades físicas que obtenga esta mezcla, como es el rendimiento, etc.

Están compuestas las mezclas asfálticas de aproximadamente un 5% de filler (polvo mineral), agregados pétreos un 90% y el otro es el ligante asfáltico un 5%. Estos compuestos son indispensables para el desempeño del pavimento, en la calidad lo que más influye son el relleno mineral, conocido como filler, y el aglutinante asfáltico. [11]

CLASIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS

La mezcla asfáltica en frío.

Consiste en una mezcla de agregados y, si es preciso, un material de relleno, junto con una emulsión asfáltica, todo procesado a temperatura ambiente. Estas mezclas se producen en una planta de mezcla portátil y se clasifican en dos categorías según el tamaño de sus partículas:

Granulometría densa: Se trata de una combinación homogénea y uniforme creada con agregados pétreos cuyo tamaño nominal varía entre (1 1/2") y (3/8"). Se emplea en situaciones donde no es necesaria una gran resistencia estructural, como en áreas de tráfico ligero o para reparaciones menores de superficies asfálticas, como el parchar de baches. Es la solución perfecta para mantener las carreteras en buen estado sin exagerar con la potencia de la mezcla.

granulometría abierta: Se obtiene al combinar un agregado grueso con granulometría uniforme y un agente bituminoso. La mezcla se fabrica, se aplica y se comprime a temperatura ambiente, permitiendo su uso directo en el sitio de construcción tras su preparación o su almacenamiento Por un período libre de problemas.

La temperatura de las mezclas asfálticas frías varía entre los 10°C y los 30°C. Un inconveniente de estas mezclas radica en su alto contenido de espacios vacíos, lo que puede resultar en una menor estabilidad y rigidez, además de que la humedad retenida en la mezcla puede afectar negativamente su resistencia.

La mezcla asfáltica en caliente:

Esta denominación se atribuye a los elementos que componen la mezcla, en otras palabras, Es necesario elevar la temperatura de los agregados y el material ligante hasta aproximadamente 150 °C antes de proceder a su mezcla. Estas combinaciones se elaboran en una instalación de mezcla que puede ser fija o móvil. Una vez que se completa la mezcla, se transporta al área de pavimentación, se extiende y compacta utilizando rodillos para lograr una superficie uniforme.

La meta principal en el diseño de esta combinación es establecer la cantidad ideal de cemento asfáltico, la cual fluctúa dependiendo de la naturaleza de los materiales, sus características y las condiciones climáticas a las que se someten.

Para garantizar la estabilidad y durabilidad esperadas, Es esencial monitorear con exactitud la cantidad de asfalto y la temperatura de mezclado al fabricar una mezcla asfáltica de alta calidad.

Esto implica llevar a cabo un diseño adecuado de la mezcla utilizando instrumentos y equipos calibrados. De lo contrario, no se puede asegurar la obtención de los resultados deseados.[16]

Las mezclas asfálticas calientes, se clasifican en tres tipos basados en su tamaño:

Granulometría densa: Esta composición es consistente y uniforme, formada por agregados seleccionados con un tamaño estándar que varía de 37,5 mm (1 ½ pulgadas) a 9,5 mm (3/8 de pulgada), y cemento asfáltico. Muestra un contenido de espacios vacíos menor al 6% y se emplea tanto en la creación de pavimentos nuevos como en el fortalecimiento de los ya existentes.

Granulometría abierta: La mezcla asfáltica de textura abierta, también referida como porosa, es una composición uniforme y homogénea que se distingue por su elevado contenido de espacios vacíos, los cuales superan el 12%. Está formada por cemento asfáltico y agregados pétreos cuyo tamaño nominal varía entre (1/2 pulgada) y (1/4 de pulgada). Se aplica sobre una base de granulometría densa para alcanzar los estándares de calidad establecidos, y su diseño permite que el agua sea desplazada eficientemente por las llantas, rellenando los vacíos en la superficie y mejorando así la tracción entre las llantas y el camino.

Granulometría discontinua: Esta composición es coherente y uniforme, integrada por cemento asfáltico y agregados con un tamaño nominal que oscila entre (3/4 de pulgada) y (3/8 de pulgada). Se aplica en la formación de capas superficiales o en estratos subyacentes en vías de gran afluencia vehicular.

Granulometría permeable: Una característica sobresaliente de estas mezclas consiste en su elevado porcentaje de espacios vacíos, que oscila entre el 16% y el 25% o incluso más. Se utilizan ya sea como capa de rodadura o como capa para aliviar lesiones. Estos espacios vacíos posibilitan el drenaje del agua, evacuándola de la superficie.

Mezcla asfáltica modificada.

Las mezclas asfálticas tradicionales presentan ciertas restricciones en su capacidad para soportar simultáneamente el tráfico pesado y las variaciones del clima. Debido a esto, se ha vuelto esencial el uso de ligantes mejorados que proporcionen un mejor agarre a los agregados, una resistencia incrementada contra el deterioro por el tiempo y una reducida vulnerabilidad frente a la humedad.

Estas mezclas asfálticas se caracterizan por haber sido modificadas en su proceso de fabricación a través de la incorporación de sustancias o aditivos especiales al cemento asfáltico. El objetivo de esta modificación es mejorar las cualidades de las mezclas asfálticas estándar.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS:

Las características volumétricas de la mezcla son de gran importancia, ya que su estado óptimo permite predecir cómo se comportará en la estructura final del pavimento.[15]

Densidad de la mezcla asfáltica:

Esta característica se refiere a la densidad de la mezcla asfáltica, indicada en términos de kilogramos por metro cúbico (kg/m^3), y representa la masa contenida en un volumen específico de la mezcla. Para calcularlo, se realiza el producto relacionado con la densidad total de la mezcla y la masa del agua, que es de 1000 kg/m^3 .

La densidad de la mezcla es una propiedad crucial, ya que, para lograr una vida útil prolongada del pavimento, es necesario asegurar que la densidad sea alta. [19]

Vacíos de aire.

En las mezclas asfálticas compactadas en caliente, se identifican espacios de aire entre las partículas de agregado unidas con asfalto. Estos espacios son determinantes para la durabilidad del pavimento. Según la normativa peruana, estos espacios de aire deben mantenerse dentro de un margen del 3% al 5% en las muestras de laboratorio. Una proporción inferior al 3% indica una mezcla excesivamente rígida, susceptible a fisuras prematuras tras la construcción del pavimento. En contraste, una proporción que exceda el 10% sugiere una mezcla excesivamente permeable. La presencia de estos espacios de aire es crucial para permitir una compactación adecuada bajo la carga vehicular, facilitando el movimiento y adaptación del asfalto bajo dichas cargas.

Vacíos de agregado mineral – V.M.A.

Se refiere a la cantidad total de espacios vacíos entre las partículas del agregado mineral, son los huecos de aire y los espacios llenos de asfalto (VFA) en una mezcla asfáltica ya compactada. En el caso de una mezcla diseñada con la metodología Marshall y utilizando un agregado de tamaño nominal de 19 mm (1/2 pulgada), es necesario que el VMA sea al menos del 15%.

Vacíos rellenos de asfalto – V.F.A.

El VFA es el porcentaje del VMA que está ocupado por el asfalto en una mezcla asfáltica ya compactada. Para calcularlo, se resta el volumen de espacios de aire del VMA y luego se divide esa diferencia por el VMA.

El VFA es crucial porque define los límites superiores del VMA y, por ende, determina la cantidad ideal de asfalto en la mezcla. Actúa como un indicador del volumen de asfalto presente en la mezcla, y un VFA demasiado bajo puede señalar una deficiencia de asfalto.

Contenido de asfalto.

Se trata de determinar la proporción adecuada de cemento asfáltico necesaria para obtener una mezcla asfáltica de excelente calidad. Esta proporción se basa en aspectos cruciales de los agregados, tales como su capacidad de absorción y su distribución granulométrica.

La elección del contenido óptimo de asfalto se lleva a cabo en el laboratorio, tras haber analizado las propiedades de los agregados y efectuados ensayos con distintas cantidades de asfalto.[15]

LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS

Estabilidad-fluencia, Durabilidad, Impermeabilidad, Trabajabilidad, Resistencia a la fatiga y Resistencia al deslizamiento:

La estabilidad hace referencia a la aptitud del asfalto para soportar deformaciones ante las cargas del tráfico y evitar el desplazamiento lateral, lo que se basa en la cohesión y la fricción. La fricción está vinculada a la forma y superficie de las partículas, mientras que la cohesión con las cualidades propiedades del material ligante.

La estabilidad de la mezcla se ha evaluado en relación con el % de asfalto. Aumentar el % de asfalto hace que la mezcla sea más estable hasta cierto punto, después del cual la estabilidad se reduce. Conforme aumenta el contenido de asfalto en la mezcla, la capa de asfalto que envuelve a los agregados facilita su acomodación. Sin embargo, si la capa de asfalto es demasiado gruesa, puede obstaculizar la unión entre las partículas.

La durabilidad es la resistencia de la mezcla que está vinculada a la capacidad del agregado para resistir la desintegración, a la habilidad del asfalto para interactuar con su entorno y prevenir que se separe del agregado.

Resistencia al daño por humedad o impermeabilidad: Es la resistencia al paso de agua y aire hacia el interior. Este concepto guarda relación con el nivel de espacios vacíos de aire en la mezcla compacta y la accesibilidad de estos espacios hacia la superficie.

La capa de rodadura debe disminuir la probabilidad de que la llanta resbale sobre ella, especialmente en condiciones de lluvia; este atributo se conoce como **resistencia al deslizamiento**.

La trabajabilidad de la mezcla se refiere a lo sencillo que es depositar y compactar la mezcla. En mezclas con una elevada proporción de agregados grueso o filler tienen una mala trabajabilidad.[15]

AGREGADOS PÉTREOS

Son aquellos materiales de características granulares inertes utilizados en la fabricación de productos resistentes como los concretos y también morteros. Son aquellos que se emplean en combinación con materiales aglomerantes hidráulicos (como cemento y cal) o con ligantes asfálticos [10].

TIPOS DE AGREGADOS PÉTREOS.

Según [10], los agregados pétreos se clasifican según su origen y la técnica utilizada para su uso,

Agregados Naturales: Son aquellos materiales que se utilizan tras someterlos a una variación de tamaño para cumplir con los requisitos específicos.

Agregado de Trituración: Se obtienen al triturar piedras de canteras o rechazos de agregados naturales, manteniendo propiedades físicas apropiadas.

Agregados Compuestos o Artificiales: Son obtenidos mediante distintos procesos mecánicos (industriales), como son escorias y materiales originarios de demoliciones, que son reutilizables, así como reciclables.

Agregados Marginales: Son aquellos áridos que no alcanzan a cumplir con algunas de las especificaciones actuales para la construcción.

Consideraciones sobre el empleo de agregados pétreos.

Al utilizar este material en la construcción de pavimentos, se deben tener en cuenta varios aspectos para así garantizar su funcionalidad de las diferentes capas y del mismo modo en la fabricación de las mezclas asfálticas. [10]

CARACTERÍSTICAS Y RECONOCIMIENTO:

Se analiza la estructura de los agregados, la variación en la composición de sus minerales, también propiedades químicas y su capacidad de ser poroso.

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS:

Se analiza la angulosidad, forma y distribución granular de las partículas, ya que está en relación con su estructura mineral.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Se refiere a la capacidad de resistir el desgaste y el pulido.

AUSENCIA DE IMPUREZAS:

Es importante que los agregados estén libres de impurezas, ya que su presencia puede degradar los materiales.

INALTERABILIDAD:

Se deben estimar las probables degradaciones que puedan ocurrir en los agregados(pétreos) a lo largo del tiempo, para evitar comportamientos no deseados en las capas del pavimento.

ADHESIVIDAD:

Es necesario que los agregados sean compatibles con los ligantes asfálticos utilizados en la mezcla asfáltica. En caso de problemas, se pueden emplear activantes para asegurar una buena calidad de la mezcla.

Características principales de los agregados pétreos para pavimentos

Según [10], Se deben priorizar son las siguientes características de los agregados pétreos:

Angulosidad y Forma: La forma del agregado grueso afecta el esqueleto mineral y se categorizan en distintas formas como (redondas), (irregulares), (angulares), (laminares), (elongadas) y (elongadas laminadas). Las de tipo laminar y elongadas laminadas tienden a desgastarse con mayor facilidad. Asimismo, es importante tener en cuenta la angulosidad del

agregado grueso, dado que esta afecta la textura y, por ende, la resistencia, debido al roce interno que se genera.

Resistencia al desgaste: Es una característica mecánica importante para el comportamiento de las capas del pavimento. Se evalúa su resistencia mediante pruebas de laboratorio, como la Prueba de los Ángeles.

Resistencia al pulimento: La facultad de las partículas del agregado para conservar su textura superficial sin perder aspereza es crucial en términos de prevenir el gradual cuando se utilizan en una capa de rodadura. Se han creado pruebas de pulimento acelerado para evaluar esta característica.

ORGANIZACIÓN DE LOS AGREGADOS PÉTREOS SEGÚN SUS DIMENSIONES.

Agregado grueso

De acuerdo con el Sistema de Clasificación de Suelos SUCS, se designa como agregado grueso a la fracción del material pétreo total que permanece retenida en el tamiz #4.

Propiedades y características recomendadas de los agregados gruesos para su uso en mezclas asfálticas.

- Granulometría.
- Rozamiento interno.
- Angulosidad del agregado grueso.
- Configuración del material grueso.
- Durabilidad ante la fragmentación de los materiales gruesos.
- Resistencia a la abrasión del material grueso para superficies de rodadura.
- Limpieza
- Capacidad de adherencia del material grueso.

Agregado fino

De acuerdo con el Sistema de Clasificación de Suelos SUCS, se identifica como agregado fino a la porción del total de petróleo agregado que atraviesa el tamiz #4 pero se retiene en el tamiz #200.

Características y propiedades de los agregados fino.

- Origen del material fino.

- Limpieza del agregado fino.
- Durabilidad ante la fragmentación del material fino.
- Capacidad de adherencia del material fino.

Relleno mineral o filler

De acuerdo con el (SCUS) que significa: Sistema de Clasificación de Suelos, el polvo mineral o filler se refiere a una fracción del agregado pétreo que pasa a través del tamiz #200.

Este polvo tiene una consistencia pulverulenta y se utiliza especialmente en la mezcla asfáltica como un recurso para ajustar su consistencia y propiedades mecánicas. Cuando se encuentra presente en la mezcla, se le denomina llenante o sellador, el filler suelen ser el por cemento o cenizas volantes, o en general, un polvo de naturaleza caliza. Cuando se encuentra presente en la mezcla, se le denomina llenante o sellador. [5]

Características del filler

Finura: El polvo mineral es el que rellena los vacíos que quedan después de compactar la estructura granular, y esto depende de su distribución granulométrica y la existencia de partículas que son de mayor volumen. La densidad que tiene el polvo mineral es una medida importante de su finura, y suele variar entre 0.5 y 0.8 g/cm³ según algunas normas.

Modificación reológica: La inclusión del filler en la mezcla hace crecer su resistencia a la deformación sin afectar la naturaleza viscosa del ligante, lo cual conduce a un aumento en la resistencia al corte de dicha mezcla.

Efecto estabilizador contra la acción del agua: La durabilidad de las mezclas asfálticas frente a la humedad aumenta al disminuir la porosidad de la estructura de agregados, evitando así la infiltración del agua. Adicionalmente, ciertos polvos minerales presentan una mayor compatibilidad con el ligante asfáltico, mejorando su resistencia al movimiento causado por la acción del agua sobre dicho ligante.

Origen del polvo mineral

El filler puede provenir de los agregados al separarlos a través de diferentes ciclones durante el proceso de fabricación, o puede ser elaborado como un producto comercial específicamente preparado para ser añadido externamente a la mezcla. El polvo (material fino) que se adhiere a los agregados después de pasar por el secador de la planta asfáltica no debe superar el 2% de la masa total de la mezcla lo que sugiere algunas normas. Si se garantiza que los agregados satisfacen las condiciones básicas, se puede reducir su aporte al mínimo necesario.

Tipos de filler

De acuerdo con el Manual EG-2013 del MTC, se pueden dar uso como filler al cemento, ceniza fina, cal hidratada, polvo de escoria, también al polvo de roca.

- **Cal Hidratada**

Se consigue al poner a la cal viva con una cantidad necesaria de agua que esto lleva a su hidratación química.

Se puede clasificar como hidróxido de calcio o como una combinación de hidróxido de calcio con óxido de magnesio e hidróxido de magnesio. Por razones ecológicas y de sostenibilidad, generalmente se prefiere utilizar cal apagada en forma de lechada, ya que facilita su aplicación y reduce el impacto ambiental. Sin embargo, en situaciones donde se desea disminuir el contenido de humedad en los suelos, se puede optar por otros tipos de cal o presentaciones que ofrezcan un mejor control sobre la cantidad de agua.

- **Cemento Portland**

Es un material aglutinante de naturaleza hidráulica que, al mezclarse con agregados, fibras discontinuas de acero y agua, genera una estructura sólida y resistente conocida como concreto. Este conglomerante posee la particularidad de endurecer y alcanzar su estado de fraguado debido a la interacción química que ocurre con el agua, lo que le confiere la capacidad de formar una unión duradera y de gran estabilidad a lo largo del tiempo. La reacción del agua con los componentes del conglomerante es esencial para activar sus propiedades y lograr la consolidación final del concreto.

- **Residuos de Conchas de Abanico (RCA)**

El molusco filtrador de dos valvas conocido como concha de abanico se encuentra en las zonas costeras, habitando en aguas que van desde los 2 metros hasta los 20 metros de profundidad. Su entorno presenta una temperatura que varía entre los [13 °C - 28 °C]. Científicamente, esta especie se denomina "Argopecten Purpuratus" y pertenece a la familia "Pectinidae". están mayoritariamente compuestos de carbonato de calcio. [21]



Ilustración 2: Conchas de abanico en estado natural

Caracterización de las conchas de abanico triturado como filler

Tamaño de la muestra:

El relleno mineral se clasificará dentro de los siguientes:

Tamiz	Porcentaje de aprobación (por masa)
600 μm (N° 30)	100
300 μm (N° 50)	95 a 100
75 μm (N° 200)	70 a 100

Ilustración 3: Gradación para el filler - ASTM D 242

Índice de Plasticidad (ASTM D 242)

El relleno mineral elaborado con polvo de roca, polvo de escoria, loess y sustancias análogas debe estar prácticamente exento de contaminantes orgánicos y su índice de plasticidad no debe exceder de 4. Los límites de plasticidad no son adecuados para la cal hidráulica y el cemento.

ENSAYOS DEL LABORATORIO

Según lo estipulado en el manual de carreteras bajo el Requerimiento EG – 2013, se establecen criterios específicos que deben ser cumplidos por los agregados fino y grueso en una mezcla en caliente. Estos criterios se refieren a una serie de características que deben poseer dichos agregados para garantizar la calidad y adecuación de la mezcla utilizada. Tales disposiciones buscan asegurar que los agregados, tanto finos como gruesos, cumplan con estándares específicos que contribuyan a la durabilidad, resistencia y seguridad de la infraestructura vial, proporcionando así pautas claras para la selección y utilización de materiales en este contexto.

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud (msnm)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx	8 máx
Índice de Plasticidad (malla N.º 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-.-	18% máx
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N.º 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción* *	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

Ilustración 4: Especificaciones para los agregados finos

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud (msnm)	
		≤ 3.000	> 3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Ilustración 5: Especificaciones para los agregados gruesos

ENSAYOS DEL LABORATORIO PARA EL AGREGADO GRUESO

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO Y FINO (MTC E 204; ASTM C 136; AASHTO T 27)

DESCRIPCION

Equipos de laboratorio

- Una báscula precisa, capaz de detectar variaciones que representen el 0.1% del peso total de la muestra a examinar.
- Tamices que sigan estándares normalizados y que sean elegidos según las especificaciones del material a analizar. (3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°10, N°40, N°80, N°200 y <N°200).
- Una estufa de dimensiones apropiadas, con la característica de conservar una temperatura estable en un rango de 110° con una variación permitida de más o menos 5°C.

Muestra

Agregado grueso: Debe ser medido y secado conforme con lo mostrado en la tabla 1.

Agregado fino: Después de secar, la muestra de agregado fino debe ser de al menos 300 gramos

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9,5	(3/8)	1
12,5	(1/2)	2
19,0	(3/4)	5
25,0	(1)	10
37,5	(1 1/2)	15
50,0	(2)	20
63,0	(2 1/2)	35
75,0	(3)	60
90,0	(3 1/2)	100
100,0	(4)	150
125,0	(5)	300

Ilustración 6: Porción mínima de muestra necesaria para el agregado MTC E 204 – 2000

Procedimiento

1. El análisis de la granulometría implica el procedimiento para desecar la muestra requiere una temperatura sostenida de 110°C, permitiendo una fluctuación de hasta $\pm 5^\circ\text{C}$. Posteriormente, se hizo pasar las partículas utilizando una gama de tamices que presentan variadas dimensiones en sus aberturas de malla, dispuestas en orden de mayor a menor.
2. Luego, se tamizado los agregados. Una vez completado este proceso, por siguiente se toma nota el peso de los materiales retenidos en cada tamiz.
3. Se emplearon los datos para elaborar las curvas granulométricas, que nos brindan una representación visual de las dimensiones de los agregados distribuidos.
4. Es esencial contrastar el peso completo del material tamizado con el peso inicial de la muestra que se ha sometido a prueba.

ENSAYO DE ABRASIÓN POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C-131 Y ASTM C-535 (MTC E 207 – 2000).

Instrumentos utilizados en un laboratorio.

- Una balanza diseñada para detectar variaciones de peso tan pequeñas como 0.1 gramos.
- Tamices estandarizados (3/4", 1/2", 3/8" y #4).
- Una estufa de dimensiones apropiadas que puede sostener de manera constante una temperatura de 110° con una tolerancia de más o menos 5°C.
- Equipo de abrasión de Los Ángeles.
- Carga abrasiva, consistente en bolas de acero, cuyo peso oscila entre 390-445 g

Muestra

Lave y seque la muestra reducida hasta que el peso se estabilice, manteniendo una temperatura de 110 °C con una posible variación de ± 5 °C. Luego, separe cada fracción por separado y vuelva a combinarlas siguiendo la gradación de la Tabla 1.

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 ½")	25,0 mm (1")	1 250 \pm 25	-.-	-.-	-.-
25,0 mm (1")	19,0 mm (¾")	1 250 \pm 25	-.-	-.-	-.-
19,0 mm (¾")	12,5 mm (½")	1 250 \pm 10	2 500 \pm 10	-.-	-.-
12,5 mm (½")	9,5 mm (3/8")	1 250 \pm 10	2 500 \pm 10	-.-	-.-
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (¼")	-.-	-.-	2 500 \pm 10	-.-
6,3 mm (¼")	4,75 mm (Nº 4)	-.-	-.-	2 500 \pm 10	-.-
4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)	-.-	-.-		5 000
TOTAL		5 000 \pm 10	5 000 \pm 10	5 000 \pm 10	5 000 \pm 10

Ilustración 7: Variaciones en los tamaños de la muestra MTC E 207 – 2000

Procedimiento

Existen 4 métodos debido a que la granulometría del agregado cumple con los requisitos establecidos. Por lo tanto, se necesita una cantidad según la tabla anterior, Para este proceso, se aplica una carga abrasiva de 11 billas por cada 500 revoluciones durante un lapso de 15 minutos.

Después de finalizar las revoluciones requeridas, El material se vacía del cilindro y se continúa con el siguiente paso que es la separación inicial de la muestra probada con el uso del tamiz número 10. La porción más pequeña que atraviesa el tamiz se somete a un nuevo tamizado con el mismo tamiz número 10. Los elementos que no pasan por el tamiz número 10 se lavan y posteriormente se secan en una estufa, manteniendo una temperatura de entre 105 y 110°C.

Gradación	Número de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 \pm 25
B	11	4 584 \pm 25
C	8	3 330 \pm 20
D	6	2 500 \pm 15

Ilustración 8: La carga abrasiva según la distribución MTC E 207 – 2000

DENSIDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C 127; MTC E 206)

Equipos de laboratorio

- Una báscula que tiene una exactitud de 0,5 gramos para pesos hasta 5000 gramos, y una precisión del 0,01% del peso de la muestra para cargas que superen ese límite.
- Cestas de metal diseñadas para la inmersión de agregados en agua.
- Horno de dimensiones apropiadas, Apto para sostener una temperatura estable de $(110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C})$.

Muestra:

La Tabla indica La masa mínima de la muestra para el ensayo a utilizar.

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Peso Mínimo de la Muestra de Ensayo Kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 ½)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 ½)	25 (55)
100,0 (4)	40 (88)
112,0 (4 ½)	50 (110)
125,0 (5)	75 (165)
150,0 (6)	125 (276)

Ilustración 9: Porción mínima de muestra MTC E 206 – 2000

Procedimiento

El agregado se mantiene bajo agua cerca de 24 horas para garantizar que los poros de las partículas estén completamente saturados. Tras alcanzar la saturación total, se retira el agua sobrante de la superficie de las partículas para determinar su peso en condición de saturación superficial seca. Luego, la muestra saturada y secada en la superficie se pesa dentro de una cesta metálica sumergida en agua. Por último, se coloca en un horno para secarla por completo hasta alcanzar un peso invariable, equivalente al peso seco del agregado.

A: Peso en el aire de la muestra seca, gr.

B: peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seco, gr.

C: peso de la muestra saturada superficialmente seco sumergido en agua, gr.

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{Peso específico aparente(s. s. s.)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Peso específico de masa} = \frac{A}{A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

IDENTIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (ASTM D 4791; MTC E 221)

Equipos de laboratorio

- Báscula con una precisión de 0.1 gramos
- Tamices
- Medidor para verificar el espesor
- Medidor para determinar la longitud

Muestra

La ilustración proporciona las cantidades necesarias de peso de agregado (Se excluyen las medidas que no se encuentren en el rango de (2 ½ pulgadas) a (1/4 de pulgada), de acuerdo con el tamaño nominal establecido para la muestra.

TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO mm (pulg)		PESO MÍNIMO DEL MATERIAL PARA ENSAYO, TAMAÑO DEL AGREGADO ENTRE 63,0 mm (2 ½") Y 6,3 mm (1/4") kg
mm	(Pulg)	kg
50,0	(2)	35
40,0	(1 ½)	15
25,0	(1)	5
20,0	(3/4)	2
12,5	(1/2)	1
10,0	(3/8)	0,5

Ilustración 10: Cantidad necesaria del agregado en MTC E 221 – 2000

Procedimiento

Para conseguir la separación del material en forma plana en cada fracción de prueba, se asegura que las partículas individuales atraviesen la abertura correspondiente en el calibrador de aplanamiento, según la fracción que se está analizando. Se anota el peso completo de las partículas de cada fracción que atraviesa la abertura (P_i).

Para dividir el material alargado en las distintas fracciones de prueba, Se procede a que cada partícula individual pase entre las barras correspondientes en el calibrador de alargamiento según la fracción que se está analizando. Se documenta el peso acumulado de las partículas pertenecientes a cada fracción que queda retenida entre las dos varillas (P_{li}). Y para las chatas se hace que cada partícula pase por el calibrador de grosor y se anota el resultado (P_{ai}).

$$\text{Índice de aplanamiento de la fracción } (I_{ai}) = \frac{P_{ai}}{P_i} \times 100$$

$$\text{Índice de alargamiento de la fracción } (I_{li}) = \frac{P_{li}}{P_i} \times 100$$

ENSAYO DE PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS (ASTM D 5821; MTC E 210)

Equipos de laboratorio

- Tamices estandarizados (3/4 pulgadas, 1/2 pulgada, 3/8 pulgada, #4)
- Balanza con una sensibilidad de 0.1 gramos
- Espátula
- Contenedores

Procedimiento

Disponga la muestra sobre una superficie amplia para inspeccionar cada partícula. En caso de ser necesario, limpie cualquier agregado que esté sucio para mejorar el proceso de inspección y facilitar la identificación de material fracturado.

Disponga de tres recipientes y emplee una espátula para diferenciar el material redondeado de las que posean una o dos caras fracturadas. Un material redondeado con una grieta pequeña no será considerado como “partícula fracturada”. Se define como fracturada a una partícula cuando al menos el 25% de su área superficial presenta fracturas.

Proceda a pesar los recipientes que contienen las partículas fracturadas, sumando el peso de ambos al finalizar la selección del material con una sola cara fracturada.

Muestra

Tamaño Máximo Nominal Muestra de ensayo mínima mm (pulg.)	Abertura Cuadrada, mm (pulg.) Masa, g (aprox. lb.)
9,5 (3/8)	200 (0,5)
12,5 (1/2)	500 (1)
19,0 (3/4)	1 500 (3)
25,0 (1)	3 000 (6,5)
37,5 (1 1/2")	7 500 (16,5)
50,0 (2)	15 000 (33)
63,0 (2 1/2)	30 000 (66)
75,0 (3)	60 000 (132)
90,0 (3 1/2)	90 000 (198)

Ilustración 11: Cantidad necesaria del agregado en MTC E 210 – 2000

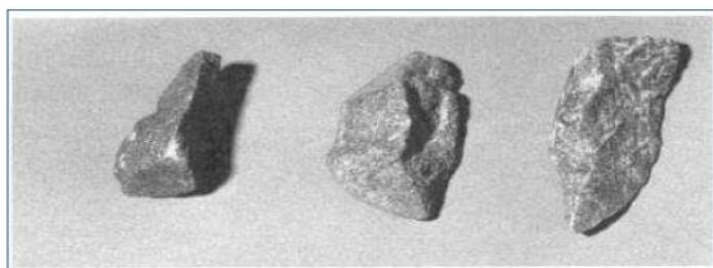


Ilustración 12: Ejemplo de las caras fracturadas MTC E 210 – 2000

ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM C-88, MTC E 209)

Instrumentos de análisis científico

- Tamices estandarizados (3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #16, #30 y #50)
- Balanza de alta precisión con una sensibilidad de 0.1 g.
- Un horno de dimensiones apropiadas, diseñado para sostener de manera constante una temperatura de 110° +/- 5°C.
- Recipientes utilizados para medir las dimensiones los agregados sumergidos en la solución.
- Control de temperatura.

Procedimiento

Inmersión de los especímenes en el líquido. La duración de la inmersión debe oscilar entre 16 y 18 horas, manteniendo la solución a una altura de aproximadamente 13 mm sobre la muestra.

Para prevenir la evaporación y la posible contaminación con elementos ajenos, se cubre el recipiente. La temperatura del ambiente debe mantenerse en torno a los $21 \pm 1^\circ\text{C}$.

A continuación, las muestras se pueden secar permitiendo un escurrimiento durante unos 15 minutos antes de ser colocadas dentro del horno regulado a una temperatura de 110°C . Posteriormente, se extrae del horno para enfriarse hasta alcanzar la temperatura ambiente y luego se determina el peso en periodos que no sean menores a 4 horas ni excedan las 18 horas.

Al lavar los especímenes, se toman precauciones para prevenir golpes que puedan deteriorar las partículas. Este procedimiento se lleva a cabo alternadamente entre la sumersión y el secado hasta alcanzar la cantidad de ciclos necesarios.

ENSAYOS DEL LABORATORIO PARA EL AGREGADO FINO

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D 2419, AASHTO T 176 (MTC E 114)

Instrumentos de análisis científico

- Tubo irrigador, fabricado de acero inoxidable, de cobre o bronce.
- Probeta graduada.
- Un tubo flexible equipado con una tenaza diseñada para ajustar la corriente del fluido.
- Un tapón sólido que se ajuste perfectamente a la probeta.
- Dos recipientes de 1 galón, siendo el primero utilizado para almacenar una solución de Cloruro de Calcio; su tapa cuenta con dos orificios, uno destinado al tubo sifónico y el otro al ingreso de aire.
- Un aparato concebido para anotar los resultados.
- Un reloj o cronómetro que permita medir el tiempo en minutos y segundos.

Muestra

Al menos 1500 g de material que atraviese el tamiz número 4 (4,75 mm).

Procedimiento

Añada la solución funcional de cloruro de calcio al cilindro de medición plástico mediante un sifón hasta obtener una medida de $4 \pm 0,1$ pulgadas. Utilice un embudo para verter la muestra de prueba dentro del cilindro con graduación. Con el objetivo de verificar que la muestra quede

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN EN AGREGADOS FINOS (ASTM C 128, MTC E 205)

Equipos de laboratorio

- Contenedor de aluminio
- Matraz
- Estufa de tamaño apropiado, para una temperatura de 110° +/- 5°C

Muestra

Mezclar de manera homogénea y realice la división por cuarteo hasta conseguir una muestra de prueba con un peso cercano a 1 kilogramo. Para seleccionar 500 gr.

Procedimiento

Se inicia seleccionando una muestra de 1000 gramos de agregado fino, la cual es expuesta a un proceso de secado hasta que su peso se estabiliza. Posteriormente, la muestra se mantiene inmersa en agua durante un período de 24 horas. La muestra se coloca en un área plana y se expone a una corriente de aire caliente. La muestra se considera superficialmente seca y saturada cuando, al invertir el cono en el que se ha comprimido ligeramente el material, este se suelta. Se extraen cerca de 500 gramos del material en este estado y se introducen en un frasco que contiene agua. Finalmente, se extrae el agregado del matraz y se lleva a un horno para secarlo hasta que su peso sea constante.

A: Peso en el aire de la muestra seca al horno, gr.

B: Peso del matraz (picnómetro) conteniendo agua, gr.

C: Peso del matraz (picnómetro) con la muestra y agua hasta la marca, gr.

D: Peso del agregado saturado superficialmente seco (500+10 gr)

$$\text{Gravedad específica seca aparente } G_{sa} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{Gravedad específica seca aparente } G_{sb} = \frac{A}{B + D - C}$$

$$\text{Gravedad específica saturada superficialmente seca Bulk } G_{ssb} = \frac{D}{B + D - C}$$

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{(D - A)}{A} \times 100$$

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N°200) ASTM D 4318, AASHTO T 90 (MTC E 111 – 2000)

Equipos de laboratorio

- Recipiente de cerámica
- Espátula de Casagrande
- Canalizador
- Pesas metálicas
- Báscula con una exactitud de 0.1 gramos
- Horno de dimensiones apropiadas, capaz de sostener una temperatura constante de 110° +/- 5°C Vasija de porcelana
- Espátula de hoja flexible
- Piseta
- Tamiz #200
- Vidrio esmerilado
- Varilla de 3mm de diámetro
- Agua destilada

Muestra

20 gramos de material fino que se filtra a través del tamiz #200

Procedimiento

Se adquiere una muestra aproximadamente 200 gramos de agregado que atravesaron el tamiz #200. El material se humedeció y se colocó en la cuchara de Casagrande usando una espátula para formar una superficie plana.

Con el uso de un acanalador, se partió la muestra dentro de la cuchara de Casagrande, formando un surco. Después, se rotó la manivela de la cuchara entre 1.9 y 2.1 oscilaciones por segundo hasta que ambas partes de la muestra confluyeron en el fondo de la cuchara a una separación de 13 mm. Se contabilizó la cantidad de oscilaciones necesarias para unir la ranura y se tomó una porción de la muestra para colocarla en una cápsula de pesaje y calcular su humedad.

En el siguiente paso, se seleccionó una muestra de alrededor de 20 gramos del agregado fino que había pasado por el tamiz N°200. Esta muestra se humedeció y se formó una masa esférica, la cual posteriormente se modeló en un cilindro con un diámetro de 3 mm.

$$\text{Limite Plastico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

L.L. = Límite Líquido
 P.L. = Límite Plástico
 L.L. y L.P., son números enteros

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Ilustración 14: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (MTC E 219)

Equipos de laboratorio

- Una báscula precisa hasta 0.01 gramos.
- Un horno de tamaño apropiado que pueda sostener una temperatura constante de 110° +/- 5°C.
- Mecheros
- Pipetas
- Tubos de ensayo
- Matraz aforado
- Vaso precipitado
- Solución de nitrato de plata y cloruro de bario

Procedimiento

La muestra se seca en un horno a una temperatura de 110 +/- 5°C y se anota el peso de la muestra como A. Posteriormente, se sitúa la muestra en un vaso de precipitados y se vierte agua destilada hasta que el nivel del líquido sobrepase en 3 cm al de la muestra. El vaso se calienta suavemente con un quemador Bunsen hasta que el agua empieza a hervir. Durante este proceso, la mezcla se agita durante un minuto y esta agitación se repite tres veces más en intervalos de 10 minutos.

Se deja decantar por mínimo de 10 minutos, o hasta que el líquido se torne transparente. A continuación, se determina por separado las sales solubles en dos tubos de ensayo utilizando los reactivos químicos correspondientes. La detección de cloruros se realiza mediante la adición

de unas gotas de Nitrato de Plata, resultando en un precipitado blanco de Cloruro de Plata. En el caso de los sulfatos, al incorporar unas gotas de Cloruro de Bario se forma un precipitado blanco de Sulfato de Bario.

Una vez enfriados, los líquidos sobrenadantes recolectados se vierten en un matraz volumétrico y se completan con agua destilada hasta alcanzar la capacidad máxima. Si el volumen obtenido es mayor al esperado, se concentra mediante evaporación. Este volumen se registra como B. Posteriormente, se extrae un volumen de entre 50 y 100 ml de la solución homogenizada del matraz, anotando este volumen como C

$$\text{Sales solubles (\%)} = \frac{1}{\frac{C \times A}{D \times B} - 1} \times 100$$

AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS AASHTO TP 57-01

Materiales

- Filtro de papel
- Agua purificada (Destilada)
- Matraz de medida
- Tamiz N° 200
- Palo de cristal
- báscula
- Azul metileno
- Recipiente de precipitados
- Jeringa de 10 ml

Muestra

5 gramos de agregado fino el pasante por la malla N°200.

Procedimiento

Colocar 5 gramos de agregado ya pasado por el tamiz #200, en un vaso volumétrico de capacidad 500 ml.

Incorpore 250 ml de agua destilada y remueva utilizando una varilla de vidrio. Añada 0.5 ml de solución de azul de metileno con una jeringa y agite la mezcla durante 1 minuto. Utilice la varilla para transferir una gota de la mezcla al papel de filtro. Examine la gota hasta que

aparezca un halo azul. Si no se forma, prosiga con el procedimiento añadiendo 0.5 ml adicionales de forma gradual.

$$VA = \frac{C * V}{W}$$

VA = Valor de Azul de Metileno (mg de azul/g de material seco)

C = Concentración de la solución de Azul de Metileno (mg de azul/ml de solución)

V = Volumen de la solución de Azul de Metileno utilizada (ml)

W = Peso del material seco (g)

VA =

Si se utilizan los valores estándar de 5 mg/ml para C y 10 g para W, entonces la fórmula se reduce a:

$$VA = \frac{5V}{10} = 0.5V$$

El VA se calcula con aproximación al 0.1 mg/g

ENSAYOS RELACIONADOS CON FILLER (CAT)

ÍNDICE DE PLASTICIDAD EL FILLER (CAT) (MTC E 111 Y MTC E 100 – 2000).

Equipos de laboratorio

- Recipiente de cerámica
- Espátula de Casagrande
- Canalizador
- Pesas metálicas
- Báscula con una exactitud de 0.1 gramos
- Horno de dimensiones apropiadas, capaz de sostener una temperatura constante de 110° +/- 5°C Vasija de porcelana
- Paleta flexible
- Frasco lavador
- Malla #200
- Vidrio opaco
- Barra de 3 mm de grosor
- Agua desmineralizada

Muestra

20 gramos de material fino que se filtra a través del tamiz #200

Procedimiento

Se adquiere una muestra aproximadamente 200 gramos de agregado que había pasado a través del tamiz #200. El material se humedeció y se colocó en la cuchara de Casagrande usando una espátula para formar una superficie plana.

Con el uso de un acanalador, se partió la muestra dentro de la cuchara de Casagrande, formando un surco. Después, se rotó la manivela de la cuchara entre 1.9 y 2.1 oscilaciones por segundo hasta que ambas partes de la muestra confluyeron en el fondo de la cuchara a una separación de 13 mm. Se contabilizó la cantidad de oscilaciones necesarias para unir la ranura y se tomó una porción de la muestra para colocarla en una cápsula de pesaje y calcular su humedad.

En el siguiente paso, se seleccionó una muestra de alrededor de 20 gramos del agregado fino que había pasado por el tamiz N°200. Esta muestra se humedeció y se formó una masa esférica, la cual posteriormente se modeló en un cilindro de un grosor de 3 mm.

NOTA: El relleno mineral elaborado con polvo de roca, polvo de escoria, loess y sustancias análogas debe estar prácticamente exento de contaminantes orgánicos y su índice de plasticidad no debe exceder de 4. Los límites de plasticidad no son adecuados para la cal hidráulica y el cemento. (ASTM D 242)

GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL RELLENO MINERAL (ASTM C 128)**Equipos de laboratorio**

- Envase de aluminio.
- Frasco aforado.
- Horno de dimensiones apropiadas, equipo de secado con control de temperatura a 110° +/- 5°C.

Procedimiento

Se inicia tomando una muestra de 1000 gramos del material de relleno, la cual se somete a secado hasta que su peso no varíe. Posteriormente, se sumerge en agua por 24 horas. Extendida en una superficie lisa, la muestra se expone a aire caliente. La condición de saturación superficialmente seca se alcanza cuando el material se desprende al voltear el cono donde fue compactado suavemente. Se toman unos 500 gramos de este material y se colocan en un matraz lleno de agua. Después, se extrae el material del matraz y se seca en un horno hasta obtener un peso constante.

A: Peso en el aire de la muestra seca al horno, gr.

B: Peso del matraz (picnómetro) conteniendo agua, gr.

C: Peso del matraz (picnómetro) con la muestra y agua hasta la marca, gr.

D: Peso del agregado saturado superficialmente seco (500+10 gr)

$$\text{Gravedad específica seca aparente } G_{sa} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{Gravedad específica seca aparente } G_{sb} = \frac{A}{B + D - C}$$

$$\text{Gravedad específica saturada superficialmente seca Bulk } G_{sssb} = \frac{D}{B + D - C}$$

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{(D - A)}{A} \times 100$$

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES PARA EL FILLER (MTC E 219 – 2000).

Equipos de laboratorio

- Una báscula precisa hasta 0.01 gramos.
- Un horno de tamaño apropiado que pueda sostener una temperatura constante de 110° +/- 5°C.
- Bunsen
- Dosificadores
- Tubos de laboratorio
- Matraz calibrado
- Vaso de ensayo
- Reactivo de nitrato de plata y cloruro de bario

Procedimiento

Se tamiza por la malla N°10 la muestra, para luego llevar a cabo el proceso de secado en un horno a una temperatura de 110 ± 5°C y tomar nota de su peso de 50 gr, Luego, transferimos la muestra a un vaso precipitado y agregamos agua destilada en cantidad de 250 ml. Durante este proceso, agitamos la mezcla durante un minuto, repetimos la agitación tres veces más, asegurándonos de completar cuatro agitaciones en un lapso de 10 minutos.

Después de este paso, deje que la mezcla repose durante al menos 10 minutos a más para permitir la decantación, hasta que el líquido se vuelva transparente. Luego, procedemos a extraer la parte transparente una cantidad de 50 ml.

El líquido obtenido se pone a hervir hasta que decante, para así transferirlo a un matraz de 50 ml aproximadamente, para así ponerlo al horno hasta que se evapore todo el líquido y quede las sales. Pero antes se pesa el matraz vacío, y también se pesa el matraz con sales.

ESPECTROMETRIA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X (ASTM C25)

La técnica conocida como fluorescencia de rayos X (XRF) constituye un método analítico ampliamente aplicado en la identificación y análisis de la composición química de diversas muestras. Su utilidad se extiende a una amplia gama de materiales, abarcando desde sólidos hasta líquidos, lodos y polvos sueltos. Gracias a su versatilidad, la XRF se emplea con éxito en distintos campos, desde la industria y la investigación científica hasta el control de calidad y la caracterización de materiales en diferentes contextos, proporcionando datos valiosos para comprender su composición y propiedades químicas.

MÉTODO DE MARSHALL DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASTM D 1559, AASHTO T 245, (MTC E 504)

Equipos de laboratorio

- Vernier
- Máquina de carga a compresión Marshall
- Horno
- Extractor de probetas
- Compactador
- Molde
- Balanza
- Cocina para la mezcla

Finalidad y alcance

Este enfoque es ampliamente aplicado en el proceso de fabricación de mezclas asfálticas calientes, se emplea un método experimental que implica el diseño de una combinación asfáltica mediante el análisis de su estabilidad y flujo. El método Marshall implica una secuencia de pasos en los cuales se someten a prueba muestras estandarizadas, conocidas como briquetas. Estas sondas contienen la misma proporción de agregados, pero presentan variaciones en cuanto a su contenido de asfalto.

El proceso implica la creación de cilindros de prueba con un diámetro de 101.6 mm (4 pulgadas) y una altura de 63.5 mm (2 1/2 pulgadas) aproximadamente, siguiendo las indicaciones

establecidas en esta normativa. Estos cilindros se romperán posteriormente en una prensa Marshall, y se evaluará su estabilidad y deformación. Si se desea determinar los porcentajes de espacio vacío en las mezclas fabricadas de esta manera, se deberán calcular previamente los pesos específicos de los materiales utilizados y de las briquetas compactadas antes de llevar a cabo la prueba de ruptura, siguiendo los requisitos correspondientes.

El proceso comienza con la elaboración de muestras de prueba, donde los materiales seleccionados tienen que satisfacer las normas de granulometría y otros criterios definidos para el proyecto. Asimismo, es necesario determinar con antelación la densidad aparente de los agregados y espacios vacíos.

Para encontrar la cantidad de asfalto ideal para una determinada distribución de agregados, se deben preparar varias muestras variando la cantidad de asfalto. Posteriormente, al examinar los datos recabados tras llevar a cabo las pruebas y su representación gráfica, se podrá identificar el valor de asfalto "óptimo" deseado.

Procedimiento

Con el propósito de llevar a cabo el procedimiento Marshall, se ha establecido un plan que detalla los pasos a seguir tanto para la formulación de la mezcla tradicional como para la formulación de la mezcla con adición de conchas de abanico triturado como filler.

Mezcla Asfáltica tradicional:

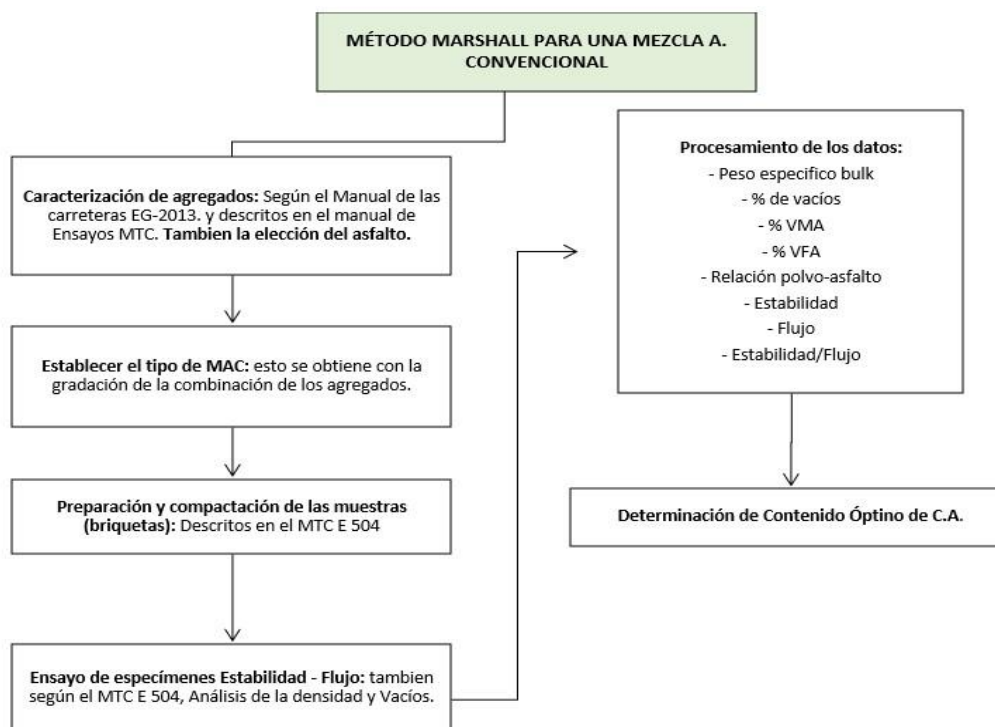


Ilustración 15: Esquema Marshall para la mezcla asfáltica convencional

Mezcla Asfáltica con conchas de abanico triturado como filler:

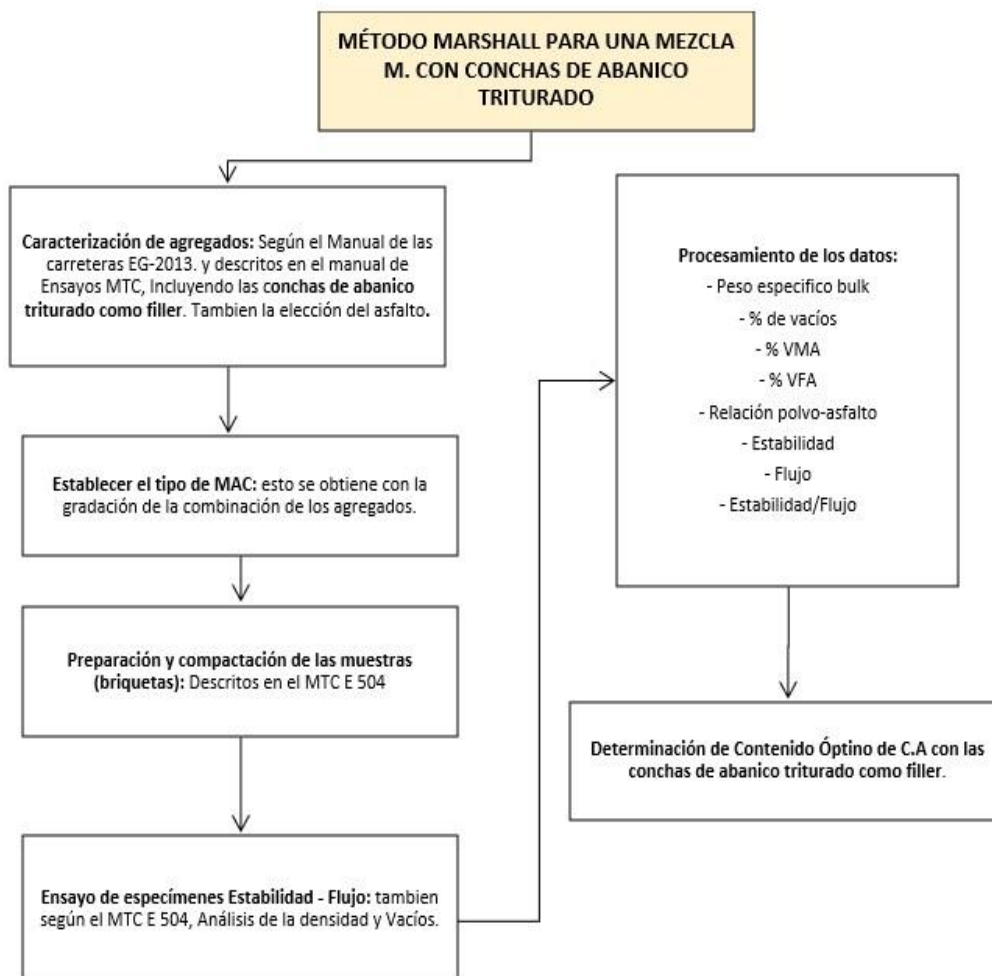


Ilustración 16: Esquema Marshall para la mezcla asfáltica con conchas de abanico triturado.

ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.

Los factores cruciales en el diseño de una mezcla asfáltica están estrechamente relacionados con las propiedades de los materiales utilizados. La selección de cada componente se basa en su capacidad para cumplir con los estándares mínimos de calidad establecidos. Este proceso es crucial, ya que asegurar que los materiales elegidos posean las características adecuadas garantiza que la mezcla asfáltica final ofrecerá un buen desempeño.

PARÁMETROS DE DISEÑO	CLASE DE MEZCLA		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, números de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8.15 KN	5.44 KN	4.23 KN
2. Flujo 0.01" (0.25 mm)	8 - 14	8 - 16	8 - 20
3. Porcentaje de vacíos con aire (1) MTC E 505	3 - 5	3 - 5	3 - 5
4. Vacíos en el agregado mineral	Ver la ilustración 18		
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	0.6 - 1.3	0.6 - 1.3	0.6 – 1.3
Relación Estabilidad / Flujo (kg/cm)	1700 - 4000		
Resistencia conservada en la prueba a la tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín		

Ilustración 17: Exigencias para la elaboración de mezclas asfálticas en caliente - Manual de Carreteras – Edición del 2013.

Parámetros para el Agregado Mineral

Según el manual de carreteras EG – 2013, valores mínimos :

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %	
	Marshall	Superpave
2,36 mm (N.º 8)	21	-
4,75 mm (N.º 4)	18	-
9,50 mm (3/8")	16	15
12,5 mm (½")	15	14
19,0 mm (3/4")	14	13
25,0 mm (1")	13	12
37,5 mm (1 ½")	12	11
50,0 mm (2")	11,5	10,5

Ilustración 18: Vacíos Mínimos del Agregado Mineral (VMA)

ELECCIÓN DE LA VARIEDAD DE CEMENTO ASFÁLTICO:

La elección de la variedad de cemento asfáltico dependerá de las condiciones meteorológicas y las temperaturas predominantes en la zona.

Conforme a lo estipulado en el Manual de Carreteras - EG 2013, es requisito que el cemento asfáltico se ajuste a una de las categorías definidas que se basan en las temperaturas características de la región.

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

Ilustración 19: Elección del tipo de asfalto cemento - Manual de Carreteras EG 2013, MTC.

Gradación

Se dividen en tres grupos de gradación las mezclas, basados en el tamaño de los agregados y la intensidad del tráfico para el cual se diseña la capa final del pavimento. Dentro de cada grupo, se examinan tres variantes de gradación: una correspondiente al límite superior, otra al límite inferior y una intermedia, que es el resultado de la mezcla de agregados y que debe guardar una distancia adecuada de los límites extremos.

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
20,0 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 µm (N°40)	14 – 25	17 – 28	16 – 29
180 µm (N°80)	8 – 17	8 – 17	9 – 19
180 µm (N°80)	4 – 8	4 – 8	5 – 10

Ilustración 20: Ajuste de la granulometría para la Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC) - Manual de Carreteras EG 2013, MTC.

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO “BULK” (MTC E 514)

Este procedimiento resulta efectivo para calcular el contenido de aire atrapado en forma de porcentaje, así como para evaluar la densidad y el peso por unidad de volumen de mezclas asfálticas compactas.

Materiales

- Dispositivo para pesar (Balanza).
- Canastilla
- Recipiente

Muestra

Las muestras utilizadas en el ensayo pueden ser obtenidas tanto de mezclas asfálticas compactadas en instalaciones de laboratorio como de pavimentos que han sido aplicados en terreno.

Procedimiento

Masa del espécimen seco bajo condiciones ambientales: Después de dejar el espécimen a temperatura ambiente durante al menos 1 hora, péselo. Este peso se denominará A.

Peso del espécimen sumergido en agua. Sumerja el espécimen en un baño de agua a 25 °C durante 3 - 5 min y luego péselo mientras está sumergido. Este peso se identificará como C.

Verifique y registre la temperatura del agua; en caso de que difiera de 25 °C ± 1 °C, se deberá ajustar el peso específico aparente en relación con 25 °C según lo indicado.

Peso del espécimen saturado en condiciones de aire. Seque rápidamente la superficie del espécimen con una toalla húmeda y luego páselo en condiciones de aire. A este peso se le asignará la letra B.

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{(B - C)}$$

A = Peso de la muestra seco en el aire, g.

B = Peso en el aire de la muestra saturado con superficie seca, g.

C = Peso de la muestra en agua, g

ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO (MTC E 505)

Muestra

Se evaluarán al menos tres muestras que compartirán características idénticas en cuanto al tipo de agregado, su calidad y distribución, así como el tipo y cantidad de material de relleno, y la fuente de aglutinante, su grado y cantidad. Asimismo, se someterán a un proceso de preparación uniforme, que incluirá una idéntica temperatura, compactación y proceso de enfriamiento.

Procedimiento

Antes de iniciar el ensayo, se sumergen las muestras en un baño de agua a 60 °C, manteniendo una variación máxima permitida de ± 0.5 °C, durante un tiempo que no debe ser menor a 30 minutos ni mayor a 40 minutos.

Es crucial que las superficies internas de las mordazas estén totalmente limpias y que su temperatura se encuentre entre 21 °C y 38 °C. En caso de estar por debajo de este rango, se deben calentar en un baño de agua hasta alcanzar la temperatura adecuada. Se aplica una capa delgada de aceite a las varillas de guía para asegurar el movimiento suave de la mordaza superior. Antes de aplicar la carga, es necesario comprobar que el indicador del anillo de carga esté en cero.

Se sitúa la muestra entre las mordazas y se ejerce una fuerza con una tasa de deformación uniforme de 50,8 mm por minuto hasta que se produce la rotura. El punto de fractura se identifica por la carga pico alcanzada. La fuerza en libras requerida para fracturar la muestra a 60 °C se registra como el índice de Estabilidad Marshall.

En la prueba de Estabilidad, el medidor de deformación se conserva fijo en la varilla guía hasta alcanzar la carga máxima. En ese instante, se retira el medidor y se registra el desplazamiento de la briqueta, el cual se mide en 0.01”.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA (MTC E 508)

Calcule el peso máximo teórico por unidad de volumen de mezclas asfálticas destinadas a pavimentos sin compactar. Además, este método proporciona una versión de prueba rápida para determinar la relación entre el peso específico de la muestra y el peso específico del agua, la cual puede llevarse a cabo tanto en un laboratorio de campo como en una planta.

Equipos de laboratorio

- Recipientes
- Balanza
- Extractor de líquidos.
- Manómetro o medidor de vacío

- Picnómetro de plástico

Muestra

La dimensión de la muestra debe cumplir con los requisitos establecidos. Si la muestra excede la capacidad del contenedor, se puede evaluar en partes sucesivas.

Tamaño de la partícula de mayor tamaño en la muestra Mm(pulg)	Muestra mínima (g)
50,0 (2)	6000
37,5 (1 1/2)	4000
25,0 (1)	2500
19,0 (3/4)	2000

Tamaño de la partícula de mayor tamaño en la muestra Mm(pulg)	Muestra mínima (g)
12,5 (1/2)	1500
9,5 (3/8)	1000
4,75 (Nº 4)	500

Ilustración 21: Tamaño de muestra mínima.

Procedimiento

Separe cuidadosamente las partículas de la muestra para no dañar los componentes minerales, verificando que las partículas más finas no excedan los 6.4 mm. Si la muestra no se separa fácilmente a mano, ponga en un recipiente y aumenta la temperatura en un horno hasta que pueda manejarse.

Una vez que el material alcance la temperatura ambiente, pésela y registre este peso como A y agregue agua a unos 25 °C hasta cubrir la muestra. Para un picnómetro de plástico grande, pese el recipiente vacío y con agua, sin requerir que la muestra sea enfriada previamente; el agua puede añadirse a una temperatura adecuada hasta el punto medio del domo de la tapa para facilitar la evacuación del aire.

Para eliminar el aire, someta el contenido a un vacío de 30 mm de Hg (4 kPa) o menor por un periodo de 5 a 15 minutos. Un vacío de 4 kPa equivale a unos 730 mm de Hg a nivel del mar. Agite el contenido, ya sea con un dispositivo mecánico continuamente o manualmente cada dos minutos. Maneje los recipientes de vidrio sobre una superficie blanda para evitar daños bajo el vacío. Utilice la válvula de sangría para aplicar y liberar el vacío gradualmente.

Después de la extraer el aire peso la muestra con agua C.

$$\text{Peso específico t. máximo} = \frac{A}{F}$$

F= Agua desplazada

F= (Peso del Frasco + Agua) - (Diferencia de Peso)

Diferencia de Peso = (Peso del Frasco + Agua + Muestra (sin aire)) – (Peso de la muestra neta)

ENSAYO CÁNTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE (MTC E 515)

El examen posibilita una evaluación directa de la cohesión, adherencia y capacidad de resistencia de la mezcla frente a la desintegración causada por las acciones abrasivas

Equipos Y Materiales:

- Máquina de Los Ángeles
- Termómetros
- Balanzas
- Bandejas, recipientes

Muestra:

Cantidad de muestras: Se elaborarán al menos cuatro muestras para cada nivel de contenido de ligante que se someta a ensayo.

Procedimiento:

Con el porcentaje óptimo según el ensayo Marshall se realizará el cántabro.

La temperatura para ensayo presenta dos casos uno que se mantendrá entre 15 y 30 °C, con una variación máxima permitida de $\pm 1^\circ\text{C}$. Y para el otro caso de se mantendrá a 60°C.

Se registra con una precisión de 0,1 g la masa de cada muestra, anotándola como P1. Las muestras deben permanecer a la temperatura establecida para la prueba por un periodo mínimo de seis horas previo a la realización del ensayo.

A continuación, se introduce una muestra en el tambor de la máquina de Los Ángeles y se procede a rotarla a una velocidad estandarizada según las normas MTC E 207 (entre 30 y 33 rpm) sin cargar las bolas abrasivas, realizando 300 rotaciones. Y finalmente extraer la muestra y pesar P2.

$$P = \frac{P1 - P2}{P1} * 100$$

P: Representa el porcentaje de la pérdida por desgaste

P1: Denota la cantidad inicial de la muestra en gr.

P2: Indica la cantidad final de la muestra en gr.

Nota:

En la prueba MTC E 515, los valores obtenidos no deben superar el 25% a una temperatura de 25 °C. En el mismo ensayo MTC E 515, después de que las muestras hayan estado sumergidas durante 24 horas a una temperatura de 60°C, el resultado no debe sobrepasar el 40%.

ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO (AASHTO T283) (MTC E – 522)

Se utilizó una versión modificada del método LOTTMAN para medir la adhesión entre el árido y el ligante. Este procedimiento evalúa la habilidad de las mezclas asfálticas compactas para soportar los daños producidos por la humedad, siguiendo las directrices de la normativa correspondiente. Este ensayo es más representativo de las condiciones reales de la obra y proporciona una medida cuantitativa de la adhesión. Mediante este método, se determinó la resistencia a la tracción indirecta de las muestras, midiendo la disminución de cohesión en la mezcla compactada debido a la saturación acelerada en agua, lo cual es indicativo de la resistencia global de la mezcla.

Aparatos:

- Congeladora
- Balanza
- Probeta gradual
- Prensa y anillo de carga dinamómetro
- Recipientes
- Bolsas plásticas para sumergir las briquetas
- Horno

Propósito y alcance

Esta prueba incluye la preparación de briquetas y la evaluación de la variación en la resistencia a la tracción diametral debido a la saturación de agua y el tratamiento acelerado con agua, que abarca ciclos de congelación y descongelación en mezclas asfálticas compactas. Los datos obtenidos sirven para prever la propensión al desprendimiento de las mezclas asfálticas a lo largo del tiempo y para analizar la eficacia de los aditivos líquidos antidesprendimiento añadidos a la mezcla asfáltica, así como de los aditivos sólidos en polvo, tales como la cal hidratada o el cemento Portland, que se mezclan con el agregado mineral.

Muestreo:

Preparar un mínimo de seis muestras para cada prueba, dividiéndolas en dos grupos: la mitad se someterá a la prueba en condiciones secas, mientras que la otra mitad se ensayará después de haber sido parcialmente saturadas y acondicionadas en un ciclo de congelamiento-deshielo.

Procedimiento:

Evaluación y Clasificación de Muestras. Después de que las muestras de la mezcla hayan sido curadas o sometidas a calor, se procede a determinar su máxima gravedad específica teórica

(Gmm). Se establece el grosor de cada muestra (t) y se registra su respectivo diámetro (D). Luego, se allá la gravedad específica aparente de cada muestra y se calcula su volumen (E) o el peso saturado con superficie seca, restando el peso del agua en centímetros cúbicos. Se calcula el porcentaje de espacios vacíos de aire (Pa).

Las muestras se dividen en dos grupos, cada uno con al menos tres muestras, de manera que el promedio de los espacios vacíos de aire sea aproximadamente igual en ambos subgrupos. Para las muestras que serán sometidas a saturación al vacío, ciclos de congelación y embebiendo en agua tibia, se realiza el cálculo del volumen de espacios vacíos de aire (Va)

$$V_a = \frac{P_a \cdot E}{100}$$

Donde:

Va = Volumen de vacíos de aire, en centímetros cúbicos,

Pa = Vacíos de aire en porcentaje

E = Volumen del espécimen en centímetros cúbicos.

Preacondicionamiento de los Especímenes de Ensayo

Un conjunto de muestras se someterá a pruebas en condiciones secas, mientras que el otro estará parcialmente saturado al vacío, experimentará ciclos de congelación y se sumergirá en agua tibia antes de ser evaluado.

- El conjunto de muestras en condiciones secas se almacenará a temperatura ambiente, protegiendo cada muestra con plástico o colocándolos dentro de bolsas plásticas gruesas impermeables. Posteriormente, se sumergirán en un baño de agua a $25 \pm 0,5^\circ \text{C}$ durante aproximadamente 2 horas, con un nivel de agua mínimo de 25 mm por encima de la superficie de las muestras. Después de esta etapa, se procederá a realizar las pruebas correspondientes a los especímenes.
- Para preparar el otro conjunto de muestras, siga estos pasos: Coloque cada muestra en el interior de un recipiente de vacío, asegurándose de que esté elevada al menos 25 mm de la base con la ayuda de un separador con perforaciones. Llene el recipiente con agua a temperatura ambiente hasta que las muestras queden cubiertas por un mínimo de 25 mm de agua sobre ellas. Aplique un vacío de entre 13 y 67 KPa (equivalente a 10-26 pulgadas de mercurio en presión parcial) por un tiempo corto, de unos 5 a 10 minutos. Después de este periodo, libere el vacío y deje las muestras sumergidas en el agua durante otros 5 a 10 minutos. Una vez completada la saturación parcial por vacío, pese cada muestra, que debe

estar saturada pero con la superficie seca (B'). Para calcular el volumen de agua absorbido (J') en centímetros cúbicos, utilice la fórmula correspondiente.

$$J' = B' - A'$$

Donde:

J' = Volumen de agua absorbida en centímetros cúbicos.

B' = Peso del espécimen saturado con superficie seca después de la saturación parcial al vacío, g;

A' = Peso del espécimen seco en el aire

Determinar el grado de saturación (S') comparando el volumen del agua absorbida (J') con el volumen de vacíos de aire (Va)

$$S' = \frac{100 \cdot J'}{V_a}$$

Donde:

S' = Grado de saturación en porcentaje

Si la saturación se encuentra en el rango del 70 al 80 por ciento, se procederá con la continuación del ensayo. En caso de que la saturación sea inferior al 70 por ciento, se repetirá el proceso utilizando más vacío y/o extendiendo el tiempo. Si la saturación supera el 80 por ciento, indica que el espécimen ha sufrido daños y debe ser eliminado.

Siguiendo con el ensayo:

Envolver firmemente cada muestra saturada al vacío con una envoltura de plástico. Coloque cada briqueta envuelta dentro de una bolsa de plástico que contenga $10 \pm 0,5$ ml de agua, y selle la bolsa herméticamente. Posteriormente, coloque las bolsas plásticas con las briquetas en el congelador, manteniéndolas a una temperatura de $-18^\circ \pm 3^\circ$ C durante al menos 16 horas. Luego, retire los especímenes del congelador.

Someter los especímenes a un baño de agua a $60 \pm 1^\circ$ C durante un período de 24 ± 1 horas. Durante este proceso, los especímenes deben estar sumergidos con al menos 25 mm de agua por encima de su superficie. Tan pronto como sea factible después de haber estado en el baño de agua, retire la película plástica y las bolsas de cada muestra.

Tras permanecer 24 ± 1 horas en un baño de agua a $60 \pm 1^\circ$ C, extraiga las briquetas y colóquelas en otro baño de agua a $25 \pm 0,5^\circ$ C por un periodo de 2 horas \pm 10 minutos. Verifique que las briquetas queden completamente sumergidas, con al menos 25 mm de agua sobre ellos. Si es

necesario, añada hielo para mantener la temperatura del baño por debajo de los 25°C. El ajuste de la temperatura del agua a $25 \pm 0,5^\circ \text{C}$ no debe tomar más de 15 minutos. Finalmente, retire las briquetas del baño y continúe con la evaluación correspondiente.

Ensayo de tracción indirecta para ambos grupos:

Inicialmente, determine las dimensiones de cada briketa. Luego, coloque las briquetas en un baño maría a una temperatura constante de 60 °C, asegurándose de que permanezcan a esta temperatura por un mínimo de 24 horas antes de proceder con el ensayo. Al momento de realizar el ensayo, sitúe una briketa en el aparato de carga de tal manera que las líneas de carga queden paralelas y centradas respecto al eje vertical diametral de la briketa. Finalmente, ejerza una presión de compresión de forma continua hasta que se produzca la rotura de la briketa.

Muestra:

3 especímenes por ensayo

Esfuerzo a la Tensión:

$$St = \frac{200 * P}{\pi tD}$$

Donde:

S_t = Esfuerzo a la tensión KPa.

P = Carga máxima, N

t = Espesor del espécimen, mm

D = Diámetro del espécimen, mm

Calcule el índice de resistencia numérica de las mezclas asfálticas ante el deterioro causado por el agua como la proporción entre el esfuerzo original retenido luego del acondicionamiento en ambiente húmedo y los ciclos de congelación y descongelación. Determinar la relación del esfuerzo a tensión con precisión hasta el segundo decimal según se especifica:

$$\text{Razón del Esfuerzo a Tensión (TSR)} = \frac{S_2}{S_1}$$

Donde:

S1 = Promedio del esfuerzo a la tensión del subgrupo seco, KPa.

S2 = Promedio del esfuerzo a la tensión del subgrupo acondicionado, KPa.

El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

TIPO DE INVESTIGACIÓN POR EL PROPÓSITO

Es una investigación aplicada orientado a su finalidad, ya que explora las posibles aplicaciones de conocimientos adquiridos en diversas disciplinas, con el objetivo de proporcionar soluciones a la investigación.

Una investigación aplicada es precisa y emplea conocimientos concretos, también en transcurso se van recopilando más, para dar alguna solución a la problemática planteada. (Ríos Ramírez, 2017, p. 80).

TIPO DE INVESTIGACIÓN POR EL NIVEL

Esta investigación es explicativa en base a su nivel, ya que ofrece una visión general y emplea la investigación como herramienta para identificar posibles problemas que puedan surgir. Una investigación explicativa, es analizar si el comportamiento de una o más variables dependientes, se debe al comportamiento una o más independientes, en conclusión, hay una relación de variables (Ríos Ramírez 2017, p. 81).

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se considera una investigación cuasiexperimental debido a que las muestras y los estudios al realizarlos no se han seleccionado aleatoriamente. Los diseños cuasiexperimentales manipulan, aunque sea una variable independiente, para ver un resultado sobre mas o una dependiente (Hernández Sampieri, 2014, p. 151).

Una investigación experimental implica que el investigador controla y manipula las variables con el fin de describir los efectos de un estímulo, causa o intervención en un fenómeno específico. (Ríos Ramírez, 2017, p.82).

En cuanto a la estructura del presente estudio diseño, se compone de un grupo de control y una prueba posterior, de la siguiente manera:

Donde:

- P1- P2 - P3: Conjunto de elementos (briquetas de mezcla asfáltica).
 - X1: Usando al 2% de CA triturado
 - X2: Usando al 5% de CA triturado
 - X3: Usando al 8% de CA triturado
 - X4: Usando al 10% de CA triturado
- R4 – R5 – R6: Resultados de las briquetas expuestas a ensayos: (mezcla asfáltica usando los RCA como filler).

HIPÓTESIS

Las conchas de abanico triturado como filler o relleno mineral va a alterar las propiedades de una mezcla asfáltica en caliente positivamente.

POBLACIÓN

La población se considera a las mezclas asfálticas, que son realizadas con filler de conchas de abanico triturado y con filler convencional.

A la población se le conoce al conjunto de seres, objetos u cosas, que se estudian en una investigación.

MUESTRA

La muestra en esta investigación serán las briquetas de mezcla asfáltica con conchas de abanico triturado como filler y también con filler convencional.

MUESTREO

Es un muestreo no probabilístico y por juicio de expertos, donde la selección de la muestra se fundamenta en el criterio del que realiza la investigación. Por ello, se modificó la composición de la población mediante el uso de diferentes porcentajes con conchas de abanico triturado como relleno mineral (filler), con el propósito de evaluar las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas con el uso de las conchas de abanico y con el filler convencional.

Tabla 1: Cantidad de briquetas para el Método Marshall.

MÉTODO DE MARSHALL DEL DISEÑO DE MEZCLAS					
CEMENTO ASFÁLTICO	MEZCLAS ASFÁLTICAS USANDO CONCHAS DE ABANICO TRITURADO AL:				MUESTRA PATRON
	2%	5%	8%	10%	
4	3	3	3	3	3
4.5	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3
5.5	3	3	3	3	3

Tabla 3: Ensayo con los porcentajes óptimos para el Ensayo de Cántabro.

ENSAYO DE CANTABRO		ENSAYO DE CANTABRO	
TIPO MEZCLA	N° DE ESPECIMENES	TIPO MEZCLA	N° DE ESPECIMENES
MUESTRA PATRON: PORCENTAJE ÓPTIMO DEL CEMENTO ASFALTICO	4	MUESTRA PATRON: PORCENTAJE ÓPTIMO DEL CEMENTO ASFALTICO	4
PORCENTAJE ÓPTIMO: CONCHA DE ABANICO Y DEL CEMENTO ASFÁLTICO	4	PORCENTAJE ÓPTIMO: CONCHA DE ABANICO Y DEL CEMENTO ASFÁLTICO	4
N° DE BRIQUETAS PARA EL ENSAYO DE CANTABRO	8	N° DE BRIQUETAS PARA EL ENSAYO DE CANTABRO	8

Temperatura a 25 °C **Temperatura a 60 °C**

Tabla 4: Ensayo con los porcentajes óptimos para el Ensayo de Lottman Modificado.

ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR			
TIPO MEZCLA	CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN	N° DE ESPECIMENES	N° TOTAL
MUESTRA PATRON: PORCENTAJE ÓPTIMO DEL CEMENTO ASFALTICO	SECA	3	6
	SUMERGIDA	3	
PORCENTAJE ÓPTIMO: CONCHA DE ABANICO Y DEL CEMENTO ASFÁLTICO	SECA	3	6
	SUMERGIDA	3	
N° DE BRIQUETAS PARA EL ENSAYO DE TSR			12

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

- **Variable independiente:**
Conchas de abanico triturado como filler.
- **Variable dependiente:**
Propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas
- **Variable interviniente:**
Tipo de Trafico
Tipo de cemento asfáltico
Tipo de granulometría

Tabla 6: Operacionalización de la variable Independiente.

VARIABLE	INDICADORES	RANGO DE APLICACIÓN	UNIDAD	MÉTODO DE MEDICIÓN
Independiente Incorporación de las Conchas de abanico triturado	Porcentaje en peso de las conchas de abanico triturado	2%, 5%, 8% y 10%	kg	Balanza electrónica con aproximación de 0.1 g

Tabla 7: Operacionalización de la variable dependiente

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD	MÉTODO DE MEDICIÓN
Dependiente Propiedades mecánicas y físicas de mezclas asfálticas	Propiedades mecánicas	Estabilidad	kg	Método de ensayo Marshall MTC E 504/ ASTM D 1559
		Fluencia	mm	
		Estabilidad/Fluencia	kg/cm	
		Durabilidad - Pérdida por desgaste	%	Ensayo de Cantabro MTC E 515
	Resistencia Tracción Indirecta (Humedad inducida)	%	Ensayo de Lottman Modificado AASHTO T283 (MTC E 522)	
Propiedades físicas	Peso Unitario	gr/cm ³	Peso Unitario ASTM D 2726 , MTC E 514)	

Tabla 8: Operacionalización de la variable Interviniente

VARIABLE INTERVINIENTE	VALOR
Tipo de Trafico	MEDIANO
Tipo de cemento asfáltico	60/70
Tipo de granulometría	MAC-2

Técnicas de recolección de datos

En esta investigación se llevó a cabo las técnicas:

De experimentación, observación, investigación en revistas artículos (Estudios Previos y antecedentes), normas, libros, etc. Esta experimentación se da a partir de la realización de ensayos.

Instrumentos de recolección de datos

Tabla 9: Investigación científica

RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS
Observación	Fotos, vista
Investigar bibliografías	Articulos, Tesis, etc.
Experimental (Ensayos)	Ficha de recolección de datos

Diagrama flujo del diseño de investigación:

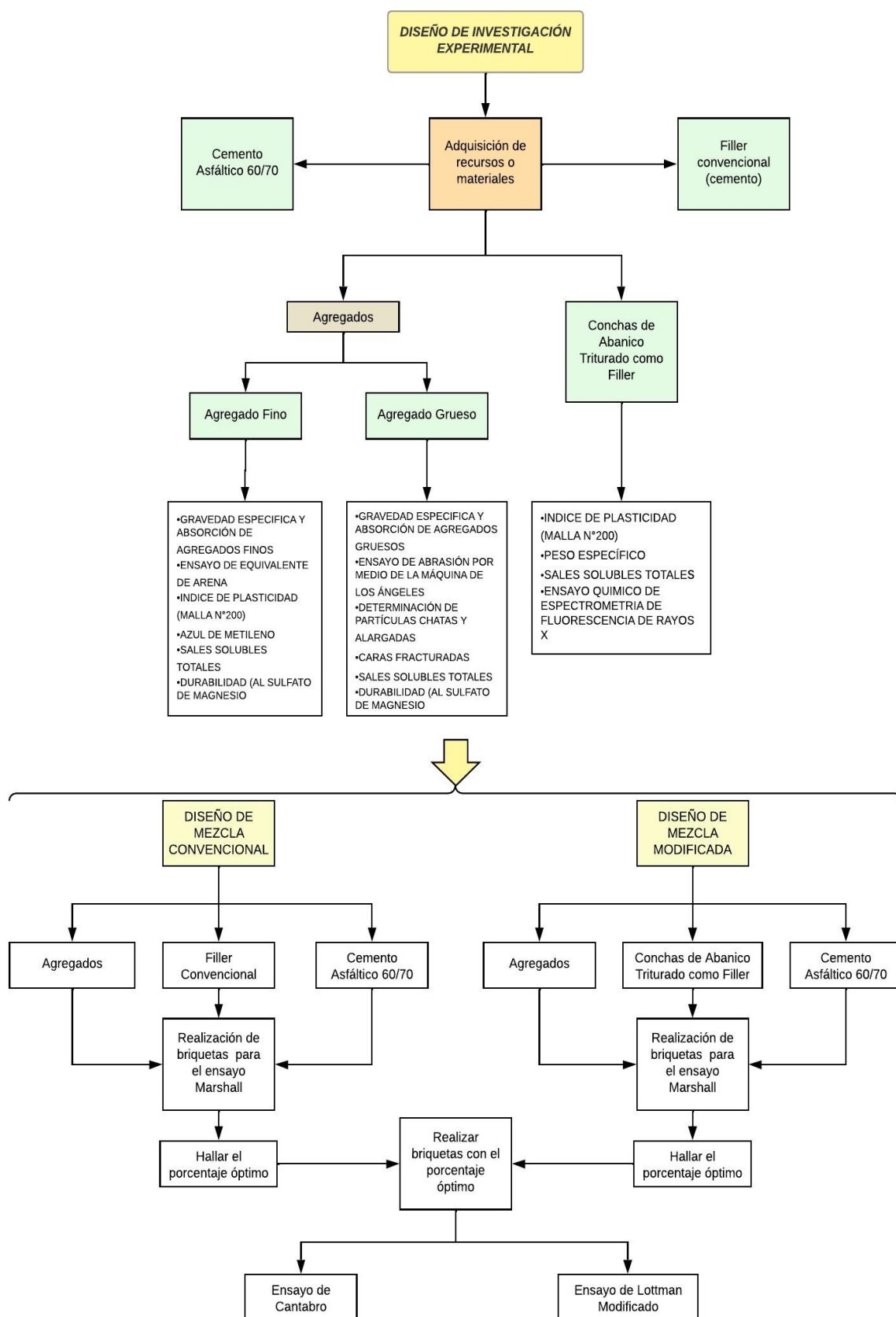


Ilustración 22: Diagrama flujo del diseño de investigación

MATERIALES

AGREGADO GRUESO

El agregado grueso utilizado proviene de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe. Piedra chancada de 1/2”.



Ilustración 23: Agregado Grueso.

AGREGADO FINO

El agregado fino utilizado proviene de la Cantera La Victoria-Pátapo. Arena ¼”.



Ilustración 24: Agregado Fino.

CEMENTO

El cemento Portland tipo I se escogió para el filler convencional, porque es el de uso más común.

CEMENTO ASFÁLTICO

La elección del tipo de asfalto a emplear dependerá de las condiciones meteorológicas y las temperaturas predominantes en la zona donde se planteará la investigación:

El utilizado en la mezcla es el PEN 60/70, De acuerdo con las condiciones de Chiclayo:



Ilustración 25: Cemento Asfáltico

CONCHAS DE ABANICO TRITURADO COMO FILLER

Las conchas de abanico triturado se utilizarán en la mezcla como filler, el material fue recolectado de Puerto de Santa Rosa manualmente, después fue transportado al lugar donde se dio el proceso de trituración, el cual fue mediante una trituradora artesanal. En esta máquina, se incorporaron 20 kg de conchas de abanico y se sometieron a tamizado con malla #200 para obtener aproximadamente 6 kg de material triturado. Ya con este material tamizado se procede a realizar la combinación con los demás agregados, este material empleándole como filler, pero antes de esto se realiza una caracterización para que cumpla como filler.



Ilustración 26: Trituración de las conchas de abanico



Ilustración 27: Conchas de abanico

MÉTODOS

ETAPAS LLEVADAS A CABO DURANTE EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

La etapa inicial del estudio implica la preparación de una mezcla de asfalto tradicional, lo cual involucra la realización de pruebas preliminares en los ingredientes que componen dicha mezcla, incluyendo la piedra triturada de 1/2" de tamaño nominal máximo (TMN), la arena triturada de 1/4", PEN 60/70 y las conchas trituradas de abanico.

En la segunda etapa, se realizaron las briquetas patrón y con conchas trituradas como filler, extraídas del puerto Eten y de cevicherías que desechan estos residuos.

Acá se comenzará a realizar 12 briquetas con el filler convencional (3 por acá porcentaje de cemento asfáltico). Luego de realizar las briquetas usando el remplazo del filler, variando los porcentajes los cuales son 2%, 5%, 8% y 10% de filler para los 4 porcentajes de cemento asfáltico (4%, 4.5%, 5% y 5.5%) y las cuales fueron 60 briquetas en total. Estas fueron ensayadas por Marshall para hallar el porcentaje óptimo de mezcla, hallando el porcentaje óptimo de la mezcla convencional y modificada, se hacen los ensayos de lottman modificado y cántabro para una comparación de sus propiedades.

La fabricación de las briquetas tuvo lugar en el laboratorio de suelos perteneciente a la facultad de ingeniería civil ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Este laboratorio, equipado con tecnología avanzada y personal altamente calificado, se ubica en la ciudad de Chiclayo.

ENSAYOS EFECTUADOS DURANTE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

Tabla 10: Ensayos para los agregados fino, grueso y filler modificado

ENSAYOS DE LOS AGREGADOS	
AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS AASHTO T-27, ASTM D422 (MTC E 107-2000)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS AASHTO T-27, ASTM D422(MTC E 107-2000)
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS, ASTM C-127 Y AASHTO T-85 (MTC E 206 – 2000).	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS, ASTM C-128
ENSAYO DE ABRASIÓN POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C-131 Y ASTM C-535 (MTC E 207-2000)	ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D 2419, AASHTO T 176 (MTC E 114-2000)
DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS ASTM D-4791 (MTC E 221 – 2000)	INDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N°200) ASTM D 4318, AASHTO T 90 (MTC E 111-2000)
CARAS FRACTURADAS MTC E210	AZUL DE METILENO AASHTO TP 57
SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219
DURABILIDAD (AL SULFATO DE MAGNESIO) MTC E 209	DURABILIDAD (AL SULFATO DE MAGNESIO) MTC E 209
FILLER (CONCHAS DE ABANICO TRITURADO)	
INDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N°200) ASTM D 4318, AASHTO T 90 (MTC E 111-2000)	
PESO ESPECÍFICO (MTC E 205, AASHTO T-84)	
SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219	
ENSAYO QUIMICO DE ESPECTROMETRIA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO – GRUESO Y FILLER POR TAMIZADO TANTO PARA LA MEZCLA CONVENCIONAL Y MODIFICADA

Se llevó a cabo las granulometrías combinadas tanto para la mezcla convencional y las mezclas modificadas estas en base a los porcentajes del las conchas de abanico triturado como filler : Se pesa 54% - 45% de agregado fino – grueso, también se incorpora el filler convencional que es de 1%, de igual manera de hace con mezclas modificadas en base a los porcentaje de las conchas de abanico (2% - 5% - 8% y 10%), para realizar el ensayo primero se seca la muestra en el horno, para posteriormente tamizar por los tamices indicados y finalmente tomar los pesos retenidos de cada malla y es importante comparar el peso total después de ser tamizado con el peso original.



Ilustración 28: Granulometría combinada Gradación

ENSAYOS RELACIONADOS CON EL AGREGADO GRUESO

ENSAYO DE ABRASIÓN POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C-131 y ASTM C-535 (MTC E 207 – 2000).

Se optó por utilizar el método B ya que la granulometría del agregado satisface los requisitos establecidos por este método. Por consiguiente, se necesita una cantidad de 2500 gramos de material retenido en el tamiz de 1/2" y otros 2500 gramos de material retenido en el tamiz de 3/8" son necesarios para ejecutar este proceso. Se emplea una carga abrasiva de 11 bolas por cada 500 revoluciones durante 15 minutos. Finalmente se tamiza por el tamiz # 10 y se pesó el agregado.



Ilustración 29: Ensayo de abrasión por medio de la máquina de los ángeles

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C 127; MTC E 206)

El peso específico se refiere a la proporción entre el peso y el volumen de un material. El propósito de este experimento es calcular el peso específico en condiciones de estado seco, con saturación superficial seca, así como la densidad aparente y la capacidad de absorción del agregado grueso que queda retenido en la malla número 4.



Ilustración 30: Ensayo de la gravedad específica y absorción del agregado grueso

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO DEL AGREGADO GRUESO MTC E – 209

Este procedimiento de evaluación es fundamental para determinar la capacidad del agregado de resistir la desintegración bajo condiciones específicas. El proceso consiste en sumergir las partículas de agregado retenidas en una solución compuesta principalmente por sulfato de magnesio. Esta solución actúa como un agente que simula condiciones agresivas.



Ilustración 31: Ensayo de la durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso

DETERMINACIÓN DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (ASTM D 4791; MTC E 221)

El propósito de este experimento es calcular la proporción de partículas planas y alargadas presentes en el material. La relevancia de esto se debe a la naturaleza de dichas partículas las que tienen un impacto en el proceso de consolidación y complican la disposición de los materiales. Este experimento se utilizará en un dispositivo de calibración proporcional que ofrece diversas relaciones. Para los fines de esta investigación y en conformidad con las normativas, se aplicará la relación 1:3 específicamente para pavimentos urbanos.

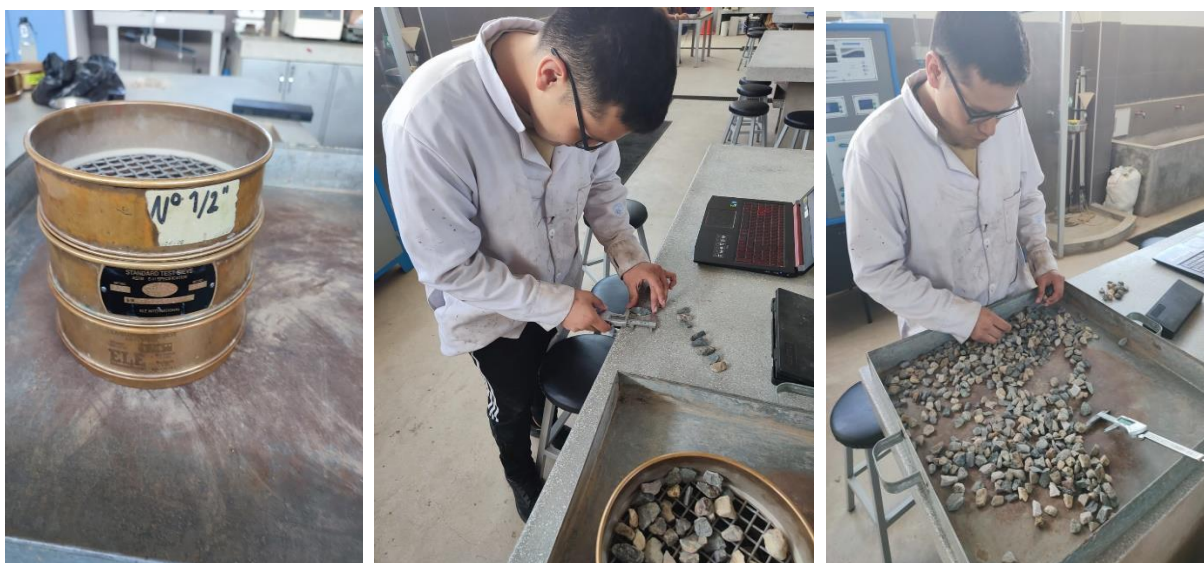


Ilustración 32: Ensayo de las partículas chatas y alargadas del agregado grueso

ENSAYO DE PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS (ASTM D 5821; MTC E 210)

El propósito de este experimento es calcular el porcentaje de partículas en una cantidad específica de agregado que posee una o más caras fracturadas, con bordes afilados o superficies rugosas.



Ilustración 33: Ensayo de porcentaje de caras fracturadas del agregado grueso

ENSAYOS RELACIONADOS CON EL AGREGADO FINO

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D 2419, AASHTO T 176 (MTC E 114)

Muestra: 1500 gramos

El propósito de este ensayo es calcular el contenido de partículas finas de arcilla y polvo en el material que pasa a través de la malla N° 4, otorgando una medida práctica del contenido de arcilla presente en la muestra, lo cual podría afectar la calidad de los agregados.



Ilustración 34: Equipos de equivalente de arena



Ilustración 35: Ensayo de equivalente de arena

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN EN AGREGADOS FINOS (ASTM C 205)

Muestra de 1000 gramos de agregado fino:

Esta prueba se fundamenta en la comparación entre el material en cuestión y un material de referencia, que en este caso es el agua. Mediante este ensayo, se establece tanto el peso específico en condiciones secas como saturadas del agregado fino, y se calcula la absorción de dicho material.



Ilustración 36: Gravedad Específica y Absorción

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N°200) ASTM D 4318, AASHTO T 90 (MTC E 111 – 2000)

Se adquiere una muestra alrededor de 200 gramos de agregado que pasó a través de la malla #200 y #40. El propósito de este proceso es identificar el grado de plasticidad de las muestras. Para lograrlo, se inicia calculando tanto el límite líquido y el límite plástico. El primero se establece utilizando la cuchara de Casagrande, mientras que el segundo se refiere a la humedad en la que el suelo puede ser moldeado en forma de "gusanitos". Se anticipa que el material que pasa a través de la malla N° 40 no exhibirá un índice de plasticidad



Ilustración 37: Ensayo del índice de plasticidad

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (MTC E 219)

Muestra: 50 gramos tamizados con malla N°10.

El objetivo de esta prueba es determinar la concentración de sales en el material. Para ello, se procede a mezclar la muestra utilizando agua destilada, seguido de una filtración para posteriormente obtener las sales a través de decantación y evaporación completa del agua



Ilustración 38: Ensayo del contenido de sales solubles del agregado fino

AZUL DE METILENO (AASHTO TP 57)

El objetivo de esta prueba es calcular la medida de sustancias que podrían ser perjudiciales, lo cual abarca tanto la arcilla como la materia orgánica presente en el material fino agregado. Para llevar a cabo esta prueba, se utiliza una muestra 5 gr del agregado fino que pasa a través de la malla número 200. Se utiliza una solución de azul de metileno al agregado mientras este mezclado con agua a 250 ml y luego se ve sobre un papel de filtro en aumentos de 0,5 ml, hasta que se vuelva azul.



Ilustración 39: Ensayo del azul de metileno del agregado fino

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO DEL AGRE. FINO MTC E – 209

A través de este procedimiento, se examina la capacidad de las partículas de agregado para resistir la desintegración, utilizando una solución compuesta principalmente de sulfato de magnesio para sumergir el material retenido.



Ilustración 40: Ensayo de la durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino

ENSAYOS RELACIONADOS CON EL RELLENO MINERAL

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N°200) ASTM D 4318, AASHTO T 90, 89 (MTC E 111 y MTC E 100 – 2000).

Se adquiere una muestra alrededor de 200 gramos de filler de conchas de abanico que pasó a través de la malla #200 y #40. El propósito de este proceso es identificar la plasticidad de la muestra. Para lograrlo, se inicia calculando tanto el límite líquido y el límite plástico. El primero se determina utilizando la cuchara de Casagrande, mientras que el segundo se refiere a la humedad en la que el suelo puede ser moldeado en forma de "gusanitos". Se anticipa que el material que pasa a través de la malla N° 40 no exhibirá un índice de plasticidad.



Ilustración 41: Ensayo del índice de plasticidad (malla n°200) del filler

PESO ESPECÍFICO DEL RELLENO MINERAL (MTC E 205)

Para determinar el peso específico, se utiliza el mismo procedimiento que se aplica al agregado fino.



Ilustración 42: Ensayo del peso específico del relleno mineral

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (MTC E 219 – 2000).

Espécimen: 50 gr por el tamiz N°10

El objetivo de este experimento es calcular la proporción de sales, presentes en el material. Para lograrlo, se somete a la muestra a ser mezclada con agua destilada, también a una filtración para luego obtener las sales mediante una decantación y evaporación total del agua.



Ilustración 43: Ensayo del contenido de sales solubles del filler

MÉTODO DE MARSHALL DEL DISEÑO DE MEZCLAS ASTM D 1559, AASHTO T 245, NLT 159/86 (MTC E 504):

Diseño de Asfalto en Caliente Convencional:

Se elaboran las briquetas de mezcla patrón las cuales son 12, y para obtener los porcentajes de agregado fino - grueso, se realiza una granulometría combinada: La cual se clasifican en tipos

de MAC que se muestran en la Ilustración. Para este estudio, dado el tamaño máximo nominal de 1/2" del agregado utilizado, se utilizó una MAC - 02.

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	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.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Ilustración 44: Gradación del MAC-2

Después se pesa 1500 gr entre agregado fino – grueso - cemento asfáltico y el filler:

- Se pesa el agregado fino y grueso según sus porcentajes de cemento asfáltico (4%,4.5%,5% y 5.5%) dependiendo del diseño de mezcla:

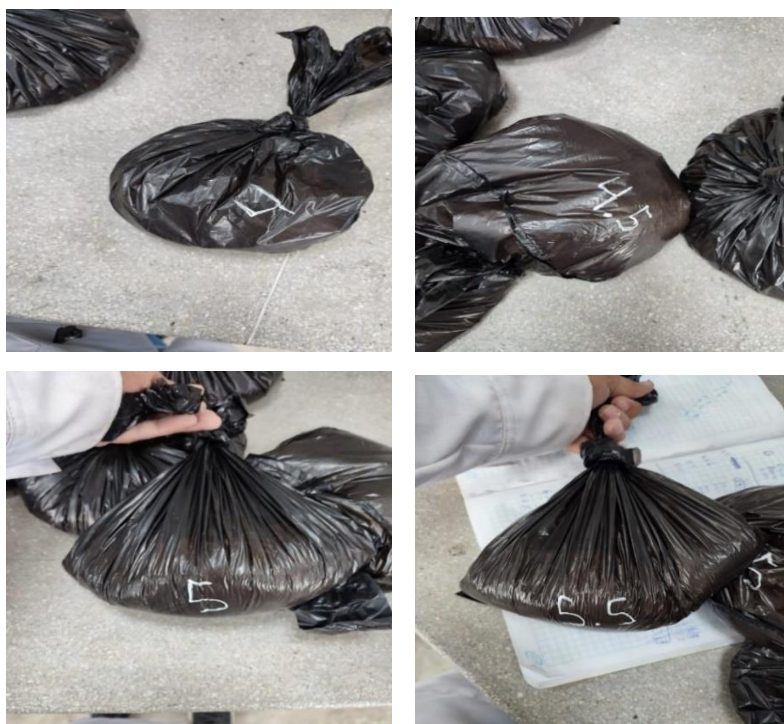


Ilustración 45: Peso del agregado fino y grueso para la mezcla

- Se agrega el cemento asfáltico (4%, 4.5%, 5% y 5.5%) y el filler (1%):



Ilustración 46: Peso del filler (cemento) al 1%



Ilustración 47: Peso del cemento asfáltico

- Se calienta la mezcla a una temperatura constante de 150 grados centígrados aproximadamente, para que se puedan mezclar:



Ilustración 48: Muestra a temperatura alta



Ilustración 49: Mezcla en caliente

- Coloque un papel no absorbente recortado para que coincida con el tamaño de la base del molde antes de verter la mezcla. Vierta la mezcla en el molde y luego mezcle enérgicamente con una espátula que ha sido calentada 15 veces alrededor del borde y 10 veces en el centro, para luego ser compactada según el número de golpes para un tráfico mediano (50 golpes).



Ilustración 50: Mezclado dentro del molde



Ilustración 51: Compactadora

- Después de compactar la briqueta se espera a una temperatura que se pueda desencofrar:



Ilustración 52: Briqueta desencofrada

- Las briquetas con sus respectivos porcentajes de cemento asfáltico:



Ilustración 53: Briquetas Patron

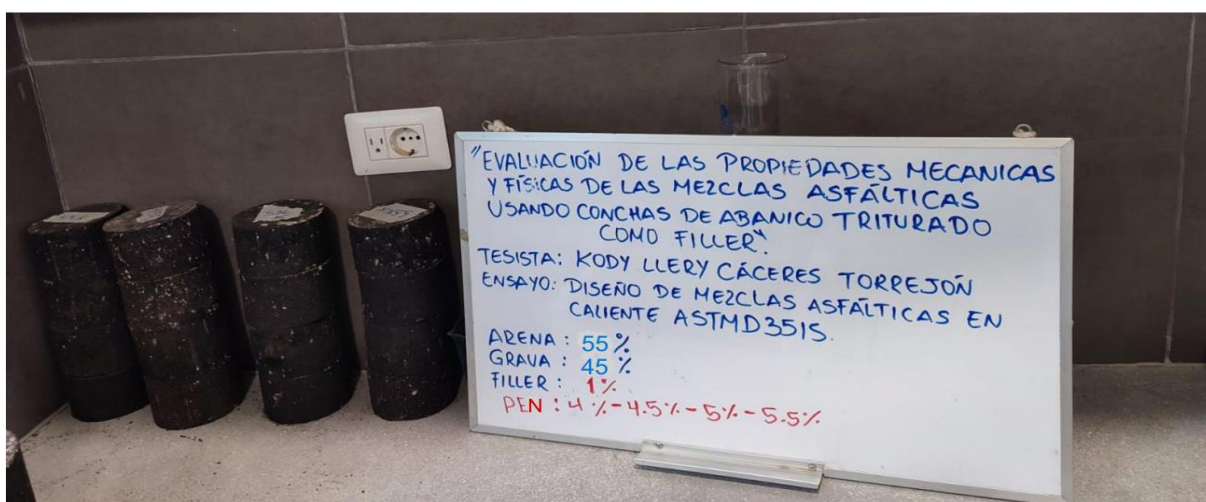


Ilustración 54: Briquetas de la mezcla patron

Diseño de Asfalto en Caliente usando las conchas de abanico triturado como filler al 2%:

Para este procedimiento se elaboran 12 briquetas usando conchas de abanico como filler a un dos 2 % según se vaya agregando el cemento asfáltico. Al inicio se va a realizar una caracterización de los agregados incluyendo el Filler modificado, para luego establecer el tipo de MAC, esto se obtiene con la gradación de la combinación de los agregados. El MAC-2 se va a utilizar.

Para empezar con el proceso de la elaboración de la briqueta se pesa 1500gr entre agregado fino, grueso, cemento asfáltico y el Filler (2%). A continuación, se verá los pasos de esta elaboración:

- Se pesa el agregado fino y grueso según sus porcentajes de cemento asfáltico (4%,4.5%,5% y 5.5%) dependiendo del diseño de mezcla:
- Se agrega el cemento asfáltico (4%, 4.5%, 5% y 5.5%) y el filler (2%) a la mezcla de agregados:



Ilustración 55: Peso del filler (conchas de abanico) al 2%.

- Se calienta la mezcla a una temperatura constante de 150 grados centígrados aproximadamente, para que se puedan mezclar:



Ilustración 56: Proceso de calentado de la mezcla al 2% de filler.

- Ponga un pedazo de papel repelente al agua recortado para que coincida con el tamaño de la base del molde antes de verter la mezcla. Vierta la mezcla en el molde y luego mezcle enérgicamente con una espátula que ha sido calentada 15 veces alrededor del borde y 10 veces en el centro, para luego ser compactada según el número de golpes para un tráfico mediano (50 golpes).



Ilustración 57: Compactación de la briqueta

- Después de compactar la briqueta se espera a una temperatura que se pueda desmoldar:



Ilustración 58: Enfriar y desmoldar la briqueta

- Las briquetas con sus respectivos porcentajes de cemento asfáltico y a un 2% de filler:



Ilustración 59: Briquetas de conchas de abanico como filler al 2%

Diseño de Asfalto en Caliente usando las conchas de abanico triturado como filler al 5%:

Para llevar a cabo este procedimiento, se procederá a la elaboración de 12 briquetas, utilizando conchas de abanico como filler, las cuales representarán un 5% de la mezcla en función de la cantidad de cemento asfáltico que se añada. En primer lugar, se realizará una caracterización de los agregados, que incluirá el filler modificado, con el fin de determinar el tipo de mezcla asfáltica en caliente (MAC) que se va a emplear. Esta selección se basará en la gradación resultante de la combinación de los distintos agregados. En este caso, se optará por utilizar el MAC-2.

Para iniciar el proceso de fabricación de las briquetas, se requiere pesar un total de 1500 gramos que incluirán los agregados finos y gruesos, el cemento asfáltico y el filler en la proporción del 5%. A continuación, se detallan los pasos que se seguirán durante esta elaboración:

- **Pesado de agregados:** Se procede a pesar tanto el agregado fino como el grueso, ajustando sus proporciones de acuerdo con los diferentes porcentajes de cemento asfáltico, que serán del 4%, 4.5%, 5% y 5.5%, según el diseño de mezcla establecido.
- **Incorporación de materiales:** Luego, se añade el cemento asfáltico en las proporciones indicadas (4%, 4.5%, 5% y 5.5%), junto con el filler correspondiente (2%) a la mezcla de agregados.
- **Calentamiento de la mezcla:** La mezcla resultante se calienta a una temperatura constante de aproximadamente 150 grados centígrados, lo que facilita su homogeneización.
- **Preparación del molde:** Antes de verter la mezcla, se recorta un pedazo de papel repelente al agua que coincida con el tamaño de la base del molde. Este paso es fundamental para evitar que la mezcla se adhiera al molde.

- Vertido y mezcla: Se vierte la mezcla en el molde y se procede a mezclar enérgicamente con una espátula previamente calentada. Este proceso se lleva a cabo realizando 15 golpes alrededor del borde y 10 en el centro de la mezcla.
- Compactación: Posteriormente, la mezcla se compacta según el número de golpes necesarios para simular condiciones de tráfico mediano, que en este caso será de 50 golpes.
- Desmoldeo: Una vez completada la compactación de la briqueta, se espera a que alcance una temperatura adecuada que permita su desmoldeo.

Finalmente, se obtendrán las briquetas, cada una con sus respectivos porcentajes de cemento asfáltico y el filler del 5%. Este procedimiento asegurará que las briquetas cumplan con las especificaciones requeridas para su posterior análisis y aplicación.



Ilustración 60: Briquetas de conchas de abanico como filler al 5%

Diseño de Asfalto en Caliente usando las conchas de abanico triturado como filler al 8% y 10%:

El diseño del asfalto en caliente que incorpora conchas de abanico trituradas como relleno en proporciones del 8% y 10% sigue un proceso de elaboración que es bastante similar al que se utiliza para las mezclas que contienen un 2% y un 5% de este mismo material. Las principales modificaciones en este caso se centran en ajustar los porcentajes de los componentes según las necesidades de cada formulación específica, lo que permite adaptar el diseño a diferentes requisitos.

En cuanto a la metodología empleada, se mantiene la estructura y los pasos del procedimiento habitual, asegurando así una coherencia continua en su implementación. Las conchas de abanico trituradas desempeñan un papel fundamental dentro de la matriz del asfalto, ya que contribuyen a proporcionar propiedades deseables a la mezcla final, tales como mejor adherencia y resistencia.

Este enfoque modular del diseño de mezclas permite una adaptación eficiente a diversas condiciones y requisitos técnicos. Gracias a la posibilidad de variar los porcentajes de conchas de abanico trituradas, se logra una personalización más profunda de las propiedades del asfalto, optimizando así su formulación para satisfacer criterios específicos relacionados con la resistencia, la durabilidad y el comportamiento frente a diferentes condiciones climáticas. Por lo tanto, la inclusión de estos materiales no solo enriquece la mezcla, sino que también amplía las aplicaciones potenciales del asfalto modificado, haciéndolo más versátil y eficaz en su uso.



Ilustración 61: Briquetas de conchas de abanico como filler al 8%

Determinación del peso específico “BULK”, (MTC E 514).

Inicialmente, se procede a pesar del espécimen en su estado seco. Posteriormente, la briqueta se introduce en agua utilizando una canastilla durante aproximadamente 5 minutos para luego anotar el peso al estar sumergida. A continuación, la briqueta se saca del agua y se seca superficialmente y se pesa nuevamente. Este procedimiento se llevará a cabo para todas las briquetas, tanto para la muestra convencional como para la muestra que contiene el relleno modificado.



Ilustración 62: Ensayo del peso específico de las briquetas.

Ensayo de Estabilidad y Flujo.

La estabilidad de cada muestra de mezcla asfáltica compactada se calcula mediante el método de compresión semi confinada en corte, donde las muestras son sometidas a fuerzas de compresión en dirección diametral. Factores tales como el contenido de asfalto, la distribución del tamaño de partícula y la naturaleza del agregado utilizado pueden influir significativamente en este valor. Por lo tanto, este dato proporciona información sobre la calidad tanto del agregado como de la mezcla.

Por otra parte, el flujo indica la magnitud de deformación a lo largo del diámetro de la briqueta antes de la fractura. Esta medida indica la tendencia de la mezcla hacia una condición plástica o inestable, y por ende, proporciona una evaluación de la capacidad de la carpeta asfáltica para resistir deformaciones bajo las cargas generadas por el tráfico.

El Método de diseño Marshall define el proceso para llevar a cabo las pruebas de estabilidad y deformación en mezclas asfálticas sometidas a altas temperaturas, empleando el equipo especializado de Marshall.



Ilustración 63: Ensayo de Estabilidad y Flujo de las briquetas.

Determinación de la densidad máxima teórica (MTC E 508)

Se trata del peso que ocuparía cada unidad de volumen si todos los espacios vacíos en la estructura de una mezcla asfáltica se eliminarán por completo. En otras palabras, represente una medida teórica del contenido máximo de asfalto que puede contener una mezcla. De acuerdo con las regulaciones establecidas, se requerirá un mínimo de 1500 gramos de la mezcla asfáltica sin compactar para llevar a cabo este ensayo. Esta evaluación se realizará tanto para la muestra

convencional como para la muestra que incluye el relleno modificado, se realizará un ensayo para cada porcentaje de asfalto.



Ilustración 64: Ensayo de la densidad máxima teórica de mezcla sin compactar.

ENSAYO CÁNTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE (MTC E 515)

Para analizar la resistencia a la desintegración, se emplea el ensayo Cántabro, siguiendo las pautas establecidas por la norma NLT - 352/00 (2000) "Caracterización de las mezclas bituminosas mediante el ensayo Cántabro de pérdida por desgaste". En este procedimiento, se introduce la muestra de tamaño Marshall en la máquina de ensayo de Los Ángeles y se somete a un proceso de desgaste sin carga abrasiva. Durante esta operación, los agregados superficiales se desprenden debido al efecto abrasivo e impacto, y se calcula la cantidad de material perdido en relación con el peso inicial de la muestra. Existen dos casos con cambios de temperatura a 25 °C y 60 °C.

En este estudio, se llevó a cabo el ensayo de pérdida por desgaste tanto para el contenido óptimo de asfalto en la mezcla asfáltica convencional como para el contenido óptimo de la mezcla asfáltica modificada con un 5% de filler (CAT), produciendo al menos 04 especímenes para cada contenido.

Caso 1: Temperatura a 25 °C.

4 briquetas para la mezcla convencional y 4 para la mezcla modificada:



Ilustración 65: Briquetas para el Ensayo de Cántabro

La siguiente representación visual proporciona una visión detallada del estado y la apariencia de las briquetas una vez que han sido sometidas al riguroso ensayo de Cantabro. Este procedimiento implica someter las muestras a ciclos repetidos en la máquina de los Ángeles, simulando las condiciones de desgaste de los pavimentos. La imagen ofrece una valiosa perspectiva sobre cómo se ven afectadas.



Ilustración 66: Briquetas después del ensayo de Cántabro a 25 °C

Caso 2: Temperatura a 60 °C.

Para llevar a cabo este estudio, se planea exponer las briquetas a una temperatura controlada de 60 grados Celsius antes de someterlas al ensayo de Cántabro, tal como se detalla en las imágenes que se presentan a continuación. Este proceso de precalentamiento se lleva a cabo con el objetivo de simular condiciones ambientales específicas que puedan influir en el comportamiento:



Ilustración 67: Briqueetas a 60 °C para el ensayo de Cántabro

También se incluyen imágenes que muestran el estado de las briquetas una vez que han sido sometidas al ensayo, proporcionando así una visión completa del proceso experimental y permitiendo una evaluación detallada de cualquier cambio o deterioro ocurrido durante la prueba.



Ilustración 68: Briqueetas después del ensayo de Cántabro a 60 °C

ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO (AASHTO T283) (MTC E – 522)

La norma MTC E – 522, equivalente a la AASHTO T – 283, titulada "Resistencia de Mezclas Asfálticas Compactadas al Daño Inducido por la Humedad", es la versión en español de dicha norma. En 1978, Lottman introdujo un protocolo de ensayo que anticipaba el daño causado por la humedad, representando un avance significativo. Posteriormente, este protocolo fue actualizado por Tunnicliff y se denominó ensayo de tracción indirecta o TSR (Tensile Strength Ratio, por sus siglas en inglés). Esta versión modificada prescinde del ciclo de hielo-deshielo y

muestra daños por humedad después de 24 horas de inmersión. La fusión de ambos ensayos resultó en el ensayo modificado de Lottman, el cual fue utilizado en este estudio.

La prueba de tracción indirecta evalúa qué tan propensas son las mezclas asfálticas compactas a la humedad, midiendo las variaciones en la resistencia a la tracción diametral. Esto se hace comparando un conjunto de muestras saturadas y tratadas en agua con otro conjunto en estado seco. Durante la investigación, se llevó a cabo el ensayo de Relación de Tensión Sostenida (TSR) usando las proporciones ideales tanto de la mezcla asfáltica estándar como de la mezcla enriquecida con el agregado fino de conchas de abanico molidas. Para alcanzar este fin, se utilizó la prensa Marshall, adaptada con el dispositivo Lottman.

Preparación de mezcla asfáltica:

El proceso es similar al utilizado en el método Marshall, pero con la diferencia de que se ajusta la cantidad de golpes aplicados durante la compactación para lograr un porcentaje de vacíos del 7%. Por esta razón, se sugiere la preparación de dos muestras específicas para determinar la cantidad óptima de golpes por cada cara que resulte en el mencionado porcentaje de vacíos. Este procedimiento garantiza que las características requeridas de densidad y vacíos se cumplan adecuadamente en el material compactado.

En una primera etapa del proceso, se lleva a cabo el peso de los agregados fundamentales para la mezcla, incluyendo la piedra, la arena y el relleno (ya sea cemento u otro material como conchas de abanico triturado), ajustando cada uno según su porcentaje óptimo para garantizar la calidad y consistencia deseada en el resultado final.



Ilustración 69: Pesado del agregado para el ensayo Lottman Modificado

A continuación, se procede con el calentamiento de la mezcla, lo cual es fundamental para asegurar una adecuada integración de los agregados con el filler y el cemento asfáltico. Una vez lograda esta fusión, se procede a compactar la mezcla de inmediato, seguido por un período de espera para permitir el desencofrado de las briquetas



Ilustración 70: Proceso de mezclado y compactado de las briquetas

En la preparación para llevar a cabo el ensayo de Lottman modificado, se realizan pruebas preliminares, tales como determinar el peso específico de las briquetas y también el ensayo Rice con el material remanente que no ha sido compactado. Las imágenes a continuación se muestran dichos ensayos de los 12 briquetas:



Ilustración 71: Peso específico y Rice

Después, se lleva a cabo el proceso de congelación de ambos subgrupos, tanto de la mezcla patrón como de la muestra modificada, a una temperatura de -18 C° . Tras un período de espera de aproximadamente 16 horas, las briquetas se someten a una exposición térmica de alrededor

de 24 horas a una temperatura de 60 °C. Finalmente, para la realización del ensayo, se estabilizan a una temperatura de 25 °C. Este procedimiento se lleva a cabo con las 6 briquetas, 3 de cada mezcla. Por otro lado, las otras 6 briquetas se ensayan sin haber sido expuestas a las pruebas de congelación y exposición térmica previas.



Ilustración 72: Briquetas a -18 °C y a 60 °C

Después de ello, se someten las 12 briquetas al ensayo de tracción indirecta, donde se evalúa el porcentaje de resistencia que debe exceder el 80%. Esta etapa marca el cierre del ensayo de Lottman modificado.



Ilustración 73: Ensayo de Tracción Indirecta

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta sección, se lleva a cabo el procesamiento de datos como parte integral del tratamiento de la información recopilada sobre los agregados finos, gruesos, filler (conchas de abanico) y diversos ensayos destinados a determinar el porcentaje óptimo y evaluar sus propiedades. Principalmente, para esta tarea se empleará el software de hojas de cálculo Excel. En dicho programa, se crearán los formatos necesarios para cada uno de los ensayos planteados y realizados en este estudio. La evaluación de los datos se realizará a través de la elaboración de tablas y el análisis de gráficos.

RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS FINO Y GRUESO PARA MEZCLA ASFÁLTICA:

La información referente a la caracterización de los diferentes materiales empleados en la mezcla asfáltica se presenta de forma condensada en tablas para facilitar su comprensión y análisis. Además, se proporciona un análisis exhaustivo y detallado de estos datos en los anexos que acompañan este estudio. Estos anexos ofrecen una descripción más profunda y completa de cada uno de los materiales, lo que permite al lector tener un entendimiento claro y detallado de sus propiedades y comportamientos en el contexto de la mezcla asfáltica.

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO.

Tabla 11: Caracterización del Agregado Grueso

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO					
ENSAYO	NORMA	REQUERIMIENTO EG - 2013	UNIDAD	RESULTADOS	CUMPLE/NO CUMPLE
Abrasión los Ángeles	MTC E - 207	40 % máx.	%	4.4 %	CUMPLE
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E - 209	18 % máx.	%	10.9 %	CUMPLE
Partículas chatas y alargadas	MTC E - 221	10 % máx.	%	7.5 %	CUMPLE
Caras fracturadas	MTC E - 210	85/50	-	87/53	CUMPLE
Sales solubles totales	MTC E - 219	0.5% máx.	%	0.2 %	CUMPLE
Absorción	MTC E - 206	1% máx.	%	0.4 %	CUMPLE

El agregado grueso ha sido evaluado a través de una serie de pruebas, confirmando que cumple con las especificaciones establecidas en el manual de carreteras EG – 2013 en su caracterización. Estos análisis exhaustivos confirman que el agregado grueso satisface los estándares exigidos por el manual, garantizando así su conformidad para ser utilizado.

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO

Tabla 12: Caracterización del Agregado Fino

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO					
ENSAYO	NORMA	REQUERIMIENTO EG - 2013	UNIDAD	RESULTADOS	CUMPLE/NO CUMPLE
Equivalente de arena	MTC E - 114	60 % mín.	%	63 %	CUMPLE
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 % máx.	%	7%	CUMPLE
Índice de plasticidad malla N°40	MTC E - 111	NP	%	NP	CUMPLE
Índice de plasticidad malla N°200	MTC E - 111	4% máx.	%	3.83 %	CUMPLE
Sales solubles totales	MTC E - 219	0.5% máx.	%	0.1 %	CUMPLE
Absorción	MTC E - 205	0.5% máx.	%	0.35 %	CUMPLE
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E - 209	-	%	6.9%	CUMPLE

Tras la realización de una serie de pruebas y ensayos al agregado fino, se ha verificado que este cumple con los requisitos que se estipulan en el manual de carreteras EG – 2013 en lo que respecta a su caracterización. Los resultados obtenidos de todos los análisis llevados a cabo sobre este material han confirmado su conformidad con los requerimientos establecidos en el mencionado manual, lo que implica que el agregado fino satisface los estándares y especificaciones necesarios para su utilización.

A. Se identifico las características de las conchas de abanico para ser usado como relleno en las mezclas asfálticas.

CARACTERIZACIÓN DE FILLER (CONCHAS DE ABANICO):

Tabla 13: Caracterización del Filler modificado

CARACTERIZACIÓN DEL FILLER (CONCHAS DE ABANICO TRITURADO)					
ENSAYO	NORMA	REQUERIMIENTO	UNIDAD	RESULTADOS	CUMPLE/NO CUMPLE
Tamaño de la muestra por la malla N°200	ASTMD 242	70 - 100	%	100 %	CUMPLE
Índice de plasticidad malla N°200	ASTMD 242	4% máx.	%	3.88 %	CUMPLE
Peso específico	MTC E - 205	2.0 - 2.5 g/cm ³	g/cm ³	2.352 g/cm ³	CUMPLE
Sales solubles totales	MTC E - 219	-	%	0.4 %	CUMPLE

Según las normas indicadas en la tabla, se emplea para describir las características del Filler, el Tamaño de la Muestra, el Peso Específico y el Índice de Plasticidad. Además, se llevó a cabo un análisis de la cantidad de sales presentes en las conchas de abanico para determinar si esto influye en sus propiedades de la mezcla.

Ensayo químico para el Filler conchas de abanico triturado

El análisis se llevó a cabo en un espectrómetro de fluorescencia de rayos X total de la marca BRUKER, modelo S2-PICOFOX, utilizando un tubo de Mo como fuente de rayos X y un tiempo de medición de 2000 segundos.

Tabla 14: Ensayo químico del Filler (conchas de abanico)

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS	MEDOTO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O ₂)	15.09	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	48.91	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	8.13	
OXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	6.85	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	3.09	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P ₂ O ₅)	3.56	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	2.07	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO ₃)	0.28	
OXIDO DE ZINC (ZnO)	<0.01	
OXIDO DE MANGANESO (MnO)	0.09	
PERDIDA POR QUEMADO	11.93	

Según el análisis químico realizado a las conchas de abanico en el LABORATORIO FISICO QUIMICO AMBIENTAL PERÚ SAC en la ciudad de Trujillo, el objetivo era obtener información sobre sus propiedades químicas. A partir de estos resultados, es posible realizar una clasificación, destacando la presencia predominante de óxido de calcio. Este compuesto se obtiene principalmente a través del proceso de degradación térmica del carbonato de calcio, siendo este último un componente mayoritario en la piedra caliza. Es importante señalar que la piedra caliza se clasifica como un tipo de relleno (Filler), y su componente principal es el carbonato de calcio (CaCO₃), conocido como calcita.

RESULTADOS DE DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

En este estudio, se desarrollaron dos combinaciones asfálticas en caliente. Una de ellas era convencional, con incrementos de 0,5% en los contenidos de asfalto, a abarcar desde 4%, 4,5%, 5% hasta 5,5%. La otra mezcla incluyó un Filler modificado, utilizando conchas de abanico trituradas, pero manteniendo los mismos porcentajes de contenido de asfalto. Este enfoque se implementó con el propósito de determinar el porcentaje óptimo de asfalto para ambas mezclas, así como el porcentaje ideal de conchas de abanico triturado mediante el método Marshall.

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS - MÉTODO MARSHALL

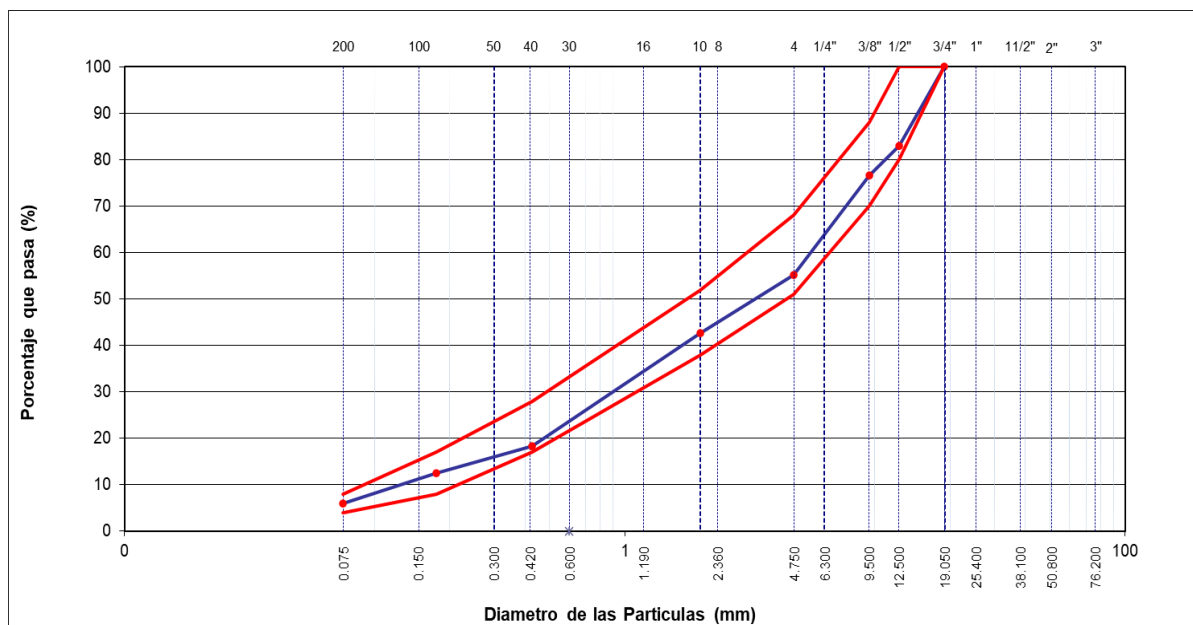
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL.

Combinación de Agregados

Resultados de la granulometría combinada para el diseño patrón se muestra en la tabla 15.

Tabla 15: Granulometría de agregados muestra patrón

TAMIZ	AASTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	547	17.1	17.1	82.9	80 100	
3/8"	9.500	203	6.3	23.4	76.6	70 88	
Nº 4	4.750	685	21.4	44.9	55.1	51 68	
Nº 10	2.000	398.9	12.5	57.4	42.6	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	776.8	24.3	81.7	18.3	17 28	
Nº 80	0.177	185.9	5.8	87.5	12.5	8 17	
Nº 200	0.075	206.6	6.5	94.0	6.0	4 8	
< Nº 200	FONDO	189.2	5.9	99.9			



Gráfica 1: Curva de granulometría combinada.

Los datos mostrados en la Gráfica 1 y la Tabla 15 del análisis granulométrico indican que los porcentajes de 45% de agregado grueso, 54% de agregado fino y 1% de filler convencional se encuentran dentro de los límites máximos establecidos por la gradación MAC-2. Estos valores son congruentes con el tamaño máximo nominal de la piedra chancada de ½”, lo que asegura la conformidad con las regulaciones del MTC. Por lo tanto, se procederá con el diseño de la mezcla para la muestra convencional.

Dosificación para las briquetas

Basándose en los porcentajes de agregados determinados anteriormente en el análisis granulométrico, se elaboraron distintas mezclas para cada nivel de contenido de cemento asfáltico en estudio. Los resultados de las proporciones en porcentaje se presentan en la Tabla 16:

Tabla 16: Dosificación real en % para la mezcla convencional

DISEÑO CONVENCIONAL				
PEN	4.00%	4.50%	5.00%	5.50%
Grava Triturada	43.06%	42.83%	42.61%	42.38%
Arena	51.98%	51.71%	51.44%	51.17%
Filler (1%)	0.96%	0.96%	0.95%	0.95%

Resultados del Ensayo Marshall.

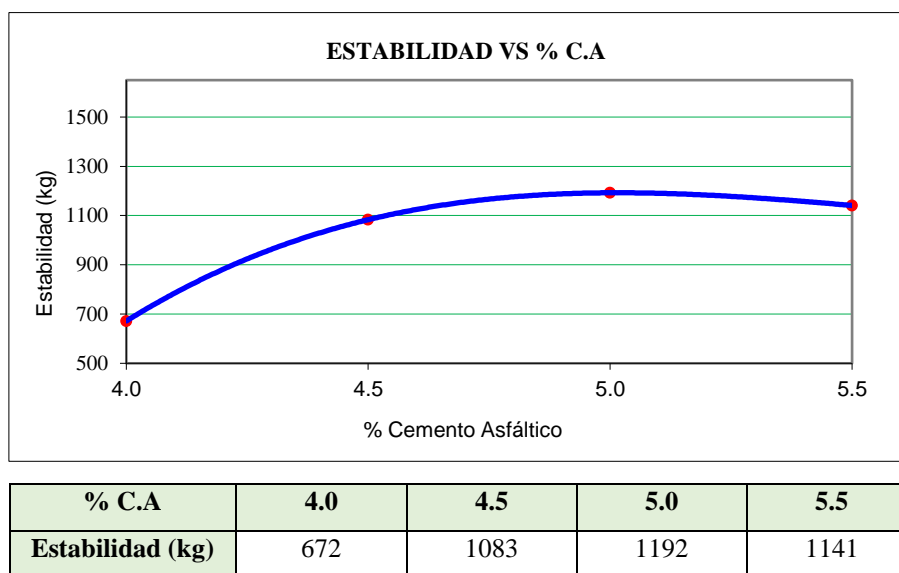
Los datos que se obtuvieron para cada variación de porcentaje de asfalto se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 17: Resultados del Ensayo Marshall – Mezcla asfáltica convencional

Relación Pen- Filler	Peso Unitario (gr/cm ³)	RESULTADOS				Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
		Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)			
1% -4%	2.15	5.44	21.01	74.12	2.37	671.67	0.67	2837.58
1% -4.5%	2.17	5.01	20.71	75.79	3.47	1083.33	0.75	3166.61
1% -5%	2.19	4.59	20.36	77.47	3.73	1192.43	0.83	3222.16
1% -5.5%	2.20	3.81	20.49	81.39	4.15	1141.08	0.92	2755.03

Gráfica Estabilidad vs Contenido de asfalto:

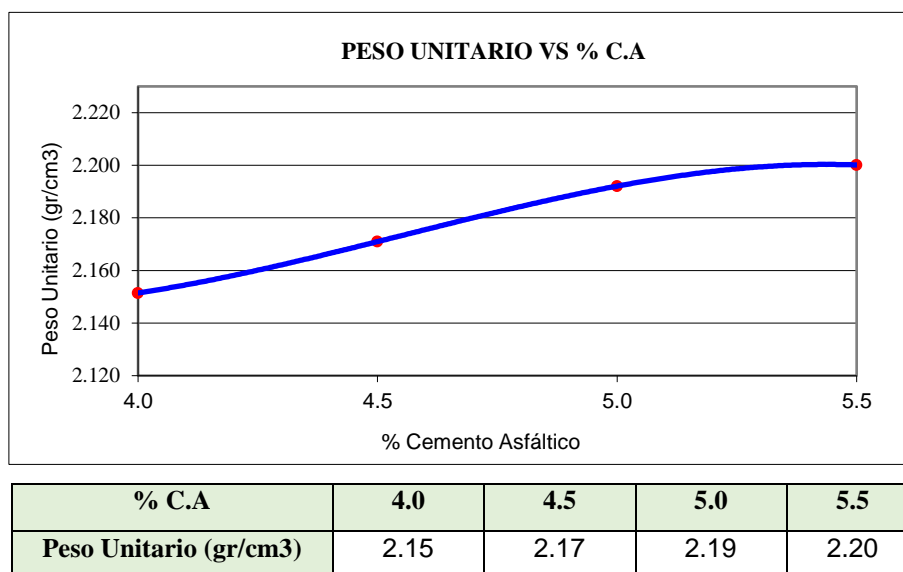
De acuerdo con la información presentada en la ilustración 17 del método Marshall, se establece en el Manual de Carreteras - EG 2013 un nivel mínimo de estabilidad de 5.44 KN (554.73 kg) para un tipo específico de tráfico de categoría mediana. Siguiendo esta pauta, cualquier valor que exceda este estándar mínimo se considera aceptable. Según la Grafica 2, los valores aceptados se encuentran dentro del rango que varía desde el 4.0% hasta el 5.5% de contenido de asfalto (C.A).



Gráfica 2: Estabilidad vs % C.A.

Gráfica Peso específico Bulk vs contenido de asfalto.

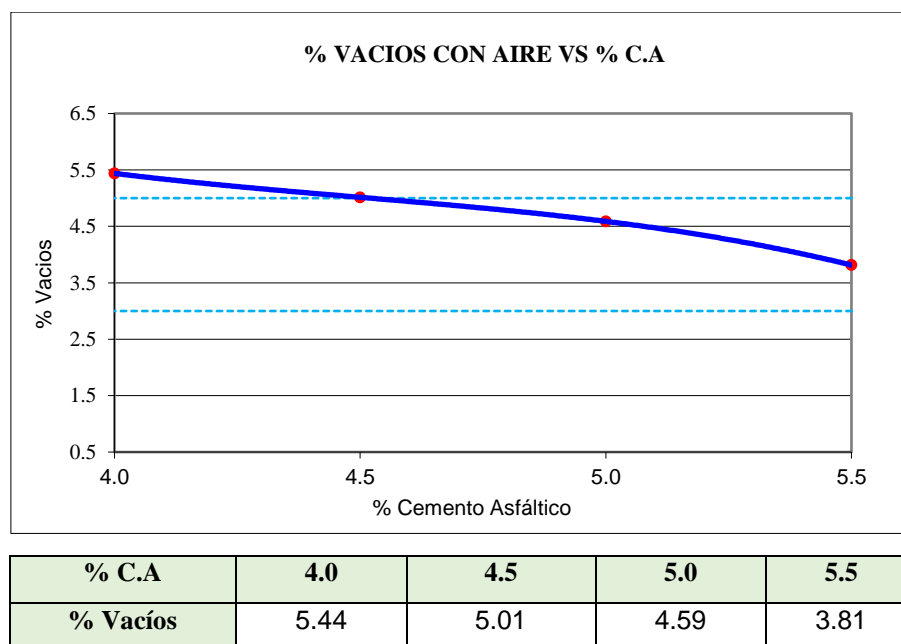
El Manual de Carreteras EG - 2013 según la ilustración 17, no presenta una especificación definida para el peso específico, razón por la cual se opta por mantener los valores previamente seleccionados en la Grafica 2, los cuales están dentro del rango establecido entre el 4.0% y el 5.5% de contenido de asfalto.



Gráfica 3: Peso Unitario vs % C.A.

Gráfica % vacíos vs contenido de asfalto

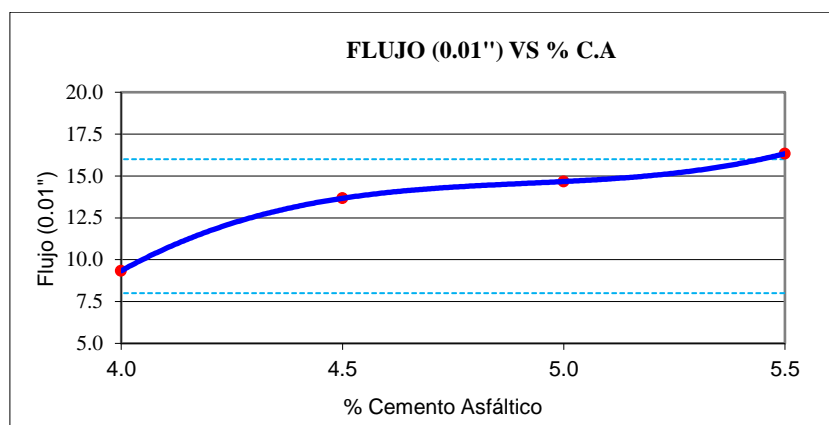
El Manual de Carreteras EG - 2013, en su implementación del método Marshall, establece en la Ilustración 17 que el porcentaje de vacíos para pavimentos sujetos a tráfico mediano debe mantenerse en un rango del 3% al 5%. Esto impone una restricción sobre los valores permitidos, limitándolos a un intervalo específico que va del 4,51% al 5,5% de contenido de asfalto (C.A), tal como se detalla en la Gráfica 4. Este margen de variación asegura que las mezclas asfálticas cumplan con los requisitos de durabilidad y estabilidad necesarios para soportar las condiciones de tráfico previstas, garantizando así un desempeño adecuado del pavimento a lo largo de su vida útil.



Gráfica 4: % de vacíos vs % C.A.

Gráfica Flujo vs contenido de asfalto.

El Manual de carreteras EG – 2013 indica que, según el método Marshall, el rango aceptable para el flujo oscila entre 8 y 14 (0.01"). En consecuencia, los valores de contenido de asfalto (C.A) apropiados se encuentran en el intervalo que va desde el 4.0% a 5.45% según la Grafica 5, pero por el % vacíos tiene que estar en un rango más reducido de 4,51% al 5.45%.

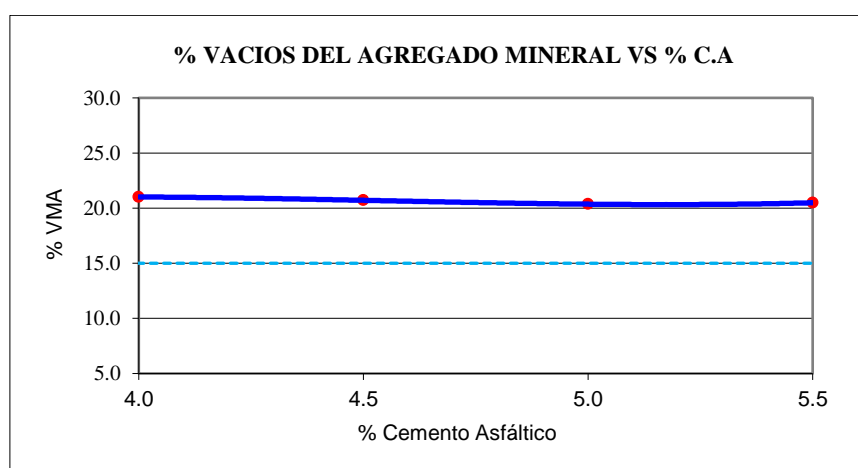


% C.A	4.0	4.5	5.0	5.5
Flujo(0.01")	9.33	13.67	14.67	16.33

Gráfica 5: Flujo vs % C.A.

Gráfica V.M.A. vs contenido de asfalto.

El Manual de carreteras EG – 2013 establece que el método Marshall requiere un mínimo del 15% de (V.M.A) en mezclas asfálticas con agregados de 1/2" de tamaño nominal, como se indica en la ilustración 18. En consecuencia, el contenido de asfalto (C.A) debería caer entre el 4% y el 5.5%. Sin embargo, debido a una especificación previa, se mantiene en un rango más estrecho, entre el 4.51% y el 5.45%.

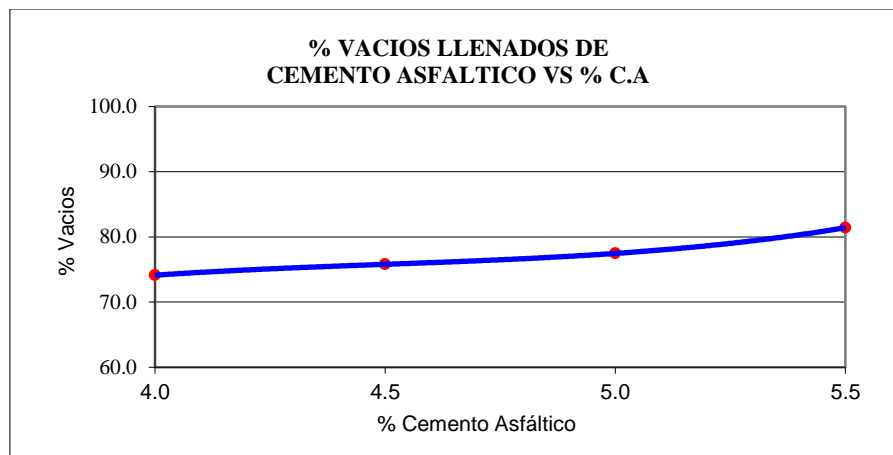


% C.A	4.0	4.5	5.0	5.5
% V.M.A	21.01	20.71	20.36	20.49

Gráfica 6: V.M.A. vs % C.A.

Gráfica V.F.A. vs contenido de asfalto.

Dentro del Manual de Carreteras EG – 2013, no se encuentra definido un criterio específico para el (%VFA), lo cual conlleva a mantener el contenido de asfalto (C.A) en un rango determinado entre el 4.51% y el 5.45 %.

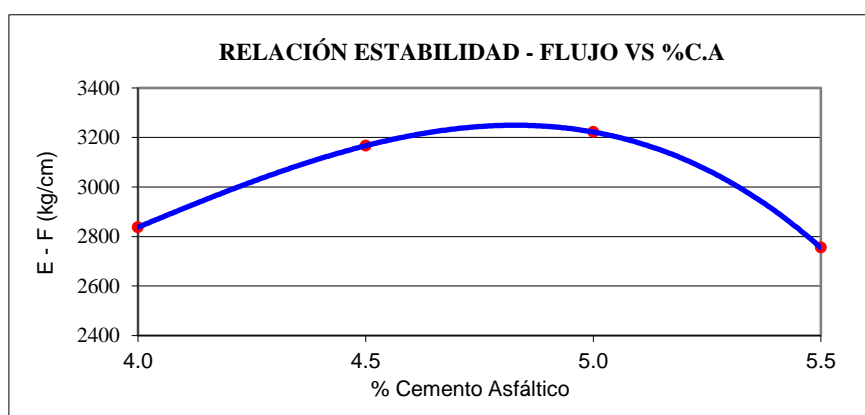


% C.A	4.0	4.5	5.0	5.5
% V.F.A	74.12	75.79	77.47	81.39

Gráfica 7: V.F.A. vs % C.A.

Gráfica Relación Estabilidad – Flujo

Según lo establecido en el Manual de Carreteras EG – 2013, el método Marshall indica que este valor, independientemente del tipo de tráfico, variará entre 1700 y 4000 (kg/cm). En este escenario, para un contenido de asfalto del 5%, la relación entre estabilidad y flujo es de 3222 kg/cm, cumpliendo así con lo requerido por la EG – 2013.



% C.A	4.0	4.5	5.0	5.5
E - F	2838	3167	3222	2755

Gráfica 8: Relación estabilidad – flujo.

El índice de rigidez o relación de Estabilidad - Flujo es una medida relativa de la resistencia a la deformación de la mezcla asfáltica. Un índice de rigidez más alto indica una mayor estabilidad y una menor deformación bajo carga.

Óptimo contenido de C.A.

Tras examinar los gráficos anteriores, se concluye que el nivel ideal de asfalto para la mezcla es del 5%, ya que este contenido cumple con todos los requisitos específicos:

Tabla 18: Comparación de los resultados del porcentaje óptimo con la norma.

PARÁMETROS	UND	DATOS GRÁFICAS	REQUERIMIENTO EG – 2013	CUMPLE / NO CUMPLE
Vacíos de aire Va	%	4.59	3 - 5	CUMPLE
Vacíos del Agre. Mineral (V.M.A)	%	20.47	15 min.	CUMPLE
Vacíos llenados de C.A (V.F.A)	%	77.47	-	CUMPLE
Estabilidad	kg	1192	554.73 min	CUMPLE
Flujo	mm	3.73	2 - 4	CUMPLE
Relación estabilidad - flujo	Kg/cm	3222	1700 - 4000	CUMPLE
Relación polvo - asfalto	-	0.83	0.6 - 1.3	CUMPLE

B. Diseño de la mezcla utilizando las conchas de abanico cómo filler en el asfalto.

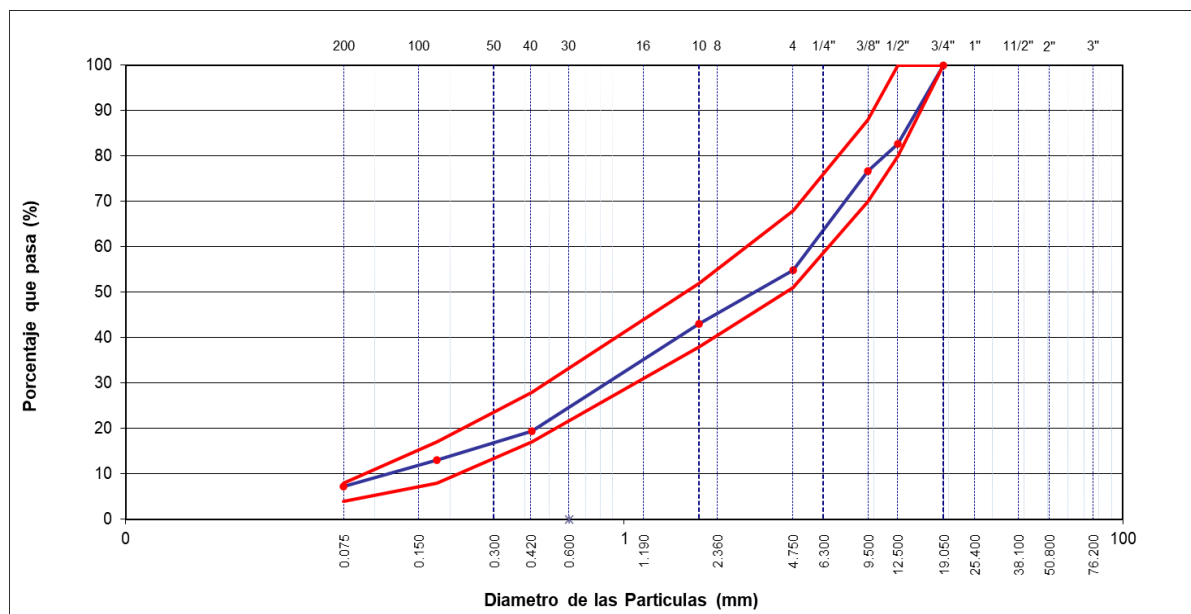
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA.

Combinación de Agregados

- Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 2 % se muestra en la tabla 19.

Tabla 19: Granulometría de agregados de la muestra modificada al 2% de filler.

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA			
3"	76.200					MAC - 2		
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100		
1/2"	12.500	555	17.3	17.3	82.7	80	100	
3/8"	9.500	189	5.9	23.3	76.7	70	88	
Nº 4	4.750	703	22.0	45.2	54.8	51	68	
Nº 10	2.000	377.5	11.7	57.0	43.0	38	52	Observación:
Nº 40	0.425	757.3	23.6	80.5	19.5	17	28	
Nº 80	0.177	205.4	6.4	86.9	13.1	8	17	
Nº 200	0.075	186.6	5.8	92.7	7.3	4	8	
< Nº 200	FONDO	227.5	7.1	99.8				



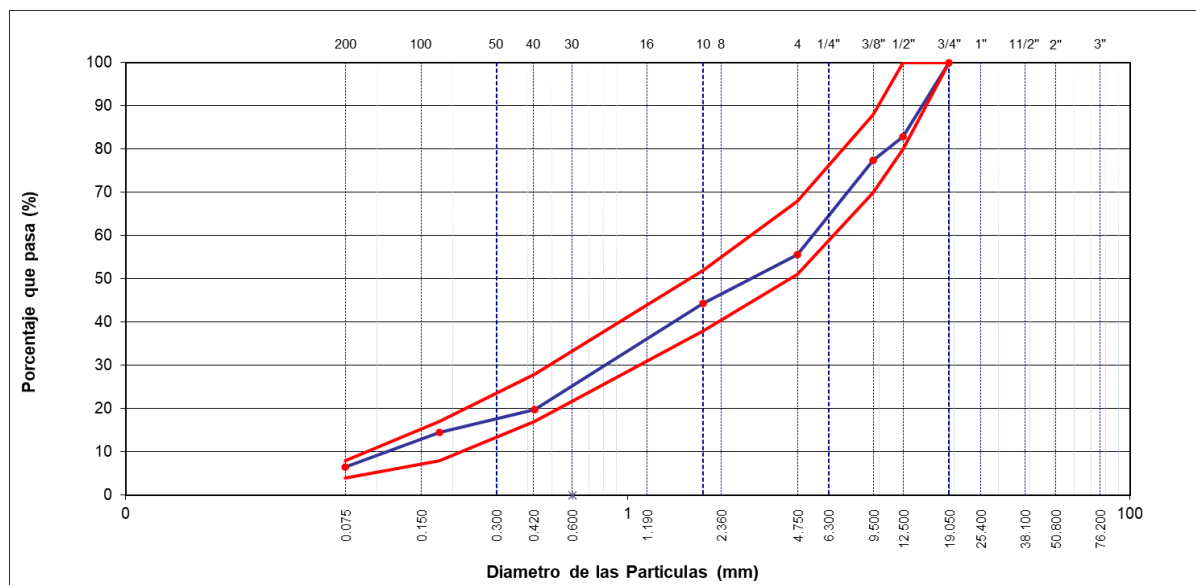
Gráfica 9: Curva de granulometría combinada de la muestra modificada al 2% del filler

Los resultados presentados en la Gráfica 9 y la Tabla 19 del análisis granulométrico muestran que los porcentajes de 45% de agregado grueso, 53% de agregado fino y 2% de filler modificado con conchas de abanico triturado se encuentran dentro de los límites máximos establecidos por la gradación MAC-2. Estos valores son compatibles con el tamaño máximo nominal de la piedra chancada de 1/2", lo que asegura la conformidad con las regulaciones del MTC. Por lo tanto, se procederá con el diseño de la mezcla para la muestra modificada.

- Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 5 % se muestra en la tabla 20.

Tabla 20: Granulometría de agregados de la muestra modificada al 5% de filler.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	548	17.1	17.1	82.9	80 100	
3/8"	9.500	175	5.5	22.6	77.4	70 88	
Nº 4	4.750	695	21.7	44.3	55.7	51 68	
Nº 10	2.000	358.9	11.4	55.7	44.3	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	776.8	24.6	80.2	19.8	17 28	
Nº 80	0.177	165.9	5.2	85.5	14.5	8 17	
Nº 200	0.075	250.6	7.9	93.4	6.6	4 8	
< Nº 200	FONDO	236.8	7.5	100.9			



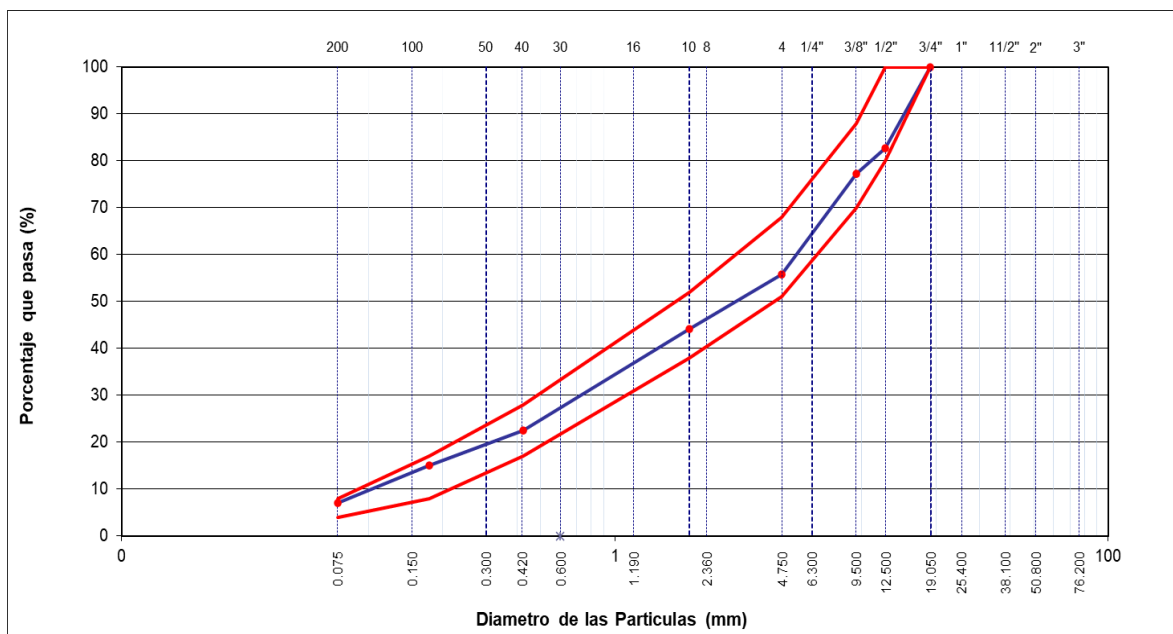
Gráfica 10: Curva de granulometría combinada de la muestra modificada al 5% del filler

Los resultados presentados en la Gráfica 10 y la Tabla 20 del análisis de granulometría indican que los porcentajes de 45% de agregado grueso, 50% de agregado fino y 5% de filler modificado con conchas de abanico triturado se encuentran dentro de los límites máximos establecidos por la gradación MAC-2. Estos valores son coherentes con el tamaño máximo nominal de la piedra chancada de ½”, lo que garantiza la conformidad con las regulaciones del MTC. Por lo tanto, se procederá con el diseño de la mezcla para la muestra modificada.

- Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 8 % se muestra en la tabla 21.

Tabla 21: Granulometría de agregados de la muestra modificada al 8% de filler.

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
3"	76.200					MAC-2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	554	17.3	17.3	82.7	80 100	
3/8"	9.500	173	5.4	22.7	77.3	70 88	
Nº 4	4.750	690	21.6	44.3	55.7	51 68	
Nº 10	2.000	363.9	11.5	55.8	44.2	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	686.8	21.7	77.5	22.5	17 28	
Nº 80	0.177	235.9	7.5	85.0	15.0	8 17	
Nº 200	0.075	251.6	8.0	93.0	7.0	4 8	
< Nº 200	FONDO	251.8	8.0	100.9			



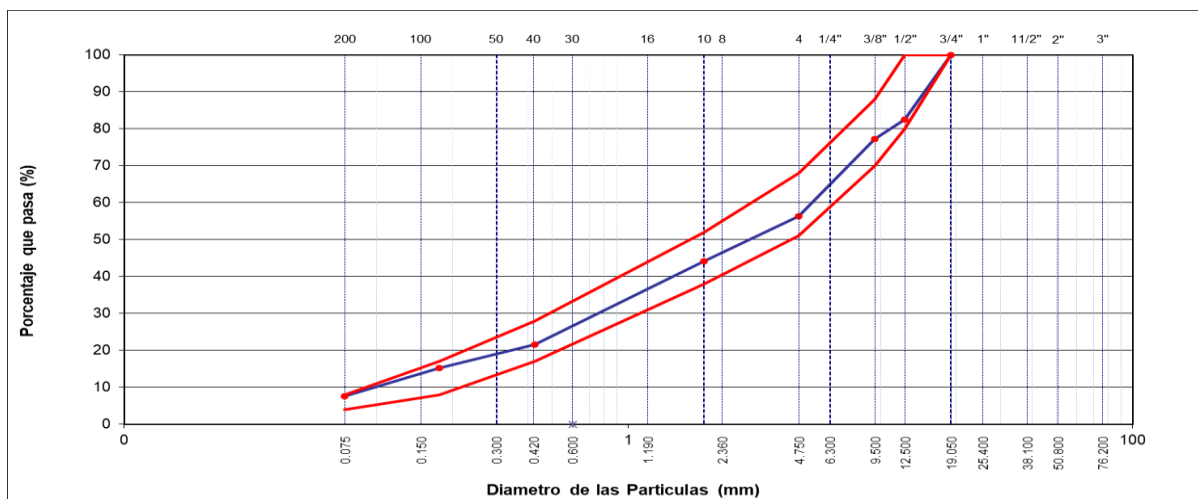
Gráfica 11: Curva de granulometría combinada de la muestra modificada al 8% del filler

Los resultados presentados en la Gráfica 11 y la Tabla 21 del análisis de granulometría muestran que los porcentajes de 45% de agregado grueso, 47% de agregado fino y 8% de filler modificado con conchas de abanico triturado se encuentran dentro de los límites máximos establecidos por la gradación MAC-2. Estos valores son coherentes con el tamaño máximo nominal de la piedra chancada de ½”, lo que garantiza la conformidad con las regulaciones del MTC. Por lo tanto, se procederá con el diseño de la mezcla para la muestra modificada.

- Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 10 % se muestra en la tabla 22.

Tabla 22: Granulometría de agregados de la muestra modificada al 10% de filler.

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA			
3"	76.200					MAC - 2		
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100		
1/2"	12.500	560	17.5	17.5	82.5	80	100	
3/8"	9.500	168	5.3	22.8	77.2	70	88	
Nº 4	4.750	670	20.9	43.7	56.3	51	68	
Nº 10	2.000	378.9	12.1	55.8	44.2	38	52	Observación:
Nº 40	0.425	706.8	22.6	78.4	21.6	17	28	
Nº 80	0.177	200.9	6.4	84.9	15.1	8	17	
Nº 200	0.075	236.6	7.6	92.4	7.6	4	8	
< Nº 200	FONDO	301.8	9.7	102.1				



Gráfica 12: Curva de granulometría combinada de la muestra modificada al 10% del filler

Los datos presentados en la Gráfica 12 y la Tabla 22 del análisis de granulometría demuestran que los porcentajes de 45% de agregado grueso, 45% de agregado fino y 10% de filler modificado con conchas de abanico triturado se encuentran dentro de los límites máximos establecidos por la gradación MAC-2. Estos resultados son consistentes con el tamaño máximo nominal de la piedra chancada de 1/2", lo que asegura el cumplimiento de las regulaciones del MTC. Por tanto, se procederá con la elaboración del diseño de la mezcla para la muestra modificada.

Dosificación para las briquetas

Utilizando los porcentajes de agregados establecidos anteriormente en el análisis granulométrico, se elaboraron distintas combinaciones para cada nivel de contenido de cemento asfáltico en estudio. Los resultados de estas combinaciones en porcentaje se presentan en la tabla 23.

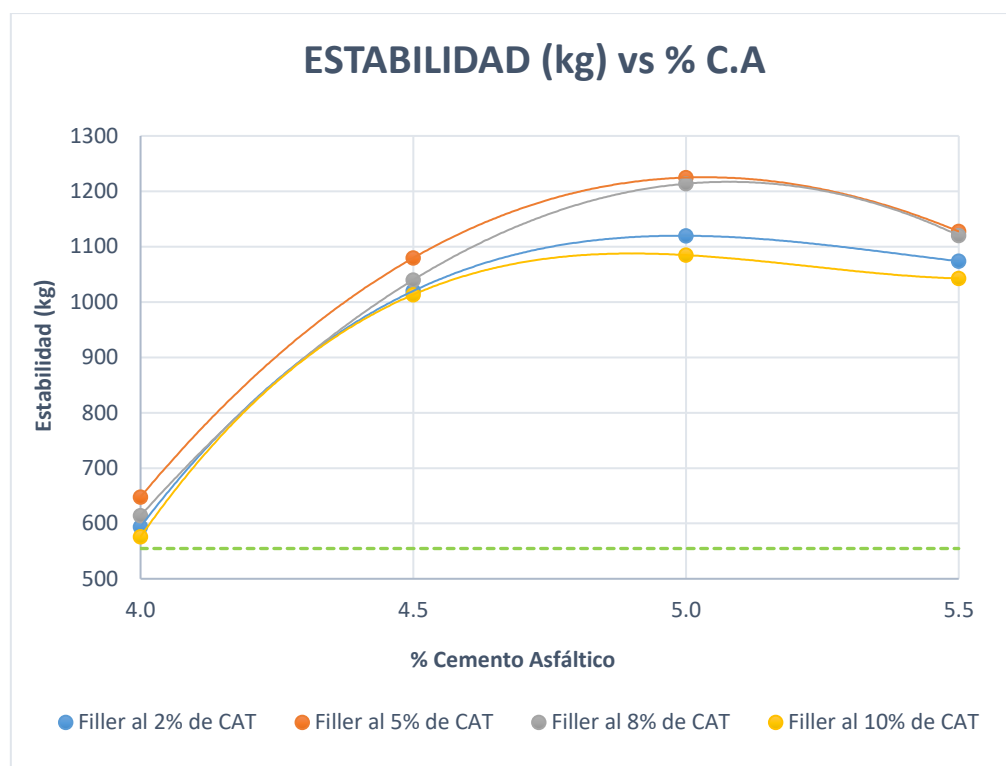
Tabla 23: Dosificación real en % para la mezcla modificada

2%				
PEN	4.00%	4.50%	5.00%	5.50%
Grava Triturada	43.42%	43.19%	42.96%	42.74%
Arena	50.66%	50.40%	50.14%	49.87%
Filler (RCA)	1.92%	1.91%	1.90%	1.89%
5%				
PEN	4.00%	4.50%	5.00%	5.50%
Grava Triturada	42.55%	42.33%	42.10%	41.88%
Arena	48.65%	48.40%	48.15%	47.89%
Filler (RCA)	4.80%	4.78%	4.75%	4.73%
8%				
PEN	4.00%	4.50%	5.00%	5.50%
Grava Triturada	42.52%	42.30%	42.07%	41.85%
Arena	45.80%	45.56%	45.33%	45.09%
Filler (RCA)	7.68%	7.64%	7.60%	7.56%
10%				
PEN	4.00%	4.50%	5.00%	5.50%
Grava Triturada	41.95%	41.73%	41.51%	41.29%
Arena	44.45%	44.22%	43.99%	43.76%
Filler (RCA)	9.60%	9.55%	9.50%	9.45%

C. Determinación el porcentaje óptimo a utilizar de las conchas de abanico para el uso como relleno.

Gráfica Estabilidad vs Contenido de asfalto:

De acuerdo con la información presentada en la ilustración 17 del método Marshall, se establece en el Manual de Carreteras - EG 2013 un nivel mínimo de estabilidad de 5.44 KN (554.73 kg) para un tipo específico de tráfico de categoría mediana. Siguiendo esta pauta, cualquier valor que exceda este estándar mínimo se considera aceptable. Por lo tanto todos los porcentajes de filler de la mezcla modificada cumplen con la estabilidad, pero la que tiene mayor estabilidad es la del 5% de CAT con 5% de cemento asfáltico.

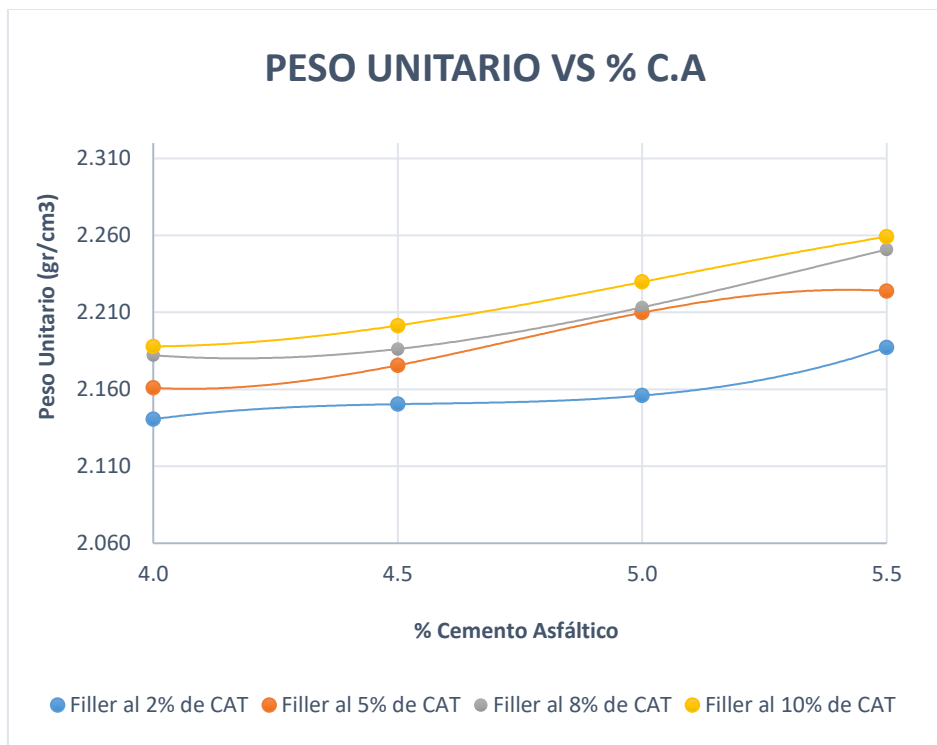


% C.A	4.0	4.5	5.0	5.5
Estab. Del filler al 2%	549.00	1020.00	1119.67	1073.67
Estab. Del filler al 5%	647.88	1079.67	1224.77	1127.36
Estab. Del filler al 8%	614.01	1040.00	1213.68	1120.08
Estab. Del filler al 10%	576.00	1013.33	1084.43	1042.43

Gráfica 13: Estabilidad vs % C.A de la muestra modificada

Gráfica Peso específico Bulk vs contenido de asfalto.

Según la ilustración 17 del Manual de Carreteras EG - 2013, no hay una especificación clara para el peso específico, lo que significa que todos los porcentajes son aceptables. El porcentaje de 10% tiene un peso unitario más alto debido a su mayor cantidad de agregado fino.

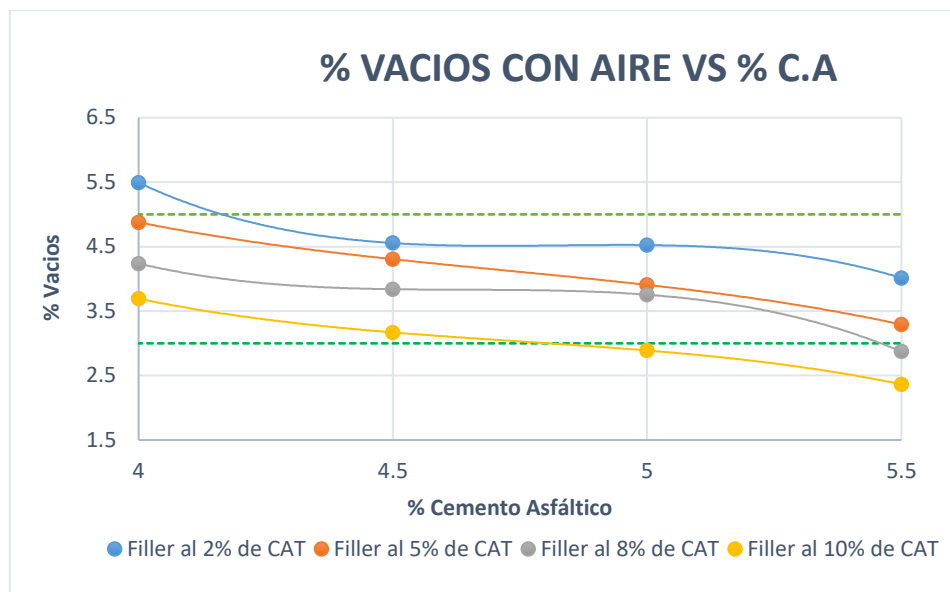


% C.A	4.0	4.5	5.0	5.5
P.U del filler al 2%	2.14	2.15	2.16	2.19
P.U del filler al 5%	2.16	2.18	2.21	2.22
P.U del filler al 8%	2.18	2.19	2.21	2.25
P.U del filler al 10%	2.19	2.20	2.23	2.26

Gráfica 14: Peso Unitario vs % C.A de la muestra modificada

Gráfica % vacíos vs contenido de asfalto

El Manual de Carreteras EG - 2013, en su aplicación del método Marshall según la Ilustración 17, indica que el porcentaje de vacíos para el tipo de tráfico mediano debe oscilar entre el 3% y el 5%. En esta instancia, se comprueba si el porcentaje que exhibe una mayor estabilidad se ajusta a lo indicado, y revisado la gráfica 15 si cumple.

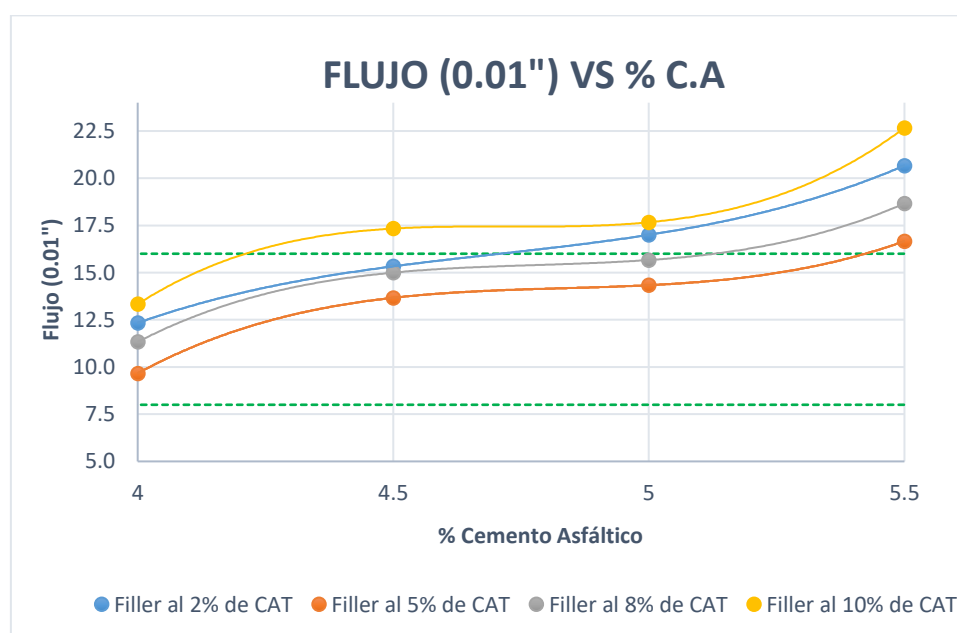


% C.A	4.0	4.5	5.0	5.5
% Vacíos del filler al 2%	5.49	4.56	4.52	4.01
% Vacíos del filler al 5%	4.88	4.30	3.91	3.29
% Vacíos del filler al 8%	4.24	3.84	3.75	2.87
% Vacíos del filler al 10%	3.69	3.17	2.89	2.36

Gráfica 15: % de vacíos vs % C.A de la muestra modificada

Gráfica Flujo vs contenido de asfalto.

El Manual de carreteras EG – 2013 establece que, conforme al método Marshall, el intervalo aceptable para el flujo está entre 8 y 14 (0.01 pulgadas), lo que equivale de 2 a 4 milímetros. Asimismo, evaluamos si el que presenta mayor estabilidad cumple con las especificaciones, observando que su flujo es de 14.33 (0.01”).

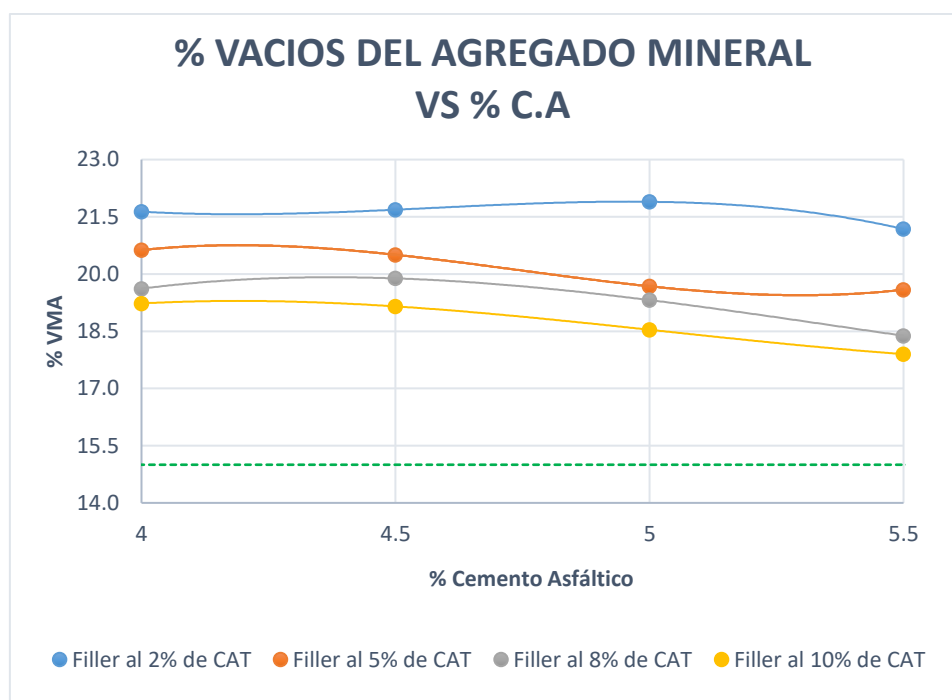


% C.A	4.0	4.5	5.0	5.5
Flujo(0.01") del filler al 2%	12.33	15.33	17.00	20.67
Flujo(0.01") del filler al 5%	9.67	13.67	14.33	16.67
Flujo(0.01") del filler al 8%	11.33	15.00	15.67	18.67
Flujo(0.01") del filler al 10%	13.33	17.33	17.67	22.67

Gráfica 16: Flujo vs % C.A de la muestra modificada

Gráfica V.M.A. vs contenido de asfalto.

El Manual de carreteras EG – 2013 especifica que, según el método Marshall, las mezclas asfálticas con agregados de 1/2" de tamaño nominal deben tener un mínimo del 15% (V.M.A), como se señala en la ilustración 18. En consonancia con esto, se comprueba que el 5% de cemento asfáltico alcanza un cumplimiento del 19.68% en V.M.A.

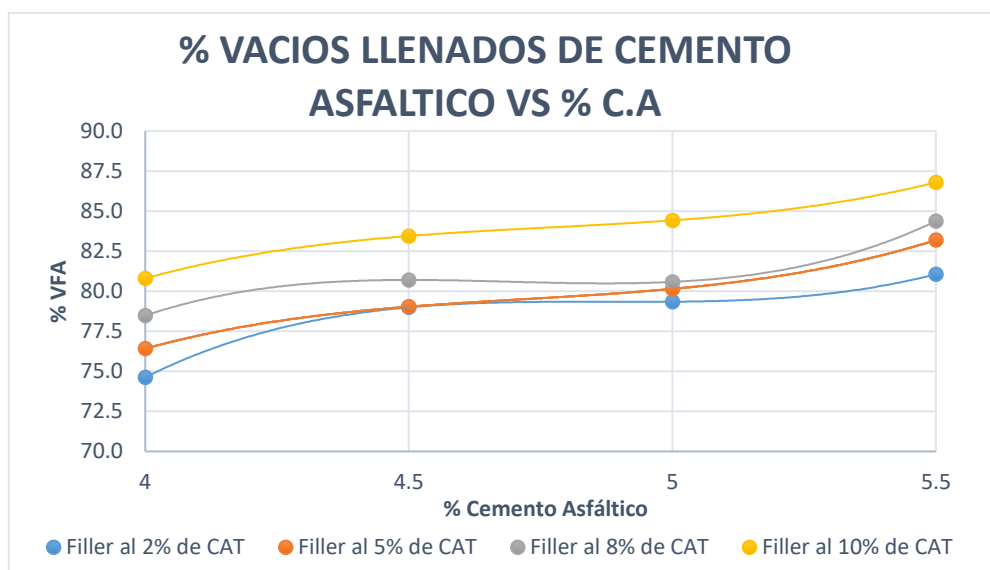


% C.A	4.0	4.5	5.0	5.5
% V.M.A del filler al 2%	21.64	21.69	21.89	21.18
% V.M.A del filler al 5%	20.63	20.50	19.68	19.59
% V.M.A del filler al 8%	19.62	19.89	19.32	18.38
% V.M.A del filler al 10%	19.23	19.15	18.54	17.90

Gráfica 17: V.M.A. vs % C.A de la muestra modificada

Gráfica V.F.A. vs contenido de asfalto.

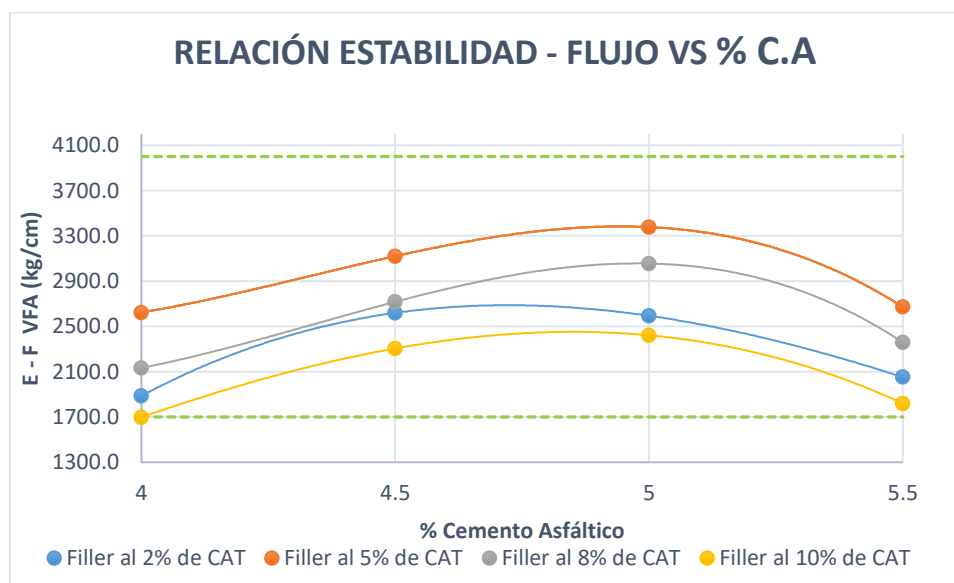
Dentro del Manual de Carreteras EG – 2013, no se encuentra definido un criterio específico para el (% VFA), lo cual conlleva a mantener el contenido de asfalto (C.A) del 5%.



Gráfica 18: V.F.A. vs % C.A de la muestra modificada

Gráfica Relación Estabilidad – Flujo

Según lo establecido en el Manual de Carreteras EG – 2013, el método Marshall indica que este valor, independientemente del tipo de tráfico, variará entre 1700 y 4000 (kg/cm).



% C.A	4.0	4.5	5.0	5.5
E - F del filler al 2%	1886.40	2619.26	2593.78	2052.60
E - F del filler al 5%	2622.93	3120.63	3377.26	2672.05
E - F del filler al 8%	2132.90	2717.29	3055.23	2359.41
E - F del filler al 10%	1697.67	2305.09	2421.56	1818.55

Gráfica 19: Relación estabilidad – flujo de la muestra modificada

El índice de rigidez o relación de Estabilidad - Flujo es una medida relativa de la resistencia a la deformación de la mezcla asfáltica. Un índice de rigidez más alto indica una mayor estabilidad y una menor deformación bajo carga.

Para la obtención del porcentaje óptimo se analizó las gráficas anteriores y verifico el mejor comportamiento para el 5% de conchas de abanico triturado, con un cemento asfáltico del 5%.

Óptimo contenido de C.A según el filler óptimo de las conchas de abanico triturado

Tabla 24: Comparación de los resultados del porcentaje óptimo de la muestra modificada con la norma.

PARÁMETROS	UND	DATOS GRÁFICAS	REQUERIMIENTO EG – 2013	CUMPLE / NO CUMPLE
Vacios de aire Va	%	3.75	3 - 5	CUMPLE
Vacios del Agre. Mineral (V.M.A)	%	19.68	15 min.	CUMPLE
Vacios llenados de C.A (V.F.A)	%	80.15	-	CUMPLE
Estabilidad	kg	1224.77	554.73 min	CUMPLE
Flujo	mm	3.64	2 - 4	CUMPLE
Relación estabilidad - flujo	Kg/cm	3377.26	1700 - 4000	CUMPLE
Relación polvo - asfalto	-	0.76	0.6 - 1.3	CUMPLE

Se verifico el porcentaje óptimo de conchas de abanico y se compararon con los requerimientos EG – 2013 en la tabla 24, y si se vio que cumple con los estándares.

Después de hallar el porcentaje óptimo de mezcla convencional y modificada se realiza la evaluación de las propiedades de durabilidad y Resistencia al daño por humedad o impermeabilidad con los óptimos.

Ensayo de Cántabro – desgaste de la mezcla asfáltica

Se ha llevado a cabo este experimento mediante la exposición de las briquetas de mezclas asfálticas a distintas temperaturas y al contacto con el agua, con el propósito de evaluar el nivel de desgaste tanto en un diseño de mezcla convencional, como en una mezcla modificada mediante la adición de filler de conchas de abanico triturada.

Resultados – Cántabro: Mezcla asfáltica – Patrón y Modificada a los 25 °C

Tabla 25: Resultados – Cántabro: Mezcla asfáltica – Patrón y Modificada a los 25 °C

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS								
N° DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% DE FILLER	N° DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	1%	300	25 °C	1216.13	1118.11	8.06%	8.36%
2	CONVENCIONAL	1%	300	25 °C	1221.89	1106.88	9.41%	
3	CONVENCIONAL	1%	300	25 °C	1267.64	1185.47	6.48%	
4	CONVENCIONAL	1%	300	25 °C	1220.71	1104.9	9.49%	
1	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	25 °C	1232.57	1135.74	7.86%	8.04%
2	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	25 °C	1163.21	1061.46	8.75%	
3	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	25 °C	1242.96	1149.88	7.49%	
4	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	25 °C	1168.81	1074.65	8.06%	

La tabla exhibe los resultados del ensayo de Cántabro realizado a una temperatura de 25°C, destinado a evaluar la resistencia al desgaste de dos variantes de mezclas asfálticas: una convencional y otra modificada. Se constata que la mezcla convencional presenta un mayor grado de desgaste en comparación con la mezcla modificada, lo cual se demuestra mediante los valores en % registrados en los parámetros de desgaste, con un 8.36% para la convencional y un 8.04% para la modificada.

Resultados – Cántabro: Mezcla asfáltica – Patrón y Modificada a los 60 °C

Tabla 26: Resultados – Cántabro: Mezcla asfáltica – Patrón y Modificada a los 60 °C

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS								
N° DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% DE FILLER	N° DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	1%	300	60 °C	1284.25	1065	17.07%	17.23%
2	CONVENCIONAL	1%	300	60 °C	1250.05	1042.7	16.59%	
3	CONVENCIONAL	1%	300	60 °C	1155.86	919.1	20.48%	
4	CONVENCIONAL	1%	300	60 °C	1187.70	1012.2	14.78%	
1	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	60 °C	1246.85	1030	17.39%	14.25%
2	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	60 °C	1281.27	1110.4	13.34%	
3	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	60 °C	1242.89	1099.6	11.53%	
4	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	60 °C	1092.47	931.5	14.73%	

La tabla presenta los resultados obtenidos del ensayo de cántabro realizado a una temperatura de 60°C, con el objetivo de analizar la resistencia al desgaste de dos tipos de mezclas asfálticas: una convencional y otra modificada. Se aprecia que la mezcla convencional muestra una mayor susceptibilidad al desgaste en comparación con la variante modificada, tal como se refleja en los porcentajes registrados en los parámetros de desgaste, siendo del 17.23% para la convencional y del 14.25% para la modificada.

Ensayo de Lottman Modificado

Antes de proceder con la ejecución del ensayo en sí mismo, se llevó a cabo la tarea de calcular la cantidad exacta de golpes necesarios para generar un 7 % de vacíos en dos tipos de mezclas: una constituida por asfalto modificado con conchas de abanico triturado y la otra, una mezcla de referencia sin modificación.

Resultados – Ensayo de Lottman Modificado: Mezcla asfáltica – Patrón

Tabla 27: Resultados – Ensayo de Lottman Modificado: Patrón

DATOS		MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS			
		1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.
-	Número de briqueta	#							
D	Diámetro	cm	10.2	10.2	10.2		10.2	10.2	10.2
t	Espesor	cm	6.23	6.92	6.92		6.35	6.7	6.72
A	Peso de la muestra Seca al Aire	gr	1029.4	1076.6	1036.2	1047.4	1106.1	1172.5	1217.1
B	SSD de la Muestra	gr	1030.00	1080.00	1040.00		1110.00	1180.00	1220.00
C	Peso de la Muestra en Agua	gr	585.00	610.00	590.00		630.00	670.00	690.00
E	Volumen (B-C)	cc	445.0	470.0	450.0		480.0	510.0	530.0
F	Peso específico Bulk de la briqueta (A/E)	gr/cc	2.313	2.291	2.303	2.3	2.304	2.299	2.296
G	Peso específico teórico máximo (Rice)	gr/cc	2.480	2.480	2.480	2.5	2.480	2.480	2.480
H	% de vacíos ((G - F)/G)*100	%	6.73	7.64	7.15	7.2	7.08	7.30	7.40
I	Volumen de vacíos ((H*E)/100)	cc	29.95	35.90	32.17		34.00	37.21	39.24

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25°C						
B'	SSD de la Muestra	gr	1052.00	1103.00	1060.00	NO SE EJECUTA
C'	Peso de la Muestra en Agua	gr	605.00	630.00	608.00	
E'	Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	447.0	473.0	452.0	
J'	Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	22.7	26.4	23.8	
-	Saturación (100*J'/I)	%	75.6	73.6	73.9	
-	Hinchamiento (E' - E) *100/E	%	0.45	0.64	0.44	

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María									
t"	Espesor	cm	6.23	6.92	6.92	NO SE EJECUTA			
B"	SSD de la Muestra	gr	1077.20	1113.30	1086.00				
C"	Peso de la Muestra en Agua	gr	625.00	640.00	630.00				
E"	Volumen (B" - C")	cc	452.2	473.3	456.0				
J"	Volumen de Agua de Absorción (B" - A)	cc	47.9	36.7	49.8				
-	Saturación (100*J"/I)	%	159.8	102.3	154.7				
-	Hinchamiento (E" - E) *100/E	%	1.61	0.70	1.33				
-	Carga Máxima Kg	kg	555	540	535				
-	Carga Máxima N	N	5444.550	5297.400	5248.350				
-	Fuerza Tensible	kg/cm2	5.59	4.89	4.83				
-	Fuerza Tensible KPA	KPA	548.136	479.671	473.366				
						635	665.0	665	
						5330.100	6229.350	6523.650	6523.650
						5.10	6.24	6.19	6.18
						500.39	612.278	607.709	605.901
									6425.6
									6.20
									608.63

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSIÓN (TRS) =	82.216%
--------------------------------------	---------

Los resultados del Ensayo de Lottman Modificado de la Mezcla Asfáltica Convencional, tal como se presenta en la tabla, muestran un porcentaje del 82.216%, cumpliendo así con el requisito mínimo del 80% establecido por la normativa EG-2013. Este ensayo se enfoca en evaluar cómo las mezclas asfálticas compactadas reaccionan ante la humedad, examinando los cambios en la resistencia a la tensión diametral cuando un grupo de especímenes se expone al efecto de saturación y acondicionamiento en agua, en comparación con otro grupo sometido a condiciones secas.

Resultados – Ensayo de Lottman Modificado: Mezcla asfáltica – Modificada

Tabla 28: Resultados – Ensayo de Lottman Modificado: Modificada

DATOS			MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS			
		#	4	5	6	Prom.	1	2	3	Prom.
-	Número de briqueta									
D	Diámetro	cm	10.2	10.2	10.2		10.2	10.2	10.2	
t	Espesor	cm	7	6.75	6.6		6.63	6.72	6.69	
A	Peso de la muestra Seca al Aire	gr	1255.3	1171.3	1147.7	1191.4	1190.2	1201.1	1172.2	1187.8
B	SSD de la Muestra	gr	1258.00	1172.00	1150.00		1192.00	1202.00	1175.00	
C	Peso de la Muestra en Agua	gr	695.00	645.00	635.00		660.00	665.00	650.00	
E	Volumen (B - C)	α	563.0	527.0	515.0		532.0	537.0	525.0	
F	Peso específico Bulk de la briqueta (A/E)	gr/α	2.230	2.223	2.229	2.2	2.237	2.237	2.233	2.2
G	Peso específico teórico máximo (Rice)	gr/α	2.413	2.413	2.413	2.4	2.413	2.413	2.413	2.4
H	% de vacíos ((G - F)/G)*100)	%	7.58	7.87	7.63	7.7	7.27	7.29	7.46	7.3
I	Volumen de vacíos ((H*E)/100)	α	42.67	41.50	39.27		38.67	39.14	39.14	

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C						
B'	SSD de la Muestra	gr	1288.00	1202.00	1178.00	
C'	Peso de la Muestra en Agua	gr	720.00	670.00	659.00	
E'	Volumen de la Muestra (B' - C')	α	568.0	532.0	519.0	
J'	Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	α	32.7	30.7	30.3	
-	Saturación (100*J'/I)	%	76.6	74.0	77.1	
-	Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	0.89	0.95	0.78	

NO SE EJECUTA

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María						
t"	Espesor	cm	7	6.75	6.6	
B"	SSD de la Muestra	gr	1290.00	1210.00	1182.00	
C"	Peso de la Muestra en Agua	gr	725.00	674.00	665.00	
E"	Volumen (B" - C")	α	565.0	536.0	517.0	
J"	Volumen de Agua de Absorción (B" - A)	α	34.7	38.7	34.3	
-	Saturación (100*J"/I)	%	81.3	93.3	87.3	
-	Hinchamiento (E" - E)*100/E	%	0.35	1.69	0.39	
-	Carga Máxima Kg	kg	555	590	585	690
-	Carga Máxima N	N	5444.550	5787.900	5738.850	5657.100
-	Fuerza Tensible	kg/cm2	4.97	5.48	5.53	5.33
-	Fuerza Tensible KPA	KPA	487.841	537.284	542.701	522.61

NO SE EJECUTA

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSIÓN (TRS) = 84.876%

Los resultados del Ensayo de Lottman Modificado de la Mezcla Asfáltica Modificada con conchas de abanico triturado como filler, como se indica en la tabla, registran un porcentaje del 84.876 %, lo que cumple con el requisito mínimo del 80% según la normativa EG-2013. Este ensayo se centra en evaluar la respuesta de las mezclas asfálticas compactadas ante la humedad, analizando las variaciones en la resistencia a la tensión diametral cuando un conjunto de especímenes se somete al efecto de saturación y acondicionamiento en agua, en comparación con otro grupo expuesto a condiciones secas.

D. Comparación según resultados óptimos de las propiedades mecánicas y físicas del asfalto con la concha de abanico como filler con las normas establecidas del asfalto con filler de cemento.

COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES OPTIMAS DE LAS MEZCLAS

Se compararon y analizaron los datos que se obtuvieron al examinar el porcentaje ideal de cemento asfáltico en las mezclas patrón y modificada (conchas de abanico triturado como filler). Ambas mezclas, utilizando una graduación MAC-02, sometidas a compactación con 50 golpes por cada superficie y a una temperatura de mezcla y compactación de 150 °C.

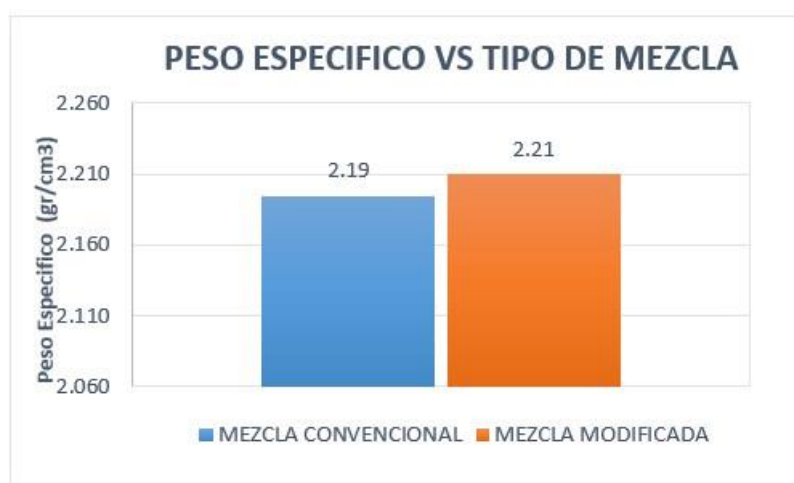
Tabla 29: Dosificaciones de las mezclas optimas

MATERIAL	MEZCLA CONVENCIONAL	MEZCLA MODIFICADA
PEN	5.00%	5.00%
Grava Triturada	42.61%	42.10%
Arena	51.44%	48.15%
Filler (RCA)	0.00%	4.75%
Filler (Cemento)	0.95%	0.00%

Tabla 30: Resultados de las mezclas optimas

PARÁMETROS	REQUERIMIENTO EG-2013	MEZCLA PATRON	CUMPLE SI/NO	MEZCLA MODIFICADA	CUMPLE SI/NO
Optimo Contenido C.A (%)	-	5.00		5.00	
Peso Unitario (gr/cm ³)	-	2.19	SI	2.21	SI
Vacios (%)	3.0 - 5.0	4.59	SI	3.91	SI
Vacios del Agregado mineral (%)	15 min	20.36	SI	19.68	SI
Vacios Llenados de C.A (%)	-	77.47	SI	80.15	SI
Flujo (mm)	2.0 - 4.0	3.73	SI	3.64	SI
Estabilidad (Kg)	554.73 min	1192.43	SI	1224.77	SI
Relación estabilidad - flujo (kg/cm)	1700 - 4000	3222.16	SI	3377.26	SI
Relación Polvo Asfalto	0.6 - 1.3	0.83	SI	0.76	SI

Análisis de pesos e. bulk vs tipo de mezcla.



Gráfica 20: Peso específico vs Tipo de mezcla

La representación gráfica indica que la mezcla asfáltica modificada, que incorpora conchas de abanico como material de relleno, exhibe un incremento de 0.02 gr/cm^3 en su peso específico en relación con la mezcla convencional. Este aumento tiene un impacto directo en los porcentajes de Vacíos en el agregado mineral (V.M.A.) y del % de vacíos, reduciéndolos debido a la menor presencia de espacio intergranular en la mezcla modificada.

Análisis de estabilidades vs tipo de mezcla.

La estabilidad de una mezcla se refiere a su habilidad para conservar su estructura frente a cargas repetidas, como el tráfico vehicular, que pueden provocar deformaciones prematuras. Además, esta característica refleja la interacción entre la fricción y la cohesión interna de sus elementos constituyentes.

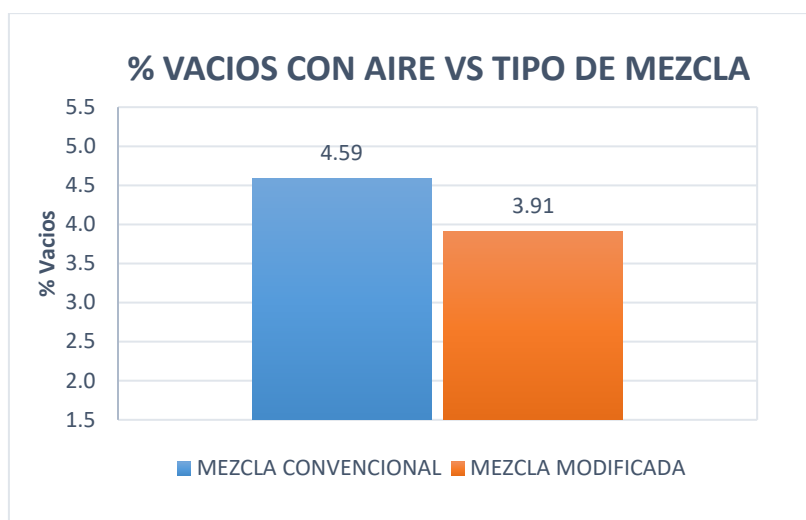


Gráfica 21: Estabilidad vs Tipo de mezcla

Según los datos representados en la gráfica, se puede apreciar que la estabilidad de la mezcla asfáltica modificada es superior en 32.34 kg en comparación con la mezcla convencional. Este aumento en la estabilidad se atribuye a la inclusión de filler a partir de conchas de abanico triturado en la mezcla modificada. Es importante destacar que ambas mezclas satisfacen el requisito mínimo establecido de 554.73 kg, asegurando así su resistencia estructural.

Análisis de % de vacíos vs tipo de mezcla.

La presencia de vacíos dentro de la mezcla puede ser considerada como un factor que aumenta la probabilidad de ocurrencia de agrietamientos prematuros, desgaste y desprendimiento.

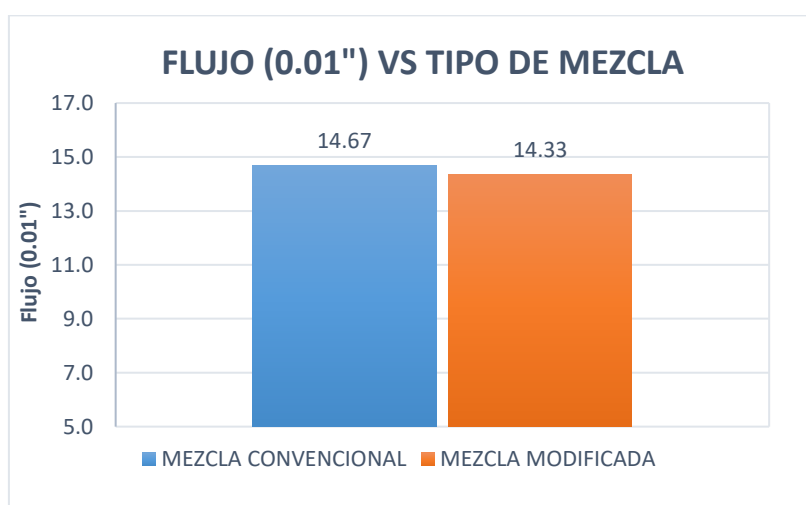


Gráfica 22: % vacíos con aire vs Tipo de mezcla

La mezcla asfáltica modificada, que incorpora conchas de abanico trituradas como filler, exhibe una reducción del 0.68 % en su porcentaje de vacíos en comparación con la mezcla convencional. Esta disminución en los vacíos sugiere una menor permeabilidad en la mezcla modificada, lo que podría traducirse en un mejor comportamiento frente a la humedad en comparación con la mezcla convencional, como se analizará posteriormente.

Es relevante señalar que tanto los dos resultados satisfacen los estándares definidos por la normativa EG-2013, que varía entre el 3% y el 5%.

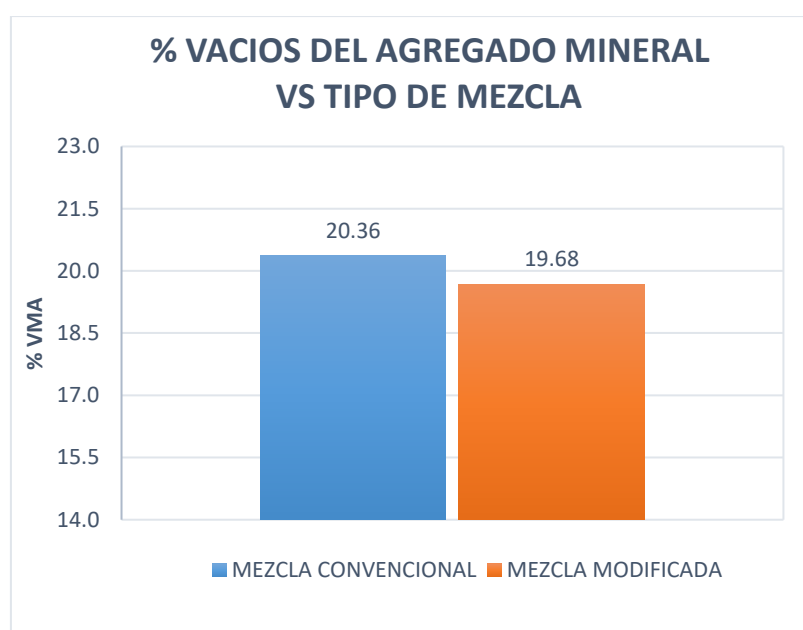
Análisis de flujos vs tipo de mezcla.



Gráfica 23: Flujo vs Tipo de mezcla

La gráfica revela que la mezcla modificada, con conchas de abanico trituradas como filler, experimenta una ligera reducción en el flujo de 0.34 (0.01") en comparación con la mezcla convencional. El flujo indica la tendencia hacia una situación de plasticidad o inestabilidad, lo que a su vez influye en la capacidad de la capa asfáltica para resistir deformaciones causadas por las cargas generadas por el tráfico. Es importante destacar que ambos resultados cumplen con los requisitos establecidos por la normativa EG-2013, que oscila entre 8 y 16 (0.01").

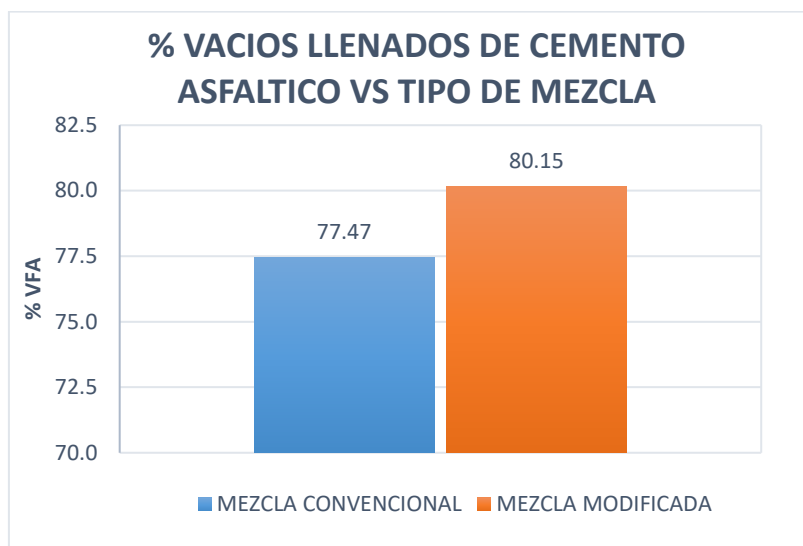
Análisis de % de V.M.A. vs tipo de mezcla.



Gráfica 24: % Vacíos del agregado mineral vs Tipo de mezcla

La mezcla asfáltica convencional presenta un V.M.A. del 20.36%, mientras que la mezcla modificada con conchas de abanico triturado como filler registra un V.M.A. del 19.68%. Esto sugiere que la mezcla convencional posee un mayor volumen de vacíos en comparación con la versión modificada, lo que implica que la mezcla asfáltica modificada ofrece menos espacio disponible para la distribución del asfalto. Es esencial señalar que ambos resultados cumplen con los estándares establecidos por la normativa EG-2013, que establece un requisito mínimo del 15% de vacíos en el agregado mineral en relación con su tamaño máximo nominal (TMN) de 1/2".

Análisis de % de V.F.A. vs tipo de mezcla.

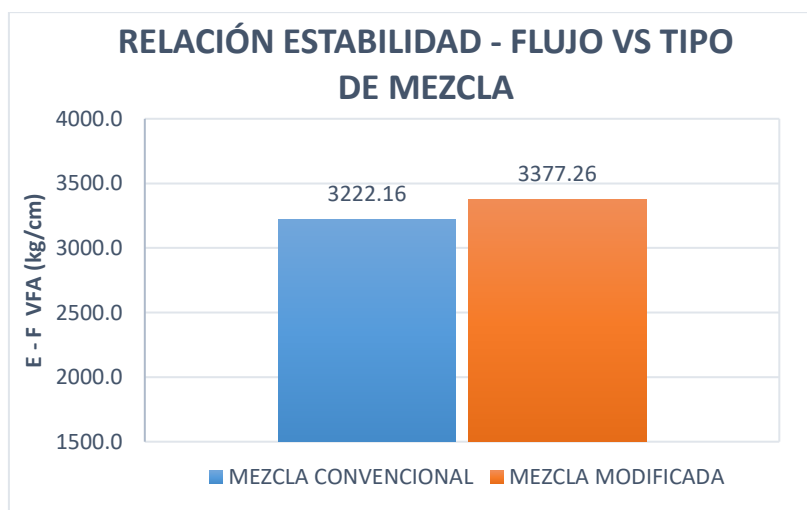


Gráfica 25: % Vacíos llenados de C - A vs Tipo de mezcla

El valor de (% V.F.A.) para la mezcla convencional es del 77.47%, mientras que para la mezcla modificada con CAT como filler es del 80.15%, lo que sugiere que esta última tiene un mayor % V.F.A.

El porcentaje de V.F.A. es crucial porque determina los límites máximos para el (% V.M.A.), y por ende, el contenido óptimo de asfalto. Además, sirve como indicador de la cantidad de asfalto utilizada en la mezcla; valores demasiado bajos indicarían una insuficiencia de asfalto.

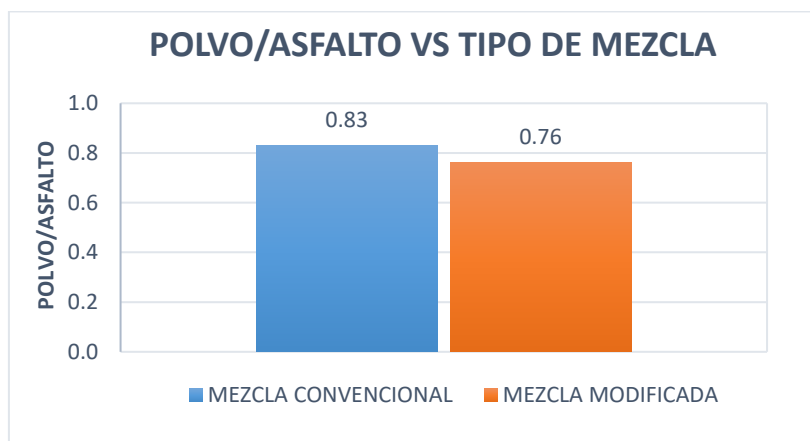
Análisis de relación estabilidad – flujo vs tipo de mezcla.



Gráfica 26: Relación de estabilidad – flujo vs Tipo de mezcla

Según lo evidenciado en la gráfica, las dos mezclas se sitúan dentro del rango establecido por el Manual de carreteras EG – 2013 para la rigidez, que abarca desde 1700 hasta 4000 kg/cm. Si el valor excediera este intervalo, estaríamos frente a una mezcla asfáltica notablemente rígida, lo cual aumentaría su predisposición a desarrollar grietas poco después de su implementación y entrada en funcionamiento.

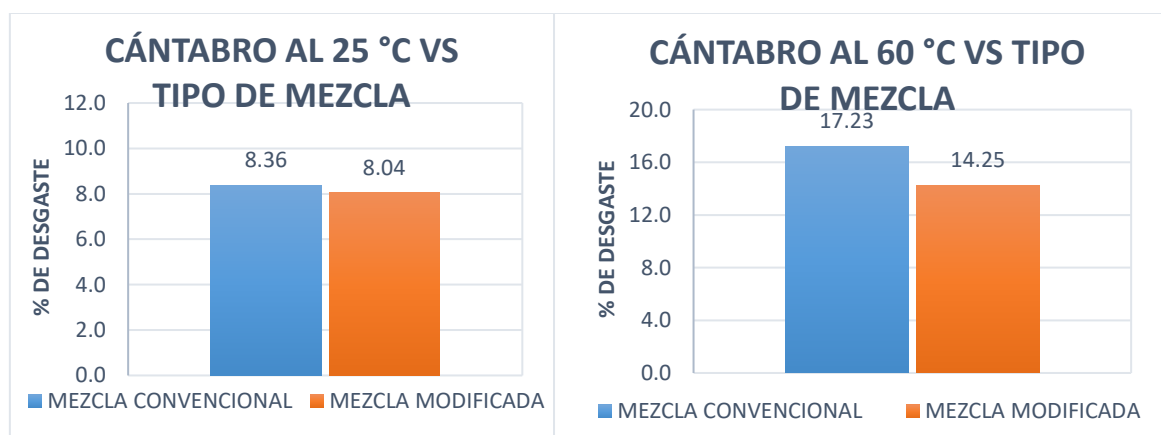
Análisis de relación polvo – asfalto vs tipo de mezcla.



Gráfica 27: P/A – flujo vs Tipo de mezcla

Se trata de la proporción entre el peso del agregado más fino que pasa a través del tamiz de 0,075 mm y el contenido de asfalto óptimo, expresado como porcentaje del peso total de la mezcla. Según lo estipulado en el Manual de carreteras, para una MAC – 02, este valor debe encontrarse en el rango de 0.6 a 1.3. Es satisfactorio destacar que ambas mezclas cumplen con estos límites establecidos.

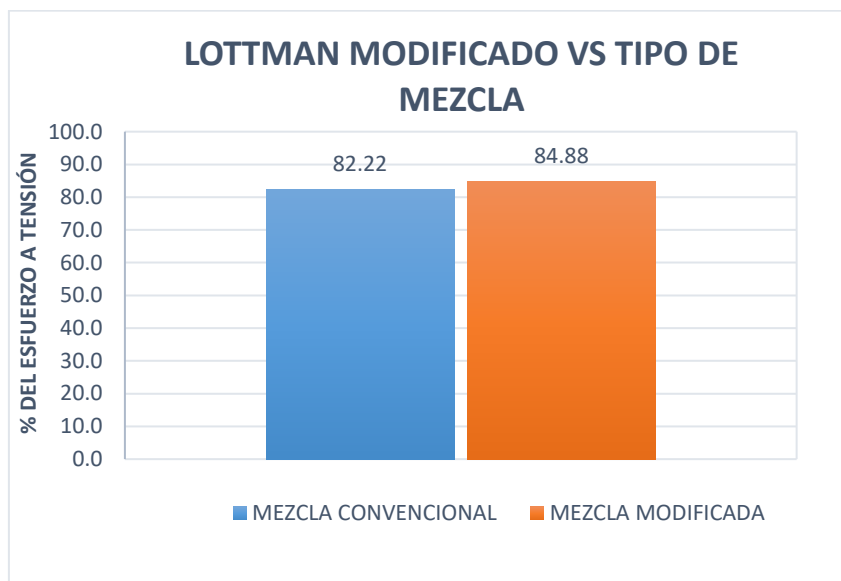
Comparación y Análisis de resistencia al desgaste – Cántabro de la mezcla asfáltica.



Gráficas 28: Ensayo Cántabro al 25 °C – 60 °C vs Tipo de mezcla

Al analizar las gráficas, se nota que el nivel de desgaste es más elevado en la mezcla convencional en comparación con el porcentaje observado en la mezcla modificada con conchas de abanico triturado como filler, tanto a temperaturas de 60 °C como de 25 °C. Este hallazgo sugiere que la mezcla modificada con conchas de abanico ofrece una mayor resistencia, lo que ayuda a mitigar los efectos de desintegración provocados por la abrasión del tráfico sobre la mezcla.

Comparación y Análisis del ensayo Lottman Modificado de la mezcla asfáltica.



Gráficas 29: Ensayo Lottman modificado vs Tipo de mezcla

Viendo los requisitos establecidos por el Manual de Carreteras EG-2013, se espera un valor mínimo del 80% para el ensayo Lottman Modificado (tracción indirecta). Al observar la gráfica, se nota que la mezcla convencional alcanza el 82.22 %, mientras que la mezcla modificada logra el 84.88%. Estos resultados sugieren que la mezcla asfáltica modificada con conchas de abanico triturado como filler presenta un desempeño superior en condiciones que simulan la humedad que experimentará una vez que el pavimento esté en funcionamiento.

E. Identificación el costo de fabricación con la mezcla optima en 1 m3

ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se llevó a cabo considerando la cantidad de metros cúbicos de mezcla asfáltica. Para realizar esta evaluación de manera efectiva, es fundamental determinar la contribución de los materiales específicos presentes en cada tipo de mezcla asfáltica. Además, se debe tener en cuenta el estado en el que estos materiales serán manipulados, ya sea compactado o esponjado. Para abordar adecuadamente este proceso, se han elaborado tablas

detalladas que muestran estos aportes por metro cúbico en materiales, mano de Obra y herramientas:

Este enfoque metódico permite tener una visión más completa y detallada de los costos involucrados, lo que es fundamental para la toma de decisiones informadas en el desarrollo del proyecto.

Primero se empieza a identificar el costo del proceso de fabricación del filler, esto podemos ver el costo de extracción, transporte y la trituración de las conchas de abanico.

Tabla 31: Costo del Filler (proceso).

COSTO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL FILLER		
DESCRIPCION	PRECIO	PESO(KG)
EXTRACCIÓN	S/. 25	50
TRANSPORTE	S/. 10	
PROCESO PARA FILLER (TRITURACIÓN)	S/. 10	
COSTO TOTAL	S/. 45	

El costo de 50 kilos es de S/. 45, teniendo en cuenta los procesos clave de extracción, transporte y trituración. Este valor incluye todos los gastos asociados a la obtención del material desde su fuente original, Posteriormente. el material debe ser transportado desde el sitio de origen hasta el lugar donde será procesado y Finalmente, el proceso de trituración que convierte el material en un insumo utilizable, adaptándolo a las necesidades específicas del proyecto.

Tabla 32: Precio en 20kg

PESO	PRECIO S/.
50KG	45
20KG	18

Después se calcula por m³ el material a utilizar en base al costo y su densidad:

Tabla 33: m³ de Cemento y Filler (RCA) en base a su peso kg.

PESO DEL CAT	DENSIDAD DE LOS CAT		M3 DEL FILLER (RCA)	PESO DE UNA BOLSA	M3 DE CEMENTO
	GR/CM3	KG/M3		KG	
20	2.352	2352	0.0085	42.5	0.028

Con 42.5 kg de cemento, se obtiene un volumen de 0.0283 m³, mientras que 20 kg de conchas de abanico, considerando su densidad determinada en el laboratorio, equivalen a un volumen

de 0.0085 m³ de filler de RCA. Estos valores resultan esenciales para calcular con precisión las proporciones de los componentes en la mezcla, garantizando una dosificación adecuada.

Tabla 34: m³ del PEN.

UN BALDE	DENSIDAD DEL CEMENTO ASFÁLTICO		M3 DE C.A
	KG	GR/CM3	
18.93	1.023	1023	0.0185

Se empleó un balde de 5 galones, lo que equivale a un volumen de 18.925 litros o kilogramos, y en términos de metros cúbicos corresponde a 0.0185 m³. Este tipo de medición resulta fundamental para garantizar la precisión en la dosificación de materiales en un proyecto.

Tabla 35: Precio y Costo de todos los materiales en un 1 m³.

MATERIAL	M3	PESO	PRECIO S/.	PRECIO EN 1 M3 (PU)	PESO EN KG DE UN 1 M3
PEN	0.0185	18.93	150.00	8108.32	1023.00
Grava	1.0000	2674.00	90.00	90.00	2674.00
Arena	1.0000	2559.00	70.00	70.00	2559.00
Filler (RCA)	0.0085	20.00	18.00	2116.80	2352.00
CEMENTO	0.0283	42.50	32.00	1130.07	1500.87

MATERIAL EN M3 DE LA MEZCLA CONVENCIONAL

En la tabla 36 se muestran los materiales presentes en un metro cúbico, junto con sus respectivos porcentajes de la mezcla convencional óptima. Esta información es crucial para conocer la composición exacta de la mezcla y garantizar su rendimiento adecuado en aplicaciones constructivas.

Tabla 36: Costo material de la mezcla convencional

MATERIAL	MEZCLA CONVENCIONAL	M3	COSTO S/.	KG
PEN	5.00%	0.05	405.42	51.15
Grava Triturada	42.61%	0.43	38.35	1139.39
Arena	51.44%	0.51	36.01	1316.35
Filler (CAT)	0.00%	0.00	0.00	0.00
Filler (Cemento)	0.95%	0.01	10.74	14.26
TOTAL M3	100.00%	1.00	490.51	

MATERIAL COMPACTADO EN M3 DE LA MEZCLA CONVENCIONAL

En la tabla 37 se especifican los materiales contenidos en un metro cúbico, junto con los porcentajes correspondientes de la mezcla óptima modificada que incorpora conchas de abanico trituradas. Estos datos son clave para entender la composición exacta de la mezcla y su comportamiento estructural, ya que la adición de las conchas tiene el propósito de mejorar propiedades mecánicas como la resistencia y la durabilidad.

Tabla 37: Costo material de la mezcla modificada

MATERIAL	MEZCLA MOFIFICADA	M3	COSTO S/.	KG
PEN	5.00%	0.05	405.42	51.15
Grava Triturada	42.10%	0.42	37.89	1125.85
Arena	48.15%	0.48	33.70	1232.07
Filler (CAT)	4.75%	0.05	100.55	111.72
Filler (Cemento)	0.00%	0.00	0.00	0.00
TOTAL M3	100.00%	1.00	577.56	

COSTOS UNITARIOS DE LAS MEZCLAS

Tabla 38: Precio unitario de la mezcla convencional.

FABRICACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CONVENCIONAL					
RENDIMIENTO M3/DIA		360	EQ. 360	525.870	
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/	PARCIAL S/
MATERIALES					490.509
Piedra chancada de 1/2"	m3		0.43	90.00	38.35
Arena	m3		0.51	70.00	36.01
Filler (Cemento portland tipo I (42.5 kg))	kg		14.26	0.75	10.74
Asfalto Pen 60/70	gl		13.51	30.00	405.42
Filler (Conchas de abanico triturado)	kg		0.00	0.00	0.00
MANO DE OBRA					5.332
Operario	hh	4	0.089	28.890	2.568
Peon	hh	6	0.133	20.730	2.764
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					30.029
HERR. MANUALES	%MO		0.050	5.332	0.267
Cargador sobre llantas de 200-250 HP 4.0 - 4.1 yd3	hm	1	0.022	236.400	5.253
Planta de Asfalto en caliente - 150 ton/h	hm	1	0.022	342.910	7.620
Volquete de 15 m3	hm	2	0.044	160.000	7.111
Rodillo neumatico	hm	1	0.022	180.000	4.000
Rodillo tanden	hm	1	0.022	160.000	3.556
Compactador V TP-7HP	hm	1	0.022	100.000	2.222

La tabla 38 presenta un análisis detallado que muestra el costo total de fabricación de la mezcla asfáltica convencional óptima. Este costo abarca todos los aspectos relacionados con el proceso de producción, incluyendo los materiales necesarios, la mano de obra involucrada y el uso de equipos. Al sumar todos estos elementos, se determina que el costo total de producción asciende a S/. 525.870 por metro cúbico.

Tabla 39: Precio unitario de la mezcla modificada.

FABRICACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA					
RENDIMIENTO M3/DIA	360	EQ. 360			612.921
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/	PARCIAL S/
MATERIALES					577.560
Piedra chancada de 1/2"	m3		0.42	90.00	37.89
Arena	m3		0.48	70.00	33.70
Filler (Cemento portland tipo I (42.5 kg))	kg		0.00	0.00	0.00
Asfalto Pen 60/70	gl		13.51	30.00	405.42
Filler (Conchas de abanico triturado)	kg		111.72	0.90	100.55
MANO DE OBRA					5.332
Operario	hh	4	0.089	28.890	2.568
Peon	hh	6	0.133	20.730	2.764
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					30.029
HERR. MANUALES	%MO		0.050	5.332	0.267
Cargador sobre llantas de 200-250 HP 4.0 - 4.1 yd3	hm	1	0.022	236.400	5.253
Planta de Asfalto en caliente - 150 ton/h	hm	1	0.022	342.910	7.620
Volquete de 15 m3	hm	2	0.044	160	7.111
Rodillo neumatico	hm	1	0.022	180	4.000
Rodillo tanden	hm	1	0.022	160	3.556
Compactador V TP-7HP	hm	1	0.022	100	2.222

La tabla 39 proporciona un desglose detallado del costo de fabricación de la mezcla asfáltica modificada óptima. Este análisis abarca todos los componentes que contribuyen a dicho costo, incluyendo los materiales utilizados, la mano de obra necesaria para el proceso de producción y el costo asociado a los equipos que se emplean en la mezcla. Al considerar todos estos factores en conjunto, se establece que el costo total de producción de la mezcla modificada asciende a S/. 612.921 por metro cúbico

DISCUSIONES

Se ha planteado la discusión de acuerdo con los resultados relacionados con las propiedades de las mezclas asfálticas, llevando a cabo una comparación entre los hallazgos de este estudio y los algunos antecedentes más parecidos con la investigación:

- Los resultados de Estabilidad Marshall, en un tránsito mediano para un MAC-2 deben ser superiores a 5.44 kN, según la norma EG-2013. De acuerdo con mezcla optima de la convencional y modificada tienen 11.694 KN y 12.011 KN respectivamente. Este incremento del 2.7% en la estabilidad. se interpreta como una mejor resistencia a las cargas y una mayor cohesión interna, lo que resulta en una mezcla más rígida y con un mejor comportamiento frente al ahuellamiento.

Chávez [24], en su investigación obtuvo 12 KN para la mezcla estándar y para la mezcla reemplazada al 100% con CAT por la malla #50 es de 10.6 KN de estabilidad estos resultados cumplen con los estándares para un tráfico pesado el cual la estabilidad debe superar el valor de 8.15 KN, pero esto es cuando las conchas de abanico lo usan como agregado fino y en el tamaño de la partícula lo clasifican como agregado fino. Esto quiere decir mientras más cantidad de conchas de conchas de abanico como agregado fino su estabilidad se reduce.

Alvarado[25], en su investigación obtuvo para la muestra estándar un 11,307 kN y 13,788 kN para la adicionada en un 15% de CAT para un tráfico pesado el cual cumple con los requisitos que deben ser mayores a 8.15 KN.

- El contenido de vacíos en ambas mezclas se sitúa dentro del rango permitido por la normativa EG – 2013, que oscila entre el 3% y el 5%. En la mezcla convencional, este valor es del 4.59%, mientras que en la mezcla modificada es del 3.91%, lo que representa una reducción del 17.39%. Esta disminución en los vacíos indica una menor permeabilidad en la mezcla modificada con conchas de abanico triturado, lo cual impacta directamente en su capacidad para resistir la humedad y mejora su desempeño en condiciones ambientales adversas.

Chávez [24], en su investigación obtuvo 4.41% para la mezcla estándar y para la mezcla reemplazada es de 3.71% de % de vacíos, por ende mejora al reemplazar con conchas de abanico al 100% por la malla #50, esto conlleva a la disminución de la permeabilidad.

Alvarado[25], el contenido de vacíos de esta investigación de la mezcla se sitúa dentro del rango permitido por la normativa EG – 2013, que oscila entre el 3% y el 5%. En la mezcla

convencional, este valor es del 4.1%, mientras que en la mezcla reemplazada parcialmente en un 15% es del 4.0%.

- La investigación presente registra un flujo se de 14.67 centésimas de pulgada, mientras que en la mezcla modificada, este valor disminuye a 14.33 centésimas de pulgada. Las dos cumplen con los parámetros de la normativa que oscilan entre 8 – 16 centésimas de pulgada (0.01”).

Chávez [24], para su mezcla tiene un flujo de 11.97 (0.01”) para la mezcla patrón y para la mezcla de sustitución al 100% por la malla #5° que pasa, es de 16.26 (0.01”) este valor es muy alto por ello no cumple con los límites establecidos de 8 – 14 (0.0”), Este resultado alto de flujo mostrara sufrir con el ahuellamiento.

Alvarado[25], en este proyecto se obtuvo un flujo de 13.09 centésimas de pulgada para el patrón y para la mezcla con la adición al 15% de CAT es 12.80 centésimas de pulgada. Lo cual se encuentran dentro de las especificaciones para un tráfico pesado de 8 a 14 (0.01”).

- La mezcla convencional como la mezcla modificada cumplen con los estándares establecidos por el EG – 2013. Estos estándares establecen límites del 25% y 40% respectivamente para cada temperatura en el ensayo de Cántabro. A 25°C, la pérdida por desgaste es del 8.36% para la mezcla convencional y del 8.04% para la mezcla modificada, mientras que a 60°C, se registra un 17.23% para la mezcla convencional y un 14.25% para la modificada. Estos resultados evidencian una mejora considerable en la resistencia de la mezcla asfáltica a diferentes temperaturas al incorporar conchas de abanico como filler, lo que resulta en una reducción notable de la pérdida por desgaste.

Valera [5], en esta investigación en la mezcla convencional se utilizó un filler de cal y la mezcla modificada el ladrillo como filler, se compararon con los estándares establecidos por el EG – 2013. Estos estándares establecen límites del 25% y 40% de desgaste respectivamente para cada temperatura en el ensayo de Cántabro. A 25°C, la pérdida por desgaste es del 4.16% para la mezcla convencional y del 6.51% para la mezcla modificada, mientras que a 60°C, se registra un 36.48% para la mezcla convencional y un 49.25% para la modificada con ladrillo como filler. Estos resultados evidencian que no mejora en comparación con la mezcla patrón y también en el caso de la mezcla modificada no cumple con el estándar establecido a una temperatura de 60°C esto sobrepasando el 40% de perdida por desgaste.

CONCLUSIONES

Al comparar dos diseños de mezcla asfáltica en caliente. La mezcla asfáltica modificada con conchas de abanico triturado mostró mejoras significativas en estabilidad, desempeño en humedad y resistencia al desgaste en comparación con la mezcla convencional según la metodología de diseño Marshall.

Se identificó las características de las conchas de abanico como filler en las mezclas asfálticas las cuales cumplen con los estándares establecidos. El índice de plasticidad, con un valor de 3.88%, está dentro del límite máximo permitido que es 4%. Además, su peso específico, medido en 2.352 g/cm³, el cual se sitúa dentro del rango definido de 2 a 2.5 g/cm³.

En el análisis químico realizado mediante Espectrometría de fluorescencia de rayos X confirmó la alta presencia de óxido de calcio, indicando que se trata de un tipo de filler calizo.

El ensayo del tamaño de partícula a través de la malla N° 200 demostró un cumplimiento del 100% con la normativa ASTM D 242. Estos resultados confirman que las conchas de abanico son una opción adecuada como filler en las mezclas asfálticas, cumpliendo con los estándares establecidos por las regulaciones pertinentes.

Se estableció que la cantidad ideal de cemento asfáltico para la mezcla asfáltica en caliente convencional es del 5% y con una dosificación final de un 42.61% de agregado grueso, un 51.44% de agregado fino y un 0.95% de filler (cemento).

La mezcla modificada con conchas de abanico triturado como filler determinó un nivel ideal de cemento asfáltico del 5% con una proporción de un 42.10% de agregado grueso, un 48.15% de agregado fino y un 4.75% de filler modificado.

En la mezcla convencional óptima, el flujo se registra a 14.67 centésimas de pulgada, mientras que en la modificada, este valor disminuye a 14.33 centésimas de pulgada. Esta reducción en el de flujo muestra un incremento en la habilidad del compuesto para mantener su estructura y oponerse a la distorsión cuando se aplica una fuerza.

En lo que respecta a la estabilidad, se concluye que la mezcla modificada con conchas de abanico triturado alcanza un valor de 12.011 KN, mientras que la convencional registra 11.694

KN. Este incremento se traduce en mejor resistencia a las cargas y mayor cohesión interna, resultando en una mezcla más rígida y con mejor comportamiento frente al ahuellamiento.

El contenido de vacíos disminuye de 4.59% a 3.91% de la mezcla convencional y modificada respectivamente, lo que indica menor permeabilidad y mejor desempeño para resistir la humedad.

La relación entre estabilidad y flujo de la mezcla modificada exhibe un valor ligeramente mayor (3377.26 kg/cm) en comparación con la convencional (3222.16 kg/cm), indicando así una rigidez adecuada que contribuye a disminuir la probabilidad de que se formen grietas poco después de que se haya implementado y puesto en funcionamiento el pavimento.

El peso unitario de la mezcla modificada que incorpora conchas de abanico tiene un valor de 2.21 gr/cm³ y de la mezcla convencional es de 2.19 gr/cm³, este incremento en 0.02 gr/cm³, tiene un impacto en el % de vacíos reduciéndoles, esto se da por la mayor presencia de finos.

El ensayo de Lottman adaptado para evaluar la mezcla asfáltica modificada con conchas de abanico triturado como filler mostró una razón de esfuerzo a tensión del 84.876 %, en contraste con el 82.216% de la mezcla convencional. Ambas muestras cumplen con el requisito establecido por el EG – 2013 que exige un valor de TSR mayor al 80%.

El ensayo cántabro de pérdida por desgaste, llevado a cabo a dos temperaturas distintas (25°C y 60°C), dio como resultado al 25 °C un 8.36% para la convencional y 8.04% para la mezcla modificada una pérdida por desgaste. Mientras para 60 °C de temperatura se registra un 17.23% para la mezcla convencional y para la mezcla modificada un 14.25%, lo cual indica la mejora en la resistencia y durabilidad de la mezcla con conchas de abanico.

Según el análisis económico realizado a las mezclas optimas, se determinó que tanto la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica modificada con conchas de abanico triturado como filler tienen un costo de S/. 525.870 y S/. 612.921 por metro cúbico, respectivamente. Aunque el costo de la segunda opción presenta un aumento de S/. 87.051, este incremento podría justificarse por las mejoras potenciales que podría aportar a la vía pavimentada.

RECOMENDACIONES

Es recomendable comprender el método Marshall para obtener mejores resultados en el producto final de la mezcla asfáltica, ya que de esto depende del proceso de elaboración de los especímenes evaluados.

Es aconsejable emplear Equipos de Protección Personal (EPP) de calidad. Esta recomendación se debe a que durante el procedimiento de fabricación de muestras, se manejarán materiales y se utilizarán moldes que alcanzan temperaturas elevadas. Por lo tanto, para garantizar la seguridad y minimizar el riesgo de accidentes o lesiones.

Como recomendación de esta investigación se podría sugerir una comparación con un porcentaje más elevado de filler sin que pierda su trabajabilidad la mezcla convencional, con el propósito de ver cómo reacciona sus propiedades en comparación con la mezcla modificada.

Se recomienda el uso de agregados angulares obtenidos principalmente de trituración, para hacer que la mezcla asfáltica adquiera más estabilidad.

Se recomienda el uso de CAT en el porcentaje óptimo encontrado, como alternativa de sustitución del filler para mezclas asfálticas en caliente, que se usarán en temperaturas altas para un tráfico mediano, debido a que según el estudio del ensayo de Lotman Modificado y el ensayo de Cántabro, tuvo mejores resultados.

REFERENCIAS

- [1] J. Quispe Martinez, «Influencia de la adición de la cal hidratada o cemento a la estabilidad y fluencia dentro del diseño mezcla asfáltica en caliente, Pilcomayo,» Huancayo, 2018.
- [2] J. L. Quispe Villamonte y J. M. Saldaña Saavedra, «Incorporación de fibra plástica para mejorar la propiedad mecánico-físico del pavimento flexible del Pueblo Joven Santa Rosa, Región Lambayeque, 2021,» Chiclayo, 2021.
- [3] J. G. Bastidas Martínez, J. C. Ruge Cardenas, L. Medina García y R. A. Giraldo Zuluaga, «Incorporação de pó de agregados reciclados de concreto como filler em misturas asfálticas,» Brasil, 2021.
- [4] L. L. Arellano Loayza y C. Caceres Candia, «Importancia de la evaluación a las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente a más de 3000 msmm para el proyecto carretera desvío Imperial- Pampas,» Lima, 2018.
- [5] F. L. Valera Nuñez, «Evaluación del efecto de la cal hidratada y el polvo de ladrillo utilizando como relleno mineral en las propiedades de una mezcla asfáltica,» Chiclayo, 2018.
- [6] L. C. Cabezas Cardenas y E. H. Sandoval Suarez, «Evaluación del comportamiento de una mezcla asfáltica con adición de filler de residuos mandostería,» Colombia, 2020.
- [7] D. C. Ganchozo Bravo y L. K. Rodriguez de la Cruz, «Evaluación del comportamiento de mezclas asfálticas incorporando cemento como filler, mediante la metodología marshall,» Ecuador, 2022.
- [8] Manual de Carreteras, «Especificaciones Técnicas Generales para Construcción,» Perú, 2013.
- [9] S. E. Santamaria Chipana, «Durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico,» Piura, 2020.
- [10] A. Padilla Rodríguez, «Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista,» Barcelona, 2004.
- [11] E. Guevara Requejo, «Análisis de la losa de concreto hidráulico, utilizando desechos de conchas de abanico, Av. Mariano Cornejo. José Leonardo Ortiz. Chiclayo-2019,» Lima, 2019.

- [12] L. M. Quispe Chacon, «Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas de residuos de PVC como filler en un porcentaje óptimo,» Cusco, 2021.
- [13] C. Higuera, «En Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimento para carreteras,» Tunja, 2011.
- [14] J. Miranda Rebolledo, «En Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos,» Chile, 2010.
- [15] S. Minaya Y A. Ordoñez, «CAPITULO 10: DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS».
- [16] M. S. Michael y J. P. Zaniewski, «Materiales para Ingeniería civil. España: 2da edición,» España, 2009.
- [17] M. Rebolledo, «En Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos,» Chile, 2010.
- [18] H. Rondón y F. G. y. S. Vasquez., «En Ahuellamiento y fatiga en mezclas asfálticas,» Colombia.
- [19] T. A. I. MS-22, «En Principios de construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente,» EE.UU, 1992.
- [20] T. A. Institune, «En Principios de construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente,» EE.UU, 1997.
- [21] S. Carrillo., « Viabilidad del Reciclaje de la Concha de Abanico en la Industria de la,» Piura, 2017.
- [22] M. d. E. d. Materiales, «Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú,» Perú, 2016.
- [23] Ficha Técnica, «Las características del cemento asfáltico 60/70 PEN están establecidas en la NTP 321.051,» Perú, 2014.
- [24] F. B. Chávez, «Valoración de residuo de concha de abanico para uso como agregado en mezclas asfálticas en caliente,» Piura, 2019.
- [25] D. C. Alvarado Andrade, «Evaluación del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente incorporando conchas de abanico trituradas,» Lima, 2023.

ANEXOS**ENSAYO DE ABRASIÓN DEL AGREGADO GRUESO****ENSAYO DE DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO****GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**



SALES TOTALES DEL AGREGADO GRUESO



PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO



AZUL DE METILENO DEL AGREGADO FINO



EQUIVALENTE DE ARENA DEL AGREGADO FINO



AGRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO



INDICE DE PLASTICIDAD POR LA MALLA #200 DEL AGREGADO FINO



SALES SOLUBLES DEL AGREGADO FINO



ENSAYO DE DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO



MÉTODO MARSHALL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA





ENSAYO CANTABRO



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO



FORMATOS DE LOS ENSAYOS:

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS



INFORME N° LEM USAT 040-2024-I

FECHA: 24 de Mayo 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Cáceres Torrejón Kody llyery

TITULO DE LA TESIS: Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler.

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

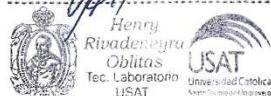
- Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.
- Gravedad específica y absorción de agregados gruesos y finos.
- Ensayo de equivalente de arena.
- Azul de metileno.
- Sales solubles totales agregado fino y agregado grueso.
- Durabilidad (al sulfato de magnesio) del agregado grueso y fino.
- Índice de plasticidad (malla n°200).
- Determinación de partículas chatas y alargadas.
- Caras fracturadas.
- Ensayo de abrasión por medio de la máquina de los ángeles.
- Ensayo de Estabilidad y Flujo.
- Ensayo del peso específico de las briquetas.
- Ensayo de la densidad máxima teórica.
- Ensayo Cántabro de pérdida por desgaste.
- Ensayo de Lottman Modificado.

Laboratorio exterior de Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

- Ensayo químico de espectrometría de fluorescencia de rayos x

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Responsable de Lab. Ing. Civil Ambiental





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



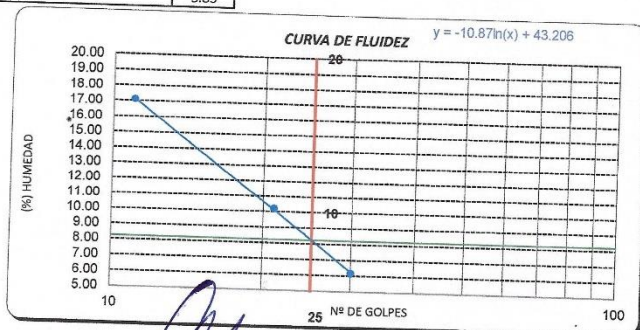
Tesista : Cáceres Torrejón Kody Llery
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha de ensayo : Chiclayo 20 de octubre del 2023

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	12	15	16	20	
N° de tarro	12	15	16	20	
N° de golpes	30	21	11		
Tarro + suelo húmedo	52.34	36.88	44.1		
Tarro + suelo seco	49.78	33.97	38.72	32.14	
Agua	2.56	2.91	5.38	31.33	
Peso del tarro	8.27	5.5	7.3	0.81	
Peso del suelo seco	41.51	28.47	31.42	12.86	
Porcentaje de humedad	6.17	10.22	17.12	18.47	
				4.39	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	8.22
Límite Plástico	4.39
Índice de Plasticidad	3.83



Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cáceres Torrejón Kody Llery
Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de septiembre del 2023

Ensayo : SUELOS. Metodo de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.
Referencia : NTP 339,146 - EG - 2000

EXAMEN CUANTITATIVO

Muestra : Arena
Cantera : La Victoria-Pátapo

DATOS

MUESTRA N°	1	2	3
TAMAÑO MAXIMA (mm.)	N° 4	N° 4	N° 4
ALTURA MAXIMA DEL MATERIAL FINO (cm.)	5.00	5.10	5.20
ALTURA MAXIMA DE LA ARENA (cm.)	3.20	3.00	3.30
EQUIVALENTE DE ARENA	64.00 %	58.82 %	63.46 %
EQUIVALENTE DE ARENA (EA)	63 %		
ESPECIFICACION DE ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA MTC E-114 (Ref. EG-2000): Mínimo : 60 % Mínimo			

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 Henry Rivadeneira Oblitás
 Tec. Laboratorio USAT


 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Cáceres Torrejón Kody Llery
ESCUELA : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
TESIS : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 11 de septiembre del 2023

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad
Referencia : de agregados por metodo de sulfato de sodio o sulfato de magnesio
Referencia : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

EXAMEN CUANTITATIVO

I. - DATOS

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
3/8"	Nº 4	1.1
9.5 mm	4.75 mm	
Nº 4	Nº 8	1.0
4.75 mm	2.36 mm	
Nº 8	Nº 16	0.8
2.36 mm	1.18 mm	
Nº 16	Nº 30	0.7
1.18 mm	600 µm	
Nº 30	Nº 50	1.9
600 µm	300 µm	
Nº 50	Nº 100	1.4
300 µm	150 µm	



II. - RESULTADO

DESGASTE TOTAL	(%)	6.9
----------------	-----	-----

OBSERVACIONES :

- La identificación y procedencia de la muestra fue realizada por el solicitante.
- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos al inicio al final del ensayo son 5.

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tac. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA Cáceres Torrejón Kody Llery

TESIS Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler

UBICACIÓN

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

NORMA : NTP 339.152 / USBR E - 8

Cantera : La Victoria-Pátapo

Muestra : Agregado Fino

Profundidad

Muestra usada	g.	50	50
Agua destilada usada	ml	250	250

01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00
02	Número de beaker		1	2
03	Peso de beaker	g.	31.71	49.65
04	Peso de beaker + residuo de sales	g.	31.72	49.66
05	Peso de residuo de sales	(4)-(3) g.	0.01	0.01
06	Volumen de la solución tomada	ml	50	50
07	Constituyentes de sales solubles totales	$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$ ppm	1000	1000
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(7) / 10000 (%)	0.10	0.10
		PROMEDIO (ppm) =	1000	
		PROMEDIO (%) =	0.10	


Henry Rivadeneyra Obiñas
Tec. Laboratorio
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista Cáceres Torrejón Kody Llery
Escuela ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
Tesis Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha de ensayo : Chiclayo 5 de octubre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

REFERENCIA : NTP 339.152 / USBR E - 8

<i>Muestra</i> : Agregado Fino		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	1000
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.10

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el Solicitante
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)


Henry Rivadeneira Obilias
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista Cáceres Torrejón Kody Llery
 Escuela Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler

AZUL DE METILENO
 (NORMA: AASHTO TP 57)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
 CANTERA : LA VICTORIA - PÁTAPA

FECHA DE ENSAYO: miércoles, 18 de Octubre de 2023

5 mg de Azul de Metileno por ml de solución

MUESTRA	Azul de Metileno	Cantidad de Solución	Peso del Material Fino N° 200	Resultado	Especificación EG-2013	
	Cada 0.5 ml	NÚMERO			Min.	Máx.
AGREGADO FINO - pasa 200	0.5	7.0	5.0	7	-	8
	0.5	7.0	5.0	7		

RESULTADOS PROMEDIOS : 7

FORMULA DE APLICACIÓN

$$VA = \frac{C \times V}{W}$$

Henry Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Cáceres Torrejón Kody Llery
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión : Chiclayo, 22 de septiembre del 2023

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P _i	(g)	1006.7	1006.7
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	701.38	701.38
3.- Peso del Agua	(g)	305.33	305.33
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	699.18	700.08
5.- Peso del Frasco	(g)	201.38	201.38
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498	499
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.559
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.568
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.583
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.35

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Piedra Chancada - Tres Tomas

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	4040	4040
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	4056	4056
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del car	(g)	3440	3440
4.- Peso de la canastilla	(g)	910	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	2530	2560

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.674
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.684
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.702
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.40





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISISTA: Cáceres Torrejón Kody Llery

TESIS Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
 UBICACIÓN Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

NORMA : NTP 339.152 / USBR E - 8

Cantera: : Tres tomas

Muestra : Agregado Grueso

Muestra usada	g.	50	50
Agua destilada usada	ml	250	250

01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00
02	Número de beaker		1	2
03	Peso de beaker	g.	32.80	32.80
04	Peso de beaker + residuo de sales	g.	32.82	32.81
05	Peso de residuo de sales	(4)-(3) g.	0.02	0.01
06	Volumen de la solución tomada	ml	50	50
07	Constituyentes de sales solubles totales	$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$ ppm	2000	1000
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(7) / 10000 (%)	0.20	0.10
	PROMEDIO (ppm) =		1500	
	PROMEDIO (%) =		0.15	

Henry Rivadeneira Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista Cáceres Torrejón Kody Llery
Escuela ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
Tesis Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha de ensayo : Chiclayo 6 de octubre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

REFERENCIA : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Muestra</u> : Agregado Grueso		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	1500
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.15

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el Solicitante
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)


 Henry Rivadeneira Obittas
 Tec. Laboratorio USAT



 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Cáceres Torrejón Kody Llery
ESCUELA : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
TESIS : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 11 de septiembre del 2023

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por metodo de sulfato de sodio o sulfato de magnesio
Referencia : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

Cantera : Tres Tomas
Muestra : Piedra chancada
Ubicación : Chiclayo- Lambayeque

Inalterabilidad del agregado grueso: Análisis cuantitativo.

Tamaño de los tamices		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Pasa	Retiene	Gradacion Original (peso)	Gradacion de la Muestra Originales (%)	Peso de las Fracciones comprendido antes del ensayo (g)	Nº de Partículas	Peso Ret. despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)	Nº de Partículas
2 1/2"	2"	0	0.0	0	0	0			0
63 mm	50 mm	0	0.0	0	0	0			0
2"	1 1/2"	0	0.0	0	0	0			0
50 mm	37.5 mm	0	0.0	0	0	0			0
1 1/2"	3/4"	0	0.0	0	0	0			0
37.5 mm	19 mm	325	51.8	173.6	23	166.5	4.1	2.1	16
3/4"	1/2"	178.6	28.5	65.5	23	56.2	14.2	4.0	14
19 mm	12.5 mm	123.4	19.7	54.6	23	41.5	24.0	4.7	
1/2"	3/8"								
12.5 mm	9.5 mm								
3/8"	Nº 4								
9.5 mm	4.75 mm								
Totales		627	100.0	293.7		264.2		10.9	

Obsevaciones

- (2) Fracción pesadas de acuerdo con limites de la tabla.
(3) Contadas antes del ensayo.
(4) Fracciones pesadas sepués del ensayo.
(5) = $\frac{(2)-(4)}{(2)} \times 100$
(6) = $\frac{(1) \times (2)}{(100)}$
(7) Se cuentan todas aquéllas no desintegradas después del ensayo.

Henry Rivadeneira Obltas
Tec. Laboratorio USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Cáceres Torrejón Kody Llery
TESIS : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 11 de septiembre del 2023

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por metodo de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Referencia : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

EXAMEN CUANTITATIVO

Cantera : Tres Tomas
Muestra : Piedra chancada

I.- DATOS :

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
2"	1 1/2"	
50 mm	37.5 mm	
1 1/2"	3/4"	0.0
37.5 mm	19 mm	
3/4"	1/2"	2.1
19 mm	12.5 mm	
1/2"	3/8"	4.0
12.5 mm	9.5 mm	
3/8"	Nº 4	4.7
9.5 mm	4.75 mm	

II.- RESULTADO :

DESGASTE TOTAL	(%)	10.9
----------------	-----	------

OBSERVACIONES :

- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 02 de 02)

TESISTA : Cáceres Torrejón Kody Lley
 TESIS : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
 Lugar : Chiclayo- Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 11 de septiembre del 2023

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por metodo de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Referencia : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88


EXAMEN CUALITATIVO DEL AGREGADO GRUESO EN PARTÍCULAS QUE EXHIBEN FALLA

Cantera : Tres Tomas
 Muestra : Piedra chancada

Tamices		Rajadas		Desmoronadas		fracturadas		Astilladas		N° total de partículas antes del ensayo
pasa	retiene	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
2 1/2"	2"	0	0	0	0	0	0	0	0	20
2"	1 1/2"	0	0	0	0	0	0	0	0	
1 1/2"	3/4"	0	0	5	25	0	0	0	0	

OBSERVACIONES :

- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cáceres Torrejón Kody Llery

Ensayo : RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler

Referencia Norma MTC E 207 / ASTM C-131

Cantera : Cantera Tres Tomas

Muestra : Agregado grueso

Profundidad:

I.- Granulometría global

Pasa	Retiene	retenido	retenido	B
3"	2 1/2"	0	0.0	0.0
1 1/2"	1"	0.0	0.0	0.0
1"	3/4"	0.0	0.0	0.0
3/4"	1/2"	2500.0	50.0	0.0
1/2"	3/8"	2500.0	50.0	5000.3
Total		5000.0	100.0	5000.3

Henry Obdiena Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

II.- Ensayo de Abrasión

- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 200 revoluciones	4896.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	4782.0

III.- Cálculos

- % de desgaste por abrasión	4.4
- % de uniformidad	0.5

OBSERVACIONES :

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "B", N° de esferas : 11, Revoluciones : total 500





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cáceres Torrejón Kody Liery
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha de ensayo : Chiclayo 12 de Septiembre del 2023

ENSAYO : RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

REFERENCIA : Norma MTC E 207 / ASTM C-131

Cantera : Cantera Tres Tomas
Muestra : Agregado grueso

% de desgaste por abrasión	%	4.4
% de uniformidad	%	0.5

Requerimiento: 40 % Maximo

OBSERVACIONES :

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "B", Nº de esferas : 11, Revoluciones : total 500


Henry
Ribadeneyra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO
ASMT D- 4791-99

Tesista: Cáceres Torrejón Kody Llery
Tesis: Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
Material: : Piedra chancada
: Tres Tomas

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS		
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	(%)	(%) CORR.	PESO	(%)	(%) CORR.
(pulg)	(mm)									
3/4"	19.00			100.00						
1/2"	12.50	987.08	49.05	50.95	30.72	1.53		48.32	2.40	
3/8"	9.50	652.47	32.42	18.52	42.74	2.12		14.09	0.70	
1/4"	6.30	372.73	18.52	0.00	11.79	0.59		3.87	0.19	
			TOTAL		85.25	4.24		66.28	3.29	

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(g)	2012.3		
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	(%)	7.5	ESPECIFICACIÓN	10% Max.

OBSERVACIONES: El ensayo se realizó con la relación dimensional 1:3


Henry Rivadeneira Obilias
Tec. Laboratorio USAT



USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Testista : Cáceres Torrejón Kody Liery
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Chiclayo, 12 de septiembre del 2023

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS
 (NORMA: MTC E 210; ASTM D 5821)

Cantera
 Piedra Chancada - Tres Tomas

A.- CON UNA CARA FRACTURADA.

TAMIZ		PESO MÍNIMO REQUERIDO	PESO MUESTRA A	PESO MATERIAL CON DOS CARAS FRACT. B	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADA C = ((B/A)*100)	PORCENTAJE RET. GRADACIÓN ORIGINAL D	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS E = C * D
PASA	RETIENE						
3"	2 1/2"	30000.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
2 1/2"	2"	15000.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
2"	1 1/2"	7500.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
1 1/2"	1"	3000.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
1"	3/4"	1500.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
3/4"	1/2"	500.0 g.	548.0	451.0	82.3 %	548.0 %	451.0 %
1/2"	3/8"	300.0 g.	334.0	315.0	94.3 %	334.0 %	315.0 %
TOTAL		57800.0 g.	882.0 g.	766.0 g.		882.0 %	766.0 %

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA = 86.8%

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS.

TAMIZ		PESO MÍNIMO REQUERIDO	PESO MUESTRA A	PESO MATERIAL CON DOS CARAS FRACT. B	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADA C = ((B/A)*100)	PORCENTAJE RET. GRADACIÓN ORIGINAL D	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS E = C * D
PASA	RETIENE						
3"	2 1/2"	30000.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
2 1/2"	2"	15000.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
2"	1 1/2"	7500.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
1 1/2"	1"	3000.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
1"	3/4"	1500.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
3/4"	1/2"	500.0 g.	548.0	274.0	50.0 %	548.0 %	274.0 %
1/2"	3/8"	300.0 g.	334.0	194.0	58.1 %	334.0 %	194.0 %
TOTAL		57800.0 g.	882.0 g.	468.0 g.		882.0 %	468.0 %

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS = 53.1%

NOTA: La partículas fracturadas fue determinado por masa.

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cáceres Torrejón Kody Llery
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 6 de Noviembre del 2023

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos (G_s)-Material que pasa la malla N° 4
 REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

1. N° de fiola		K-1
2. Peso de la fiola	g.	89.86
3. Peso de la muestra de suelo - seco	g.	50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + p (2+3)	g.	139.9
5. Peso de la muestra + Fiola + agua	g.	367.4
6. Peso de la fiola + peso de agua	g.	338.6
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s)/((3+6)-5)	g/cm ³	2.352


 Henry Rivadeneyra Obiñas
 Tec. Laboratorio USAT






UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS,
 CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Formato interno de ensayo

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: Cáceres Torrejón Kody Llery
 TESIS: Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
 UBICACIÓN:

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

NORMA: NTP 339.152 / USBR E - 8

Calicata : Tres tomas
Muestra : Conchas de abanico triturado
Profundidad

Muestra usada	g.	50	50
Agua destilada usada	ml	250	250

01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00
02	Número de beaker		1	2
03	Peso de beaker			
04	Peso de beaker + residuo de sales	g.	49.66	49.66
05	Peso de residuo de sales	g.	49.71	49.69
06	Volumen de la solución tomada	(4)-(3) g.	0.05	0.03
07	Constituyentes de sales solubles totales	ml	50	50
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$ ppm	5000	3000
		(7) / 10000 (%)	0.50	0.30
		PROMEDIO (ppm) =	4000	
		PROMEDIO (%) =	0.40	

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



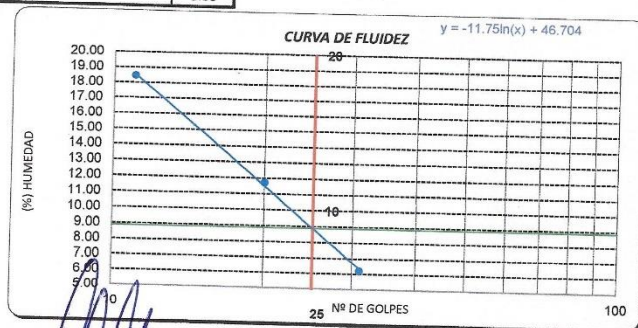
Tesista : Cáceres Torrejón Kody Llery
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
Lugar : Chiclayo- Lambayeque

ENSAYO : Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	12	5	25	29	
N° de tarro	12	5	25		
N° de golpes	31	20	11		
Tarro + suelo húmedo	30.37	33.06	35.35	32.93	
Tarro + suelo seco	29.08	31.5	32.1	31.77	
Agua	1.29	1.56	3.25	1.16	
Peso del tarro	8.27	18.2	14.5	8.50	
Peso del suelo seco	20.81	13.3	17.6	23.27	
Porcentaje de humedad	6.20	11.73	18.47	4.98	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	8.87
Límite Plástico	4.98
Índice de Plasticidad	3.88



Henry Rivas Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	KODY LLERY CÁCERES TORREJÓN
TESIS	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS USANDO CONCHAS DE ABANICO TRITURADO COMO FILLER
MUESTRA	CONCHA DE ABANICO TRITURADO
FECHA	19 DE SEPTIEMBRE DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

1. MUESTRA: Concha de abanico triturado (10. GR)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
001	500mg	

2. ENSAYOS A APLICAR:

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL AT
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TG

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

• ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG-DTA-DSC CAP: MÁX 1600°C

SETSYS: EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.

- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO-FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25-920°C.
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG



Henry Rivaldeheyra Obilias
 Henry Rivaldeheyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



JEFE DE LABORATORIO:
 ANALISTA RESPONSABLE:

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
 ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES -CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 – 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

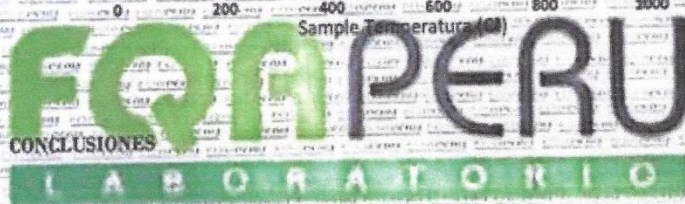
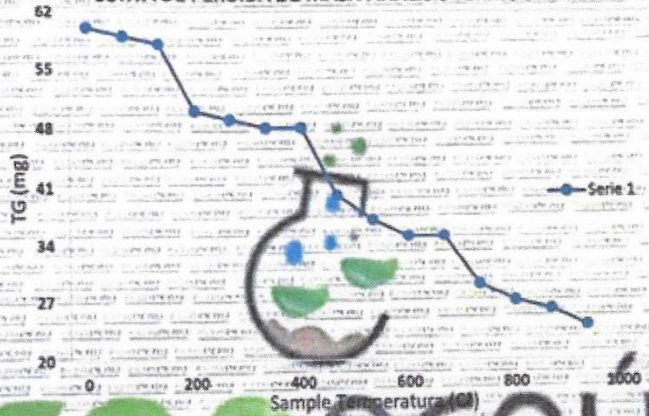
ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

4. RESULTADOS

c. CURVA TGA Y ATD

CURVA DE PÉRDIDA DE MASA-ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO



4. CONCLUSIONES

Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicado de regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 250 y 350°C y la segunda menos intensa entre 700 y 800°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 14% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.



TRUJILLO, 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2016
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES -CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 2060355189

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	KODY LLERY CÁCERES TORREJÓN
TESIS	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS USANDO CONCHAS DE ABANICO TRITURADO COMO FILLER
MUESTRA	CONCHA DE ABANICO TRITURADO
FECHA	19 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX

Fuente de rayos x: Tubo de Mo

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACIÓN: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: g/l

2. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 75 mg de la muestra de **CONCHA DE ABANICO TRITURADO**, la cual fue tamizada previamente a malla a 200.

3. METODO

- **BASADO EN LA NORMA** : ASTM C25
- **VOLUMETRIA** : USAQ-ME06

Henry Rivas Obilias
Téc. Laboratorio
USAT

JEFE DE LABORATORIO: **ING. CARLOS VALQUI MENDOZA**

ANALISTA RESPONSABLE: **ING. CARLOS VALQUI MENDOZA**



AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 – 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O ₂)	15.09	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	48.91	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	8.13	
OXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	6.85	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	3.09	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P ₂ O ₅)	3.56	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	2.07	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO ₃)	0.28	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	<0.01	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.09	
PÉRDIDA POR QUEMADO	11.93	

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente Calcio (Ca), silice (Si), Aluminio (Al) con un alto porcentaje y contenido de agua. Y en menores porcentajes se encontró; Potasio (K), hierro (Fe), fósforo (P), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), Zinc (Zn) y azufre (S).

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT


TRUJILLO, 19 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

Carlos Alberto Valquiari
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP 122588




AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES -CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



TRUJILLO 25 DE SETIEMBRE DEL 2023

Sr(es): KODY LLERY CACERES TORREJON

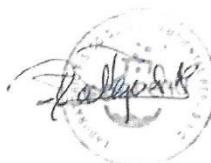
ASUNTO: COTIZACION DE ANALISIS

Mediante el presente me dirijo a Ud. para saludarle y alcanzar la cotización de análisis de muestra.

- REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL.....250.00 soles

COMPOSICION QUIMICA	PRE CIO	
DIOXIDO DE SILICIO (Si O2)		Espectrofotometría de Fluorescencia de Rayos X
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	-	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al2 O3)	-	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe2 O3)	-	
OXIDO DE POTASIO (K2 O)	-	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	-	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P2O5)	-	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	-	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO 3)	-	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	-	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	-	
PÉRDIDA POR QUEMADO	-	
COSTO TOTAL	400.00	

Duración del ensayo 3 días hábiles
Cantidad de muestra 1 kg
Atentamente



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
 MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	: Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MATERIAL	: Mezcla de agregados
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Cáceres Torrejón Kody Lery

DATOS DE DISEÑO

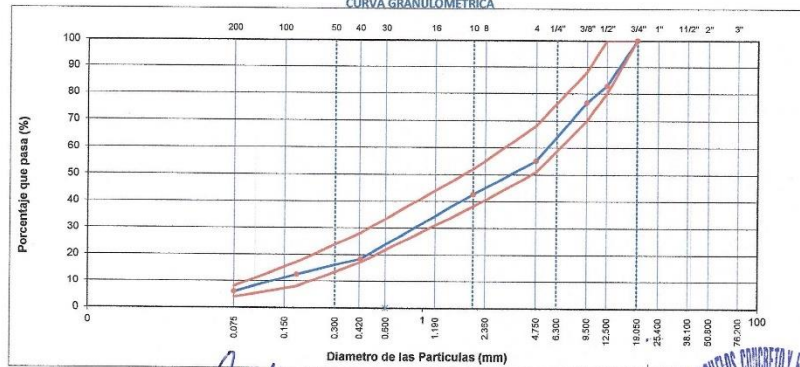
Grava Chancada 1/2"	45%	1440	gr
Arena Chancada 3/4"	54%	1728	gr
Cemento (Filler)	1%	32	gr
Vidrio Molido	0%		

CEMENTO ASFALTICO PEN 50/70

TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	547	17.1	17.1	82.9	80	100
3/8"	9.500	203	6.3	23.4	76.6	70	88
Nº 4	4.750	685	21.4	44.9	55.1	51	68
Nº 10	2.000	398.9	12.5	57.4	42.6	38	52
Nº 40	0.425	776.8	24.3	81.7	18.3	17	28
Nº 80	0.177	185.9	5.8	87.5	12.5	8	17
Nº 200	0.075	206.6	6.5	94.0	6.0	4	8
< Nº 200	FONDO	189.2	5.9	99.9			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivedenevra Oblitas
 Henry Rivedenevra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SIEMPRE CONFIABLE Y CUMPLIENDO NORMATIVAS
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSFIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Lirery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	645.85	
Arena	779.75	
Filler	14.40	
Peso de C.A	60.00	4.00%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.85	43.06
B Arena	54.15	51.98
C Filler	1.00	0.96
D Total		96.00

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
	100	82.9	76.6	55.1	42.6	18.3	12.5	6.0
	100	90-10	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

Mezcla	Especificaciones IVB
--------	----------------------

1	Número de briquea	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.0	4.0	4.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	43.06	43.06	43.06	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.98	51.98	51.98	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.96	0.96	0.96	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briquea	cm.	6.6	6.8	6.6	
13	Peso de la briquea en el aire	gr.	1108	1109	1107.0	
14	Peso de la briquea saturada superficialmente seca	gr.	1108	1110	1108.0	
15	Peso de la briquea en el agua 25 °C	gr.	592.0	596	593	
16	Volumen de la briquea 14-15	c.c.	516.0	514	515	
17	Peso unitario de la briquea 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.147	2.158	2.150	2.151
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.275	2.275	2.275	2.275
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100/((2/8)+(3^2/(7+8)+(4^2/(9+10)))$	gr/cc.	2.502	2.502	2.502	
20	% de vacíos con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.62	5.17	5.52	5.44
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4^2/P-10))$	gr/cc.	2.397	2.397	2.397	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^2*1)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.55	-3.55	-3.55	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briquea $(3+4)^2/21$	%	78.83	79.21	78.92	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briquea $100-(25+20)$	%	15.54	15.62	15.56	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.17	20.79	21.08	21.01
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	7.37	7.37	7.37	
29	Relación betún vacíos $(26/27)*100$	%	73.44	75.13	73.80	74.12
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	645	783	587	
31	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida 31^2*32	kg	645	783	587	672
33	Lectura del flexímetro (0.01") (33 / 0.254)	pul.	9	11	9	9
34	Fluencia	m.m.	2.29	2.79	2.03	2.4
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2822	2802	2889	2838

Henry Rivadeneira Obliuas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Lley

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	642.49	
Arena	775.69	
Filler	14.33	
Peso de C.A	67.50	4.50%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.85	42.83
B Arena	54.15	51.71
C Filler	1.00	0.96
D Total	95.50	

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.9	76.6	55.1	42.6	18.3	12.5	6.0	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

i	Número de briqueta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.83	42.83	42.83	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.71	51.71	51.71	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.96	0.96	0.96	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.7	6.7	7.1	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1118	1117	1117.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1119	1117	1118.0	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	605.0	603	602.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	514	514	516	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.175	2.173	2.165	2.171
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.286	2.286	2.286	2.286
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/G) + (3*2)/(7+8) + (4*2)/(9+10))$	gr/cc.	2.483	2.483	2.483	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.84	4.92	5.29	5.01
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-21)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8)+(4*P-10))$	gr/cc.	2.427	2.427	2.427	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - (23-21) / (23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.03	-3.03	-3.03	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4)*17/21$	%	79.44	79.37	79.06	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25+20)$	%	15.73	15.71	15.65	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.56	20.63	20.94	20.71
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	7.37	7.37	7.37	
29	Relación betún vacíos $(26/27)*100$	%	76.48	76.15	74.74	75.79
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1106	996	1148	
31	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	1106	996	1148	1083
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	14	11	16	13.67
34	Fluencia	m.m.	3.56	2.79	4.06	3.5
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3110	3565	2825	3367

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Ulery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	639.12	
Arena	771.63	
Filler	14.25	
Peso de C.A	75.00	5.00%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.85	42.61
B Arena	54.15	51.44
C Filler	1.00	0.95
D Total	95.00	

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº80	Nº200
100	82.9	76.6	55.1	42.6	18.3	12.5	6.0
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

Mezcla	
Especificaciones IVB	

Número de briquea	#	1	2	3	Prom.
1 C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0	
2 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.61	42.61	42.61	
3 % de arenas combinados en peso de mezcla (menor #4)	%	51.44	51.44	51.44	
4 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
5 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
6 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
7 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
8 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
9 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
10 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	
11 Altura promedio de la briquea	cm.	6.5	6.4	6.7	
12 Peso de la briquea en el aire	gr.	1149	1144	1142.0	
13 Peso de la briquea saturada superficialmente seca	gr.	1149	1146	1143.0	
14 Peso de la briquea en el agua 25 °C	gr.	626.0	623	622.0	
15 Volumen de la briquea 14-15	c.c.	523	523	521.0	
16 Peso unitario de la briquea 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.197	2.187	2.192	2.192
17 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.298	2.298	2.298	2.298
18 Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))	gr/cc.	2.465	2.465	2.465	
19 % de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.38	4.79	4.60	4.59
20 Peso específico Bulk del Agregado Total 100-21/((3/7)+(4/8)+(5/11))	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
21 Peso específico Aparente del agregado total 100-21/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
22 Peso específico efectivo del agregado total (3+4) /((3/P- 8)+(4*P-10))	gr/cc.	2.459	2.459	2.459	
23 Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4409, MTC E 511)	%	-2.48	-2.48	-2.48	
24 % del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la briquea (3+4)*17/21	%	79.82	79.47	79.64	
25 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briquea 100-(25+20)	%	15.81	15.74	15.77	
26 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.18	20.53	20.36	20.36
27 Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	7.34	7.34	7.34	
28 Relación betún vacíos (26/27)*100	%	78.31	76.65	77.44	77.47
29 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1218	1275	1184	
30 Factor de estabilidad		0.96	0.96	1.00	
31 Estabilidad corregida 31*32	kg	1169	1224	1184	1192
32 Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	15	16	13	15
33 Fluencia	m.m.	3.81	4.06	3.30	3.7
34 Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3069	3012	3586	3222

Henry Ribadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T -245

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátao - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	635.76	
Arena	767.57	
Filler	34.38	
Peso de C.A	82.50	5.50%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.85	42.38
B Arena	54.15	51.17
C Filler	1.00	0.95
D Total	94.50	

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#80	N#200
100	82.9	76.6	55.1	42.6	18.3	12.5	6.0	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla
Especificaciones IVB

Número de briqueata	#	1	2	3	Prom.
1 C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
2 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.38	42.38	42.38	
3 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.17	51.17	51.17	
4 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
5 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
6 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
7 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
8 Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
9 Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
10 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
11 Altura promedio de la briqueata	cm.	6.8	6.8	6.8	
12 Peso de la briqueata en el aire	gr.	1150	1150	1152.0	
13 Peso de la briqueata saturada superficialmente seca	gr.	1152	1151	1153.0	
14 Peso de la briqueata en el agua	gr.	628.0	629	630.0	
15 Volumen de la briqueata	c.c.	524	522	523.0	
16 Peso unitario de la briqueata	gr/cc.	2.195	2.203	2.203	2.200
17 Peso específico tétrico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.287	2.287	2.287	2.287
18 Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/5) + (3^2 / (7+8)) + (4^2 / (9+10)))$	gr/cc.	2.447	2.447	2.447	
19 % de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.05	3.68	3.70	3.81
20 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
21 Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
22 Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8) + (4/P-10))$	gr/cc.	2.465	2.465	2.465	
23 Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23-21) / (23^2 - 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.38	-2.38	-2.38	
24 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueata $(3+4) * 17/21$	%	79.31	79.62	79.60	
25 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueata $100 - (25+20)$	%	16.63	16.70	16.69	
26 % vacíos del agregado mineral $100 - 25$	%	20.69	20.38	20.40	20.49
27 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.73	7.73	7.73	
28 Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	80.41	81.92	81.85	81.39
29 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1179	1221	1115	
30 Factor de estabilidad		0.96	1.00	0.96	
31 Estabilidad corregida $31 * 92$	kg	1132	1221	1070	1141
32 Lectura del flexímetro $(0.01") (35 / 0.254)$	pul.	16	18	15	16
33 Fluencia	m.m.	4.06	4.57	3.81	4.1
34 Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2785	2671	2809	2755

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llery

PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	733	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2560	2568	2570
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1901	1904	1915	1914
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3401.0	3404.0	3415.0	3414.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	659	656	653	656
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.275	2.286	2.298	2.287


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYOS, CONCRETOS Y ENLACE DE ASFALTOS
USAT
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TÉCNICO DE LABORATORIO

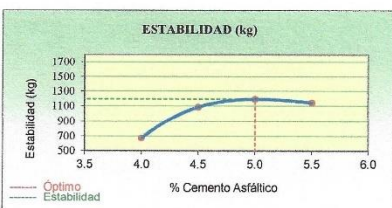
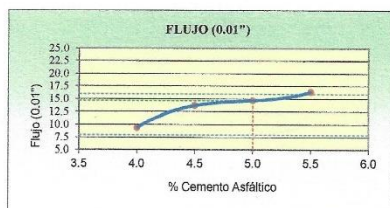
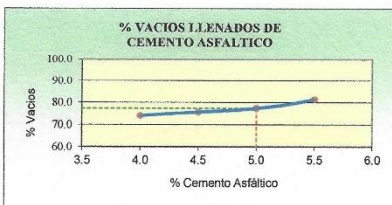
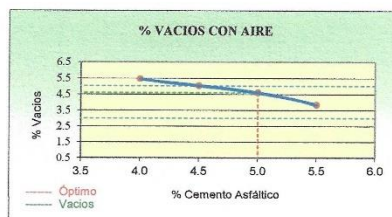
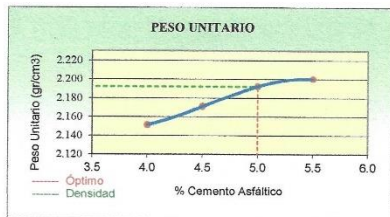


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llery



RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	5.0
Peso Unitario (gr/cm³)	2.192
Vacios (%)	4.59
Vacios del Agregado mineral (%)	20.36
Vacios Llenados de C.A (%)	77.47
Flujo (mm)	3.73
Estabilidad (Kg)	1192
Relación estabilidad - flujo (kg/cm)	3222
Relación Polvo-Asfalto	0.83

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO



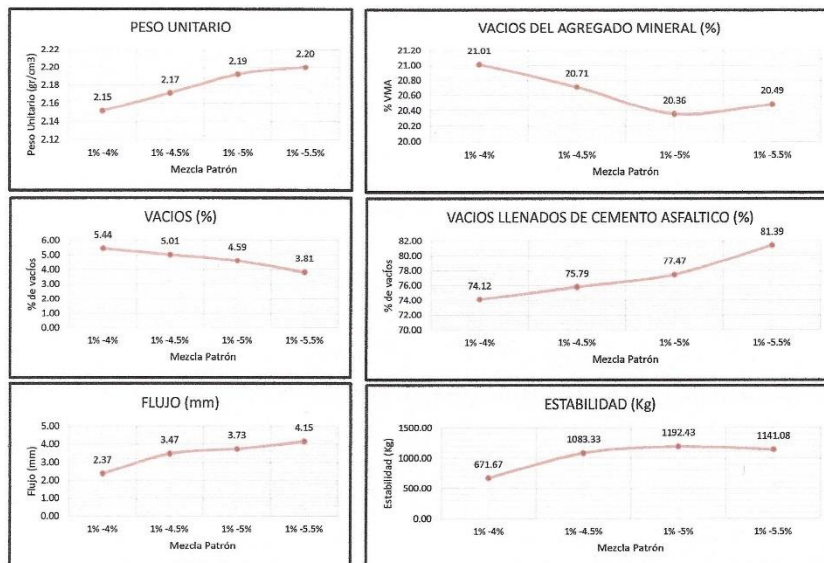
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llerý

RESULTADOS								
Relación Pen- Filler	Peso Unitario (gr/cm3)	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
1%-4%	2.15	5.44	21.01	74.12	2.37	671.67	0.67	2837.58
1%-4.5%	2.17	5.01	20.71	75.79	3.47	1083.33	0.75	3166.61
1%-5%	2.19	4.59	20.36	77.47	3.73	1192.43	0.83	3222.16
1%-5.5%	2.20	3.81	20.49	81.39	4.15	1141.08	0.92	2755.03



Nery Rivadeneira Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	: Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MATERIAL	: Mezcla de agregados
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Cáceres Torrejón Kody Llery

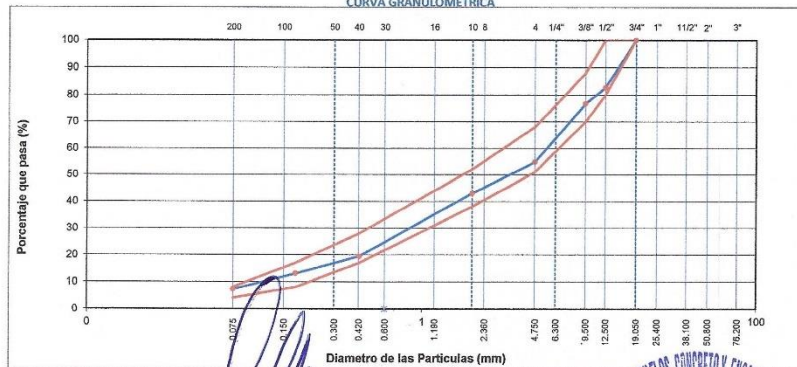
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 1/2"	45%	1440	gr
Arena Chancada 1/4"	53%	1696	gr
Concha de abanico (Filler)	2%	64	gr
Vidrio Molido	0%		

TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	[mm]						
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	555	17.3	17.3	82.7	80	100
3/8"	9.500	189	5.9	23.3	76.7	70	88
Nº 4	4.750	703	22.0	45.2	54.8	51	68
Nº 10	2.000	377.5	11.7	57.0	43.0	38	52
Nº 40	0.425	757.3	23.6	80.5	19.5	17	28
Nº 80	0.177	205.4	6.4	86.9	13.1	8	17
Nº 200	0.075	186.6	5.8	92.7	7.3	4	8
< Nº 200	FONDO	227.5	7.1	99.8			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivedereyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYOS, CONTROL Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 2%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Liery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	53%
Concha de abanico (Filler)	2%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	651.24	
Arena	759.96	
Filler	28.80	
Peso de C.A	60.00	4.00%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.23	43.42
B Arena	52.78	50.66
C Filler	2.00	1.92
D Total	96.00	

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
	100	82.7	76.7	54.8	43.0	19.5	13.1	7.3
	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

Mezcla	
Especificaciones IVB	

#	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.0	4.0	4.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	43.42	43.42	43.42	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	50.66	50.66	50.66	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	1.92	1.92	1.92	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	2.352
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.6	6.4	6.5	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1104	1092	1094.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1106	1092	1096.0	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	592.0	582	583	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	514.0	510	513	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.148	2.141	2.133	2.141
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.265	2.265	2.265	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))	gr/cc.	2.519	2.519	2.519	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.17	5.46	5.84	5.49
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-21)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc.	2.622	2.622	2.622	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2.690	2.690	2.690	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/(3/P-8)+(4*P-10)	gr/cc.	2.386	2.386	2.386	
24	Asfalto absorbido por el agregado bruto de 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.87	-3.87	-3.87	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	%	78.63	78.39	78.07	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	%	16.20	16.15	16.08	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.37	21.61	21.93	21.64
28	Asfalto efectiva / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	7.64	7.64	7.64	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	75.82	74.72	73.35	74.63
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	742	545	495	
31	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	742	545	495	594
33	Lesura del Penómetro (0.01") (35 * 0.254)	pul.	13	12	13	12
34	Fluencia	m.m.	3.30			
35	Relación Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	2247			1624

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 Laboratorio de Geotecnia, Caminos y Ensayos

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 2%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	53%
Concha de abanico (Filler)	2%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	647.85	
Arena	756.00	
Filler	28.65	
Peso de C.A	67.50	4.50%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.23	43.19
B Arena	52.78	50.40
C Filler	2.00	1.91
D Total		95.50

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.7	76.7	54.8	43.0	19.5	13.1	7.3	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	4.5	4.5	4.5
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	43.19	43.19	43.19
4	% de arenas combinados en peso de mezcla (menor #4)	50.40	50.40	50.40
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	1.91	1.91	1.91
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc 1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (-#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc 2.684	2.684	2.684
8	Peso específico Aparente de la grava (-#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc 2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (-#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc 2.568	2.568	2.568
10	Peso específico Aparente de la arena (-#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc 2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc 2.35	2.35	2.35
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.5	6.5	6.4
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1105	1104	1109.0
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1107	1106	1111.0
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr. 594.0	592	595.0
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 513	514	516.0
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.154	2.148	2.149
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.253	2.253	2.253
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc. 4.500	2.500	2.500
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 4.39	4.67	4.61
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc. 2.622	2.622	2.622
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc. 2.690	2.690	2.690
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc. 2.388	2.388	2.388
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% -3.82	-3.82	-3.82
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17/21$	% 78.45	78.22	78.27
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	% 17.16	17.11	17.12
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 21.55	21.78	21.73
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	% 8.08	8.08	8.08
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	% 79.61	78.57	78.80
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 1059	985	1016
31	Factor de estabilidad	1.00	1.00	1.00
32	Estabilidad corregida 31*32	kg 1059	985	1016
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul. 16	15	15
34	Fluencia	m.m. 4.06	3.81	3.81
35	Relación Estabilidad / Fluencia	Kg/cm 2606	2585	2667

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 2%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Liery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	53%
Concha de abanico (Filler)	2%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	644.46	
Arena	752.04	
Filler	28.50	
Peso de C.A	75.00	5.00%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.23	42.96
B Arena	52.78	50.14
C Filler	2.00	1.90
D Total	95.00	

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.7	76.7	54.8	43.0	19.5	13.1	7.3	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	Especificaciones IVB
--------	----------------------

1	Número de briqueeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.96	42.96	42.96	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	50.14	50.14	50.14	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	1.90	1.90	1.90	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	
12	Altura promedio de la briqueeta	cm.	6.4	6.3	6.3	
13	Peso de la briqueeta en el aire	gr.	1115	1118	1113.0	
14	Peso de la briqueeta saturada superficialmente seca	gr.	1115	1119	1115.0	
15	Peso de la briqueeta en el agua	gr.	599.0	601	597.0	
16	Volumen de la briqueeta 14-15	c.c.	516	518	518.0	
17	Peso unitario de la briqueeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.161	2.158	2.149	2.156
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.258	2.258	2.258	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/5) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2.481	2.481	2.481	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.31	4.42	4.85	4.52
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.622	2.622	2.622	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.690	2.690	2.690	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc.	2.411	2.411	2.411	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.41	-3.41	-3.41	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueeta $(3 + 4) * 17/21$	%	78.28	78.19	77.84	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueeta $100 - (25 + 20)$	%	17.41	17.39	17.31	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.72	21.81	22.16	21.89
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	8.18	8.18	8.18	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	80.17	79.74	78.13	79.35
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1105	1069	1185	
31	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida 31 * 32	kg	1105	1069	1185	1120
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	17	16	16	
34	Fluencia	m.m.	4.32	4.06	4.19	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	2559	2630	2592	2594

Henry Rivadeneyra Obitas
 Henry Rivadeneyra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 2%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Lley

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	53%
Concha de abanico (Filler)	2%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	641.06	
Arena	748.09	
Filler	28.35	
Peso de C.A	82.50	5.50%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.23	42.74
B Arena	52.78	49.87
C Filler	2.00	1.89
D Total	94.50	

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.7	76.7	54.8	43.0	19.5	13.1	7.3	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

Mezcla		
Especificaciones IVB		

	#	1	2	3	Prom.
1 Número de briqueta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.74	42.74	42.74	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	49.87	49.87	49.87	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	1.89	1.89	1.89	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	2.352
12 Altura promedio de la briqueta	cm.	6.5	6.8	6.7	
13 Peso de la briqueta en el aire	gr.	1116	1120	1117.0	
14 Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1117	1120	1118.0	
15 Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	605.0	610	607.0	
16 Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	512	510	511.0	
17 Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.180	2.196	2.186	2.187
18 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.279	2.279	2.279	
19 Máxima densidad teórica de las agregadas 100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)))	gr/cc.	2.462	2.462	2.462	
20 % de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.34	3.62	4.07	4.01
21 Peso específico Bulk del Agregado Total 100-21/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc.	2.622	2.622	2.622	
22 Peso específico Aparente del agregado total 100-21/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2.690	2.690	2.690	
23 Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))	gr/cc.	2.454	2.454	2.454	
24 Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.68	-2.68	-2.68	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	%	78.55	79.14	78.77	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	%	17.11	17.23	17.15	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.45	20.86	21.23	21.18
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	7.98	7.98	7.98	
29 Relación betún vacíos (26/27)*100	%	79.75	82.62	80.82	81.06
30 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1078	1098	1045	
31 Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32 Estabilidad corregida 31*32	kg	1078	1098	1045	1074
33 Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	19	22	21	21
34 Fluencia	m.m.	4.83	5.59	5.37	
35 Relación Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	2234	1965	1959	2059

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 2%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llery

MEZCLA MODIFICADA AL 2% CON CONCHAS DE ABANICO TRITURADO				
PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%
1.- PESO DEL FRASCO	725	733	731	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2570	2567	2560
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1898	1904	1903	1902
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3398.0	3404.0	3403.0	3402.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	662	666	664	658
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.265	2.253	2.258	2.279


Henry Riuadenebra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

TECNICO DE LABORATORIO

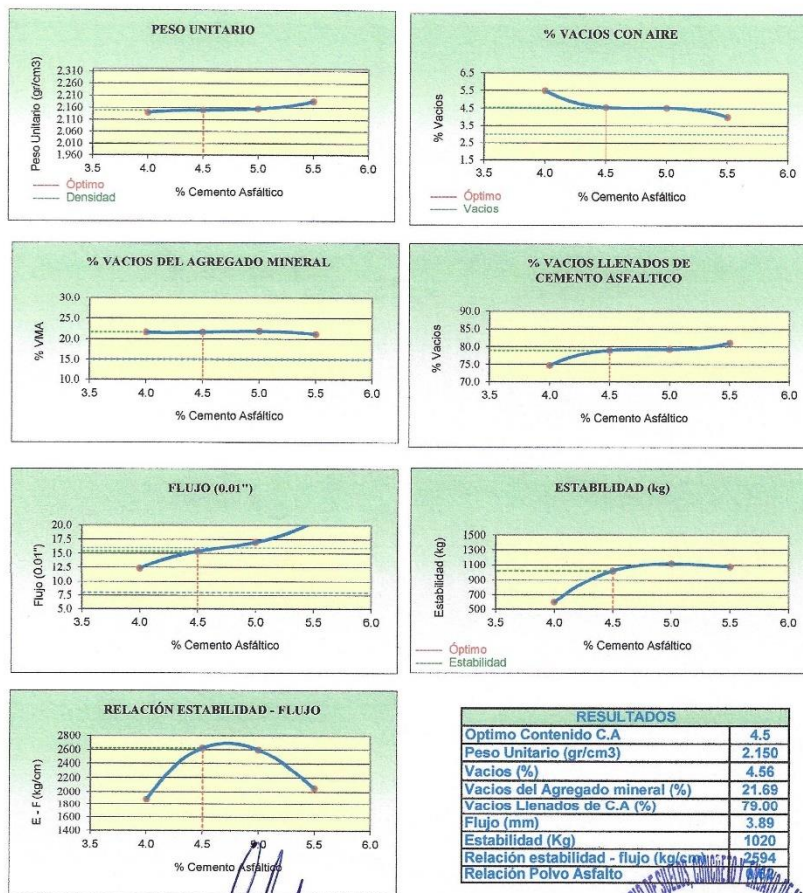


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

TESIS :Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
 MEZCLA :Mezcla asfáltica Modificada al filler al 2%
 CANTERA :Tres Tomas - Ferreñafe
 TESISTA :Cáceres Torrejón Kody Llery



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	4,5
Peso Unitario (gr/cm3)	2,150
Vacios (%)	4,56
Vacios del Agregado mineral (%)	21,69
Vacios Llenados de C.A (%)	79,00
Flujo (mm)	3,89
Estabilidad (Kg)	1020
Relación estabilidad - flujo (kg/cm)	2594
Relación Polvo Asfalto	0,000

Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 TÉCNICO DE LABORATORIO



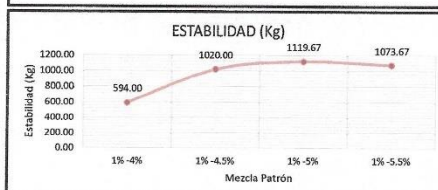
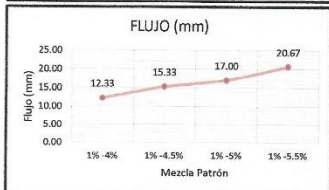
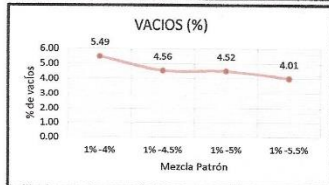
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLA MODIFICANDO AL FILLER EN % DE CAT

TESIS	Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 2%
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Cáceres Torrejón Kody Lery

Relación Pen-Filler	Peso Unitario (gr/cm3)	RESULTADOS						Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujio
		Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de CA (%)	Flujio (mm)	Estabilidad (Kg)			
1%-4%	2.14	5.49	21.64	74.63	12.33	594.00	0.55	1886.40	
1%-4.5%	2.15	4.56	21.69	79.00	15.33	1020.00	0.62	2619.26	
1%-5%	2.16	4.52	21.89	79.35	17.00	1119.67	0.69	2593.78	
1%-5.5%	2.19	4.01	21.18	81.06	20.67	1073.67	0.76	2052.60	



Henry Rivadeneira Obillas
 Henry Rivadeneira Obillas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYOS DE CEMENTO, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIAS
USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

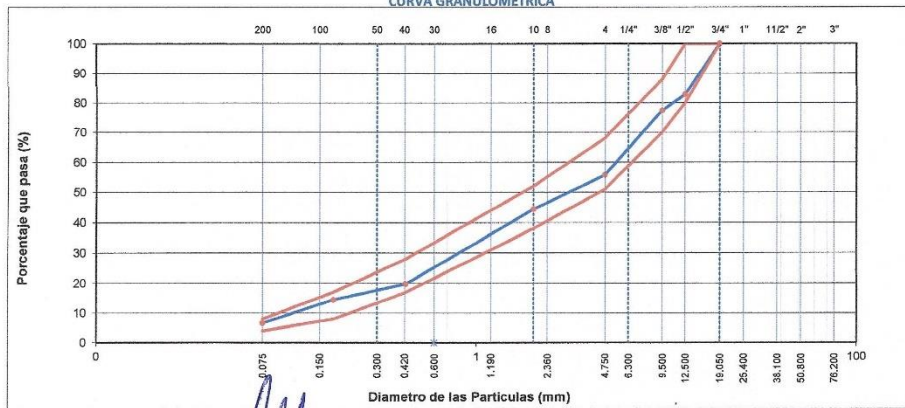
TESIS	: Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MATERIAL	: Mezcla de agregados
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Cáceres Torrejón Kody Lley

DATOS DE DISEÑO			
Grava Chancada 1/2"	45%	1440	gr
Arena Chancada 1/4"	50%	1600	gr
Concha de abanico (Filler)	5%	160	gr
Vidrio Molido	0%		
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70			

TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC-2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	548	17.1	17.1	82.9	80 100	
3/8"	9.500	175	5.5	22.6	77.4	70 88	
Nº 4	4.750	695	21.7	44.3	55.7	51 68	
Nº 10	2.000	358.9	11.4	55.7	44.3	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	776.8	24.6	80.2	19.8	17 28	
Nº 80	0.177	165.9	5.2	85.5	14.5	8 17	
Nº 200	0.075	250.6	7.9	93.4	6.6	4 8	
< Nº 200	FONDO	236.8	7.5	100.9			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYOS, CONTROL Y ENSAYOS DE MATERIAS
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	Mezcla asfáltica Modificada al filler al 5%
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe Pátapo - La Victoria
TESISTA	Cáceres Torrejón Kody Liery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	50%
Concha de abanico (Filler)	5%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	638.20	
Arena	729.80	
Filler	72.00	
Peso de C.A	60.00	4.00%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.32	42.55
B Arena	50.68	48.65
C Filler	5.00	4.80
D Total		96.00

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.9	77.4	55.7	44.3	19.8	14.5	6.6	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta	#	1	2	3	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.0	4.0	4.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.55	42.55	42.55	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	48.65	48.65	48.65	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	4.80	4.80	4.80	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	2.352
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.4	6.4	6.6	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1102	1098	1104.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1104	1100	1107.0	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	596.0	587	599	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	508.0	513	508	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.169	2.140	2.173	2.161
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.272	2.272	2.272	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))	gr/cc.	2.591	2.591	2.591	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.51	5.78	4.34	4.88
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc.	2.614	2.614	2.614	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2.776	2.776	2.776	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))	gr/cc.	2.394	2.394	2.394	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.60	-3.60	-3.60	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	%	79.68	78.62	79.82	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	%	15.81	15.60	15.84	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.32	21.98	20.18	20.63
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	7.28	7.28	7.28	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	77.80	72.95	78.50	76.42
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	595	497	796	
31	Factor de estabilidad		1.04	1.00	1.04	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	619	497	828	648
33	Lectura del flexómetro (0.02") (35 / 0.234)	pul.	9	8	12	10
34	Fluencia	m.m.	2.29	2.03	3.05	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2707	2446	2716	2623

Henry Rivadenebra Oblitas
 Tsc. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santa Teresita de Mogrovejo

USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 5%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátao - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Lley

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	50%
Concha de abanico (Filler)	5%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	634.88	
Arena	726.00	
Filler	71.63	
Peso de C.A	67.50	4.50%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.32	42.33
B Arena	50.68	48.40
C Filler	5.00	4.78
D Total	95.50	

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#80	N#200
100	82.9	77.4	55.7	44.3	19.8	14.5	6.6	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	Especificaciones IVB
--------	----------------------

#	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.33	42.33	42.33	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	48.40	48.40	48.40	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	4.78	4.78	4.78	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.702	2.702	2.702	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.583	2.583	2.583	2.576
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	2.35	2.35	2.35	2.352
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.6	6.2	6.3	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1108	1111	1114.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1109	1112	1114.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	597.0	601	605.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	512	511	509	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.164	2.174	2.189	2.176
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.273	2.273	2.273	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3^2 / (7+8)) + (4^2 / (9+10)))$	gr/cc	2.570	2.570	2.570	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.81	4.37	3.73	4.30
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc	2.614	2.614	2.614	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc	2.776	2.776	2.776	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8) + (4^2/P-10))$	gr/cc	2.412	2.412	2.412	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21) / (23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.26	-3.26	-3.26	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	%	79.07	79.44	79.97	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25+20)$	%	16.11	16.19	16.30	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.93	20.56	20.03	20.50
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.46	7.46	7.46	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	77.00	78.75	81.36	79.04
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	986	1226	1027	
31	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	986	1226	1027	1080
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	12	16	13	14
34	Fluencia	m.m.	3.05	4.06	3.30	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3235	3017	3110	3121

Henry Ripadeneira Obitas
 Henry Ripadeneira Obitas
 Téc. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYOS, GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 5%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kodý Llery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	50%
Concha de abanico (Filler)	5%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	631.55	
Arena	722.20	
Filler	71.25	
Peso de C.A	75.00	5.00%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.32	42.10
B Arena	50.68	48.15
C Filler	5.00	4.75
D Total	95.00	

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#80	N#200
100	82.9	77.4	55.7	44.3	19.8	14.5	6.6	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	IVB
Especificaciones	IVB

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.10	42.10	42.10	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	48.15	48.15	48.15	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	4.75	4.75	4.75	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.2	6.6	6.3	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1110	1114	1115.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1111	1115	1116.0	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	608.0	611	612.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	503	504	504.0	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.207	2.210	2.212	2.210
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.300	2.300	2.300	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))	gr/cc.	2.550	2.550	2.550	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.04	3.88	3.80	3.91
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/(((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc.	2.614	2.614	2.614	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/(((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2.776	2.776	2.776	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))	gr/cc.	2.461	2.461	2.461	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.42	-2.42	-2.42	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	%	80.21	80.34	80.41	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	%	15.75	15.78	15.79	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	19.79	19.66	19.59	19.68
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	7.19	7.19	7.19	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	79.59	80.25	80.61	80.15
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1112	1234	1187	
31	Factor de estabilidad		1.04	1.04	1.04	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	1156	1283	1234	1225
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.234)	puł.	13	16	14	14
34	Fluencia	m.m.	3.30	4.06	3.56	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3502	3158	3472	3377

Henry Rivas Obliatas
 Ing. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONCRETO Y ASFALTO
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 5%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llary

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	50%
Concha de abanico (Filler)	5%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	628.23	
Arena	718.40	
Filler	70.88	
Peso de C.A	82.50	5.50%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.32	41.88
B Arena	50.68	47.89
C Filler	5.00	4.73
D Total	94.50	

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#80	N#200
100	82.9	77.4	55.7	44.3	19.8	14.5	6.6	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	IVB
Especificaciones	IVB

Nº	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.88	41.88	41.88	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	47.89	47.89	47.89	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	4.73	4.73	4.73	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	2.352
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.3	6.5	6.3	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1118	1112	1117.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1117	1113	1117.0	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	615.0	613	614.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	502	500	503.0	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.227	2.224	2.221	2.224
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.300	2.300	2.300	
19	Máxima densidad teórica de las agregados 100/((2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)/(9+10))	gr/cc.	2.530	2.530	2.530	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.15	3.29	3.43	3.29
21	Peso específico Bulk del Agregado Total 100-2/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc.	2.614	2.614	2.614	
22	Peso específico Aparente del agregado total 100-21/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2.776	2.776	2.776	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))	gr/cc.	2.480	2.480	2.480	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.11	-2.11	-2.11	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	%	80.52	80.41	80.29	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	%	16.32	16.30	16.27	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	19.48	19.59	19.71	19.59
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	7.40	7.40	7.40	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	83.80	83.21	82.58	83.20
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1050	1186	1016	
31	Factor de estabilidad		1.04	1.04	1.04	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	1092	1233	1057	1127
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	16	19	15	17
34	Fluencia	m.m.	4.06	4.83	3.81	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2687	2556	2773	2672

Henry Rivas de Neyra Obitias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYOS CONSTRUCTIVOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 5%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Lley

MEZCLA MODIFICADA AL 5% CON CONCHAS DE ABANICO TRITURADO				
PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%
1.- PESO DEL FRASCO	725	733	731	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2570	2567	2560
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1900	1910	1915	1908
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3400.0	3410.0	3415.0	3408.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	660	660	652	652
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.272	2.273	2.300	2.300

Henry Rivadeneira Oblitas
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

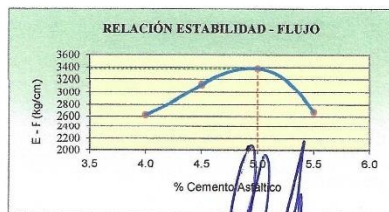
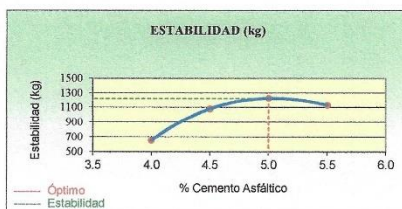
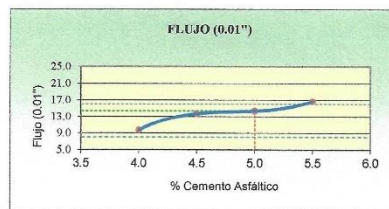
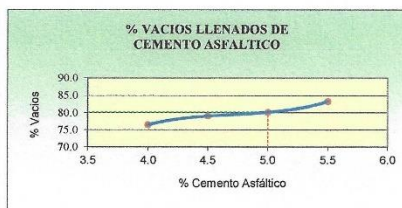
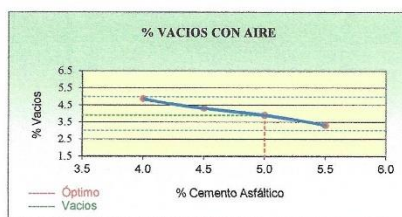
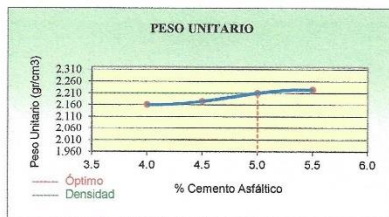


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS :Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
 MEZCLA :Mezcla asfáltica Modificada al filler al 5%
 CANTERA :Tres Tomas - Ferreñafe
 TESISTA :Cáceres Torrejón Kody Llery



RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	5.0
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.210
Vacios (%)	3.91
Vacios del Agregado mineral (%)	19.68
Vacios Llenados de C.A (%)	80.15
Flujo (mm)	3.64
Estabilidad (Kg)	1225
Relación estabilidad - flujo (kg/cm)	3377
Relación Polvo Asfalto	0.76

Henry Rivasdeneyra Oblitás
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 TÉCNICO DE LABORATORIO



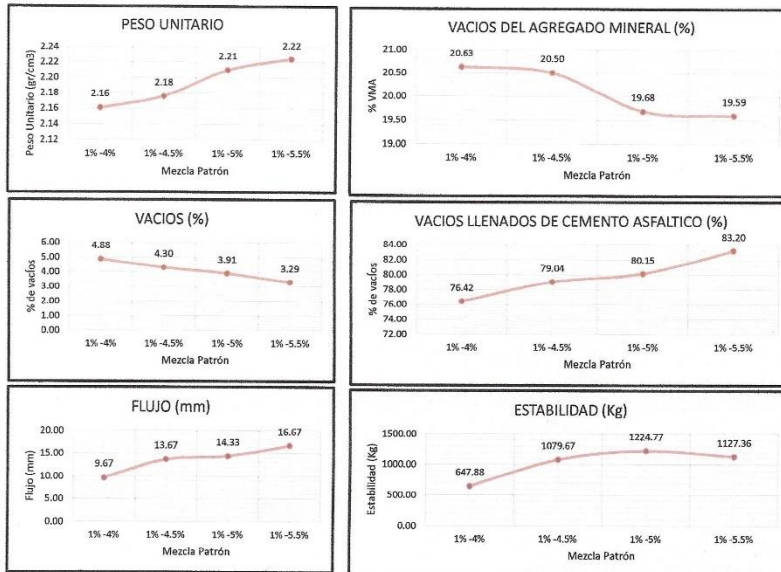
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLA MODIFICANDO AL FILLER EN % DE CAT

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA CANTERA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 5% :Tres Tomas - Ferreñafe :Pápa - La Victoria :Cáceres Torrejón Kody Lery

Relación Pén-Filler	Peso Unitario (gr/cms)	RESULTADOS						Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
		Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)			
1%-4%	2.16	4.88	20.63	76.42	9.67	647.88	0.61	2622.93	
1%-4.5%	2.18	4.30	20.50	79.04	13.67	1079.67	0.68	3120.63	
1%-5%	2.21	3.91	19.68	80.15	14.33	1224.77	0.76	3377.26	
1%-5.5%	2.22	3.29	19.59	83.20	16.67	1127.36	0.84	2672.05	



Henry Rivadeneyra Obllitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 UNIVERSIDAD CATOLICA Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

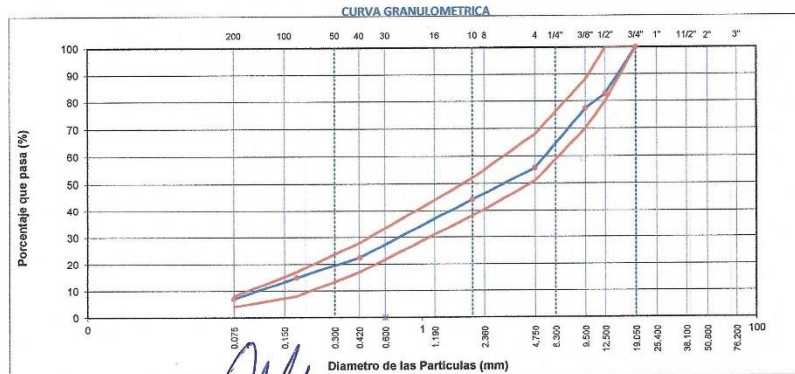
TESIS	: Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MATERIAL	: Mezcla de agregados
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñale : Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Cáceres Torrejón Kody Llery

DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 1/2"	45%	1440	gf
Arena Chancada 1/4"	47%	1504	gf
Concha de abanico (Filler)	8%	256	gf
Vidrio Molido	0%		
CEMENTO ASFALTICO PAV 60/70			

TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso Inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 [mm]	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	554	17.3	17.3	82.7	80	100
3/8"	9.500	173	5.4	22.7	77.3	70	88
Nº 4	4.750	690	21.6	44.3	55.7	51	68
Nº 10	2.000	363.9	11.5	55.8	44.2	38	52
Nº 40	0.425	686.8	21.7	77.5	22.5	17	28
Nº 80	0.177	235.9	7.5	85.0	15.0	8	17
Nº 200	0.075	251.8	8.0	93.0	7.0	4	8
< Nº 200	FONDO	251.8	8.0	100.9			



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIAS
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 8%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Liery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	47%
Concha de abanico (Filler)	8%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	637.75	
Arena	687.05	
Filler	115.20	
Peso de C.A	60.00	4.00%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.29	42.52
B Arena	47.71	45.80
C Filler	8.00	7.68
D Total		96.00

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200
100	82.7	77.3	55.7	44.2	22.5	15.0	7.0
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

Mezcla	
Especificaciones IVB	

Nº	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta	#	4.0	4.0	4.0	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.0	4.0	4.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.52	42.52	42.52	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	45.80	45.80	45.80	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	7.68	7.68	7.68	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	2.352
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.6	6.7	6.5	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1114	1110	1108.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1114	1110	1109.0	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	608.0	601	597	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	506.0	509	512	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.202	2.181	2.164	2.182
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.279	2.279	2.279	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)))	gr/cc.	2.668	2.668	2.668	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.38	4.30	5.03	4.24
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc.	2.606	2.606	2.606	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2.868	2.868	2.868	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4) / ((3/P- 8)+(4*P-10))	gr/cc.	2.401	2.401	2.401	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.34	-3.34	-3.34	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	%	81.10	80.33	79.72	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	%	15.52	15.37	15.25	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	18.90	19.67	20.28	19.62
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	6.95	6.95	6.95	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	82.10	78.15	75.20	78.48
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	576	497	746	
31	Factor de estabilidad		1.04	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	599	497	746	614
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 - 0.234)	pul.	12	9	13	11
34	Fluencia	m.m.	3.05	2.29	3.30	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	1965	2174	2189	2183

Henry Rivas Obispo
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 8%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátao - La Victoria :Cáceres Torrejón Kody Llery
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	47%
Concha de abanico (Filler)	8%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	634.43	
Arena	683.47	
Filler	114.60	
Peso de C.A	67.50	4.50%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.29	42.30
B Arena	47.71	45.56
C Filler	8.00	7.64
D Total		95.50

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#80	N#200
100	82.7	77.3	55.7	44.2	22.5	15.0	7.0	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	Especificaciones IVB
--------	----------------------

J	Número de briquea	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.30	42.30	42.30	
4	% de arenas combinados en peso de mezcla (menor #4)	%	45.56	45.56	45.56	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	7.64	7.64	7.64	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	2.352
12	Altura promedio de la briquea	cm.	6.3	6.7	6.7	
13	Peso de la briquea en el aire	gr.	1115	1123	1120.0	
14	Peso de la briquea saturada superficialmente seca	gr.	1115	1124	1120.0	
15	Peso de la briquea en el agua 25 °C	gr.	603.0	612	608.0	
16	Volumen de la briquea 14-15	c.c.	512	512	512.0	
17	Peso unitario de la briquea 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.178	2.193	2.188	2.186
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.273	2.273	2.273	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) * (7+8) + (4/2) * (9+10))$	gr/cc.	2.646	2.646	2.646	
20	% de vacíos con aire $100 * (1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.21	3.52	3.78	3.84
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.606	2.606	2.606	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-2) / ((3/7) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.868	2.868	2.868	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8) + (4/P-10))$	gr/cc.	2.412	2.412	2.412	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21) / (23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.15	-3.15	-3.15	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briquea $(3+4) * 17/21$	%	79.80	80.38	80.16	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briquea $100 / (25+20)$	%	15.98	16.10	16.06	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.20	19.62	19.84	19.89
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.27	7.27	7.27	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	79.15	82.04	80.94	80.71
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	836	1139	1145	
31	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	836	1139	1145	1040
33	Lectura del flexímetro (0.01" (85 / D. 254))	pul.	13	16	16	15
34	Fluencia	m.m.	3.30	4.06	4.06	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2532	2803	2817	2717

Henry Rivadeneira Obiliás
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 8%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	47%
Concha de abanico (Filler)	8%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	631.11	
Arena	679.89	
Filler	114.00	
Peso de C.A	75.00	5.00%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.29	42.07
B Arena	47.71	45.33
C Filler	8.00	7.60
D Total	95.00	

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.7	77.3	55.7	44.2	22.5	15.0	7.0	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	95.00
Especificaciones IVB	

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	5.0	5.0	5.0
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.07	42.07	42.07
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	45.33	45.33	45.33
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	7.60	7.60	7.60
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.684	2.684	2.684
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.568	2.568	2.568
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 2.35	2.35	2.35
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.7	6.2	6.8
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1122	1115	1125.0
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1123	1116	1125.0
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr. 615.0	611	619.0
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 508	505	506.0
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.209	2.208	2.223
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.300	2.300	2.300
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))	gr/cc. 2.624	2.624	2.624
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 3.96	3.99	3.32
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc. 2.606	2.606	2.606
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc. 2.868	2.868	2.868
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))	gr/cc. 2.461	2.461	2.461
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	% -2.31	-2.31	-2.31
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	% 80.51	80.49	81.05
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	% 15.53	15.53	15.63
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 19.49	19.51	18.95
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	% 7.02	7.02	7.02
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	% 79.70	79.56	82.49
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 1288	1095	1118
31	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04
32	Estabilidad corregida 31*32	kg 1340	1139	1163
33	Lectura del flexímetro (0.01") (33/0.254)	pul. 17	14	16
34	Fluencia	m.m. 4.32	3.56	4.06
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m. 3102	3202	2863

[Firma]
 Henry Rivadeneura Obiñas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santa Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 USAT
 Universidad Católica Santa Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 8%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	47%
Concha de abanico (Filler)	8%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	627.78	
Arena	676.32	
Filler	113.40	
Peso de C.A	82.50	5.50%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.29	41.85
B Arena	47.71	45.09
C Filler	8.00	7.56
D Total		94.50

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.7	77.3	55.7	44.2	22.5	15.0	7.0	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

	#	1	2	3	Prom.
1 Número de briqueta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.85	41.85	41.85	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	45.09	45.09	45.09	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	7.56	7.56	7.56	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9 Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10 Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	2.352
12 Altura promedio de la briqueta	cm.	6.6	6.7	6.8	
13 Peso de la briqueta en el aire	gr.	1125	1130	1128.0	
14 Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1126	1131	1129.0	
15 Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	625.0	630	628.0	
16 Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	501	501	501.0	
17 Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.246	2.255	2.251	2.251
18 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.317	2.317	2.317	
19 Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((1/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2.603	2.603	2.603	
20 % de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.10	2.67	2.84	2.87
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $100 - 2 / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.606	2.606	2.606	
22 Peso específico Aparente del agregado total $100 - 21 / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.858	2.858	2.858	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8) + (4*P-10))$	gr/cc.	2.502	2.502	2.502	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-1.64	-1.64	-1.64	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	%	81.43	81.79	81.64	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	15.47	15.54	15.51	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	18.57	18.21	18.36	18.38
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	6.92	6.92	6.92	
29 Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	83.30	85.33	84.51	84.38
30 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	953	1171	1107	
31 Factor de estabilidad		1.04	1.04	1.04	
32 Estabilidad corregida 31*32	kg	991	1218	1151	1120
33 Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	17	20	19	19
34 Fluencia	m.m.	4.32	5.08	4.83	
35 Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2295	2397	2386	2359

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 8%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Lley

MEZCLA MODIFICADA AL 8% CON CONCHAS DE ABANICO TRITURADO				
PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%
1.- PESO DEL FRASCO	725	733	731	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2570	2567	2560
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1902	1910	1915	1913
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3402.0	3410.0	3415.0	3413.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	658	660	652	647
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.279	2.273	2.300	2.317

Henry Rivas
Henry Rivas
Opiitas
Téc. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santa Teresita Magreña

LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIAS
USAT
UNIVERSIDAD CATOLICA
SANTA TERESITA MAGREÑA
[Firma]
TÉCNICO DE LABORATORIO

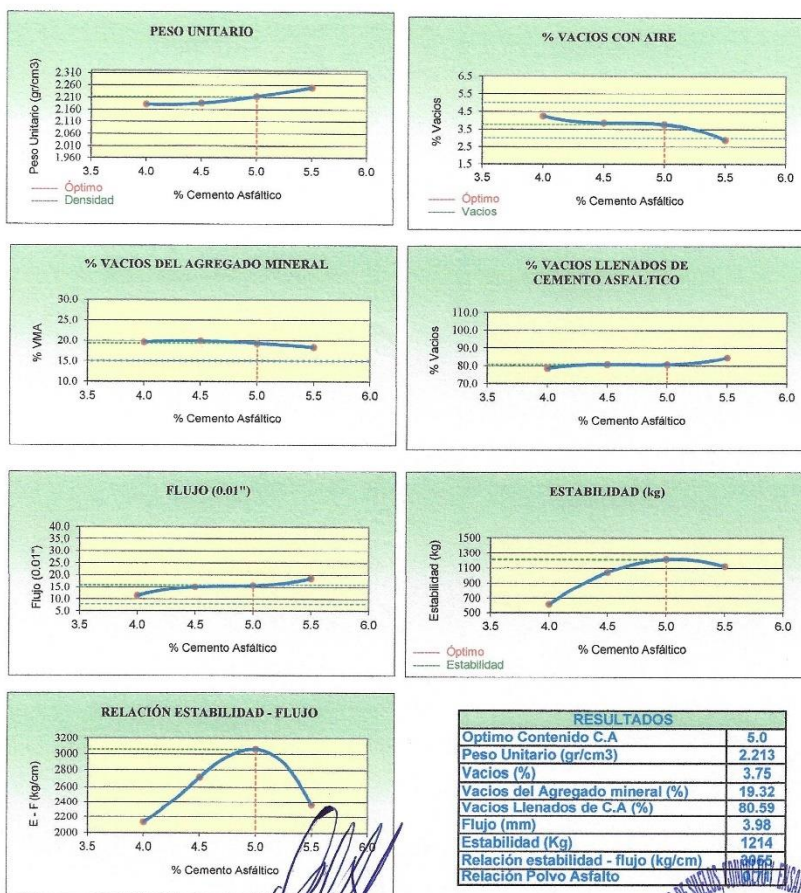


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1659 AASTHO T - 245

TESIS : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
 MEZCLA : Mezcla asfáltica Modificada al filler al 8%
 CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
 TESISTA : Cáceres Torrejón Kody Llery



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5.0
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.213
Vacios (%)	3.75
Vacios del Agregado mineral (%)	19.32
Vacios Llenados de C.A (%)	80.59
Flujo (mm)	3.98
Estabilidad (Kg)	1214
Relación estabilidad - flujo (kg/cm)	3065
Relación Polvo Asfalto	

Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO



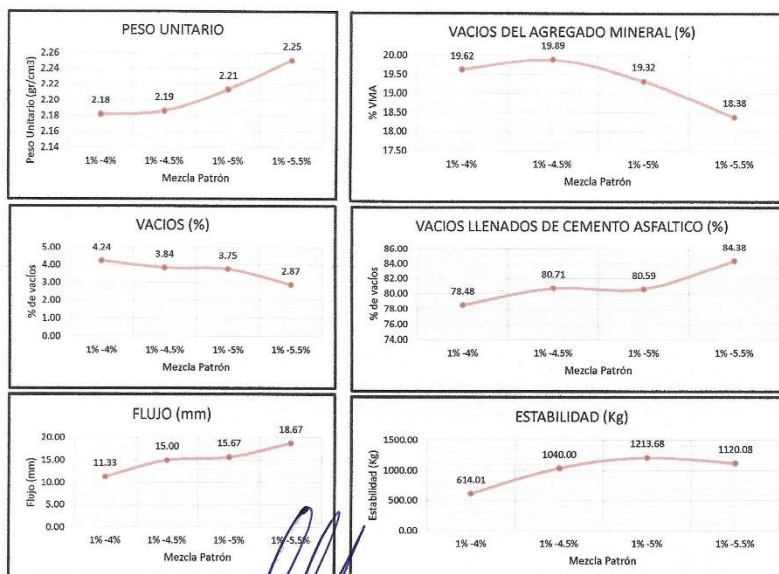
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLA MODIFICANDO AL FILLER EN % DE CAT

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 8%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	:Pátao - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Lley

RESULTADOS								
Relación Pen-Filler	Peso Unitario (gr/cm ³)	Vacios (%)	Valor del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
1% -4%	2.18	4.24	19.62	78.48	11.33	614.01	0.57	2132.90
1% -4.5%	2.19	3.84	19.89	80.71	15.00	1040.00	0.64	2717.29
1% -5%	2.21	3.75	19.32	80.59	15.67	1213.68	0.71	3055.23
1% -5.5%	2.25	2.87	18.38	84.38	18.67	1120.08	0.78	2359.41



[Handwritten Signature]
 Henry
 Rivas
 Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 TÉCNICO DE LABORATORIO
[Handwritten Signature]



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	: Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MATERIAL	: Mezcla de agregados
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñate
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Cáceres Torrejón Kody Lery

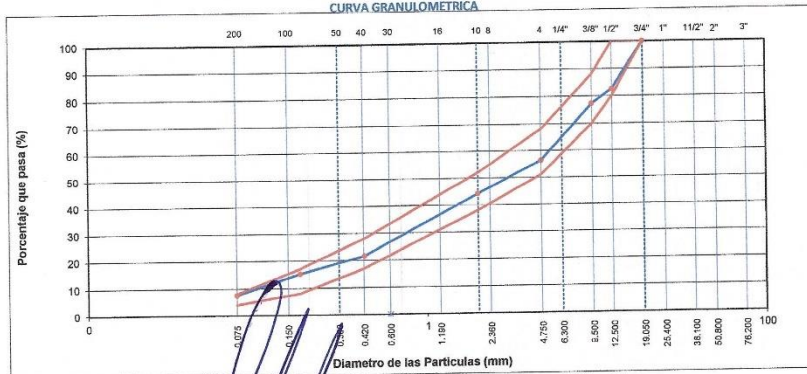
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 1/2"	45%	1440	gr
Arena Chancada 1/4"	45%	1440	gr
Concha de abanico (Filler)	10%	320	gr
Vidrio Molido	0%		

TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 [mm]	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	560	17.5	17.5	82.5	80 - 100	
3/8"	9.500	168	5.3	22.8	77.2	70 - 88	
Nº 4	4.750	670	20.9	43.7	56.3	51 - 68	
Nº 10	2.000	378.9	12.1	55.8	44.2	38 - 52	Observación:
Nº 40	0.425	708.8	22.6	78.4	21.6	17 - 28	
Nº 80	0.177	200.9	6.4	84.9	15.1	8 - 17	
Nº 200	0.075	236.6	7.6	92.4	7.6	4 - 8	
< Nº 200	FONDO	301.8	9.7	102.1			

CURVA GRANULOMETRICA



Kody Lery
 Rivadeneira
 Oñatas
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE ENSAYOS, CONCRETO Y MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	Mezcla asfáltica Modificada al filler al 10%
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe
	Pátapo - La Victoria
TESISTA	Cáceres Torroján Kody Llery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	45%
Concha de abanico (Filler)	10%
CEMENTO ASFALTICO PEN 50/70	

Grava	629.20	
Arena	666.80	
Filler	144.00	
Peso de C.A	60.00	4.00%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	43.69	41.95
B Arena	46.31	44.45
C Filler	10.00	9.60
D Total		96.00

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.5	77.2	56.3	44.2	21.6	15.1	7.6	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

	#	1	2	3	Prom.
1 Número de briqueta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	4.0	4.0	4.0	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.95	41.95	41.95	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	44.45	44.45	44.45	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	9.60	9.60	9.60	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	2.352
12 Altura promedio de la briqueta	cm.	6.3	6.5	6.5	
13 Peso de la briqueta en el aire	gr.	1117	1119	1118.0	
14 Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1119	1119	1119.0	
15 Peso de la briqueta en el agua	gr.	607.0	609	608	
16 Volumen de la briqueta 14-15	cc.	512.0	510	511	
17 Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.182	2.194	2.188	2.188
18 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.272	2.272	2.272	
19 Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))	gr/cc.	2.721	2.721	2.721	
20 % de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.97	3.42	3.69	3.69
21 Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc.	2.600	2.600	2.600	
22 Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2.933	2.933	2.933	
23 Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/3)+(4/4)+(5/5))	gr/cc.	2.394	2.394	2.394	
24 Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.40	-3.40	-3.40	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	%	80.54	81.00	80.77	
26 % del vol. del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	%	15.49	15.58	15.54	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	19.46	19.00	19.23	19.23
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	6.94	6.94	6.94	
29 Relación betún vacíos (26/27)*100	%	79.61	82.01	80.79	80.81
30 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	648	534	546	
31 Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32 Estabilidad corregida 31*32	kg				526
33 Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	14	13	13	13
34 Fluencia	m.m.	3.56	3.30	3.30	
35 Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	1822	1617	1654	1698

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE ENSAYOS, CAMINOS Y GEOTECNIA
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 10%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Uery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	45%
Concha de abanico (Filler)	10%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	625.92
Arena	663.33
Filler	143.25
Peso de C.A	67.50 4.50%
Total	1500.00

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	43.69	41.73
B Arena	46.31	44.22
C Filler	10.00	9.55
D Total		95.50

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.5	77.2	56.3	44.2	21.6	15.1	7.6	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla
Especificaciones IVB

1	Número de briqueta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.73	41.73	41.73	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	44.22	44.22	44.22	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	9.55	9.55	9.55	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	2.352
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.4	6.6	6.7	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1127	1124	1126.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1128	1125	1127.0	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	616.0	614	616.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	512	511	511.0	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.201	2.200	2.204	2.201
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.273	2.273	2.273	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/5) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2.698	2.698	2.698	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.18	3.25	3.08	3.17
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.600	2.600	2.600	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.933	2.933	2.933	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc.	2.412	2.412	2.412	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.06	-3.06	-3.06	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17/21$	%	80.84	80.78	80.93	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	15.98	15.97	16.00	
27	% vacíos del agregado mineral $100 - 25$	%	19.16	19.22	19.07	19.15
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	7.13	7.13	7.13	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	83.40	83.09	83.87	83.45
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del equipo)	kg	967	1087	986	
31	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida $31 * 32$	kg	967	1087	986	1013
33	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.25)$	pul.	15	19	17	17
34	Fluencia	m.m.	4.06	4.83	4.32	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2379	2252	2288	2305

Henry
 Irujo Obledo
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 LA UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA TORIBIO DE MOGROVEJO
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 10%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátao - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Liery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	45%
Concha de abanico (Filler)	10%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	622.64	
Arena	659.86	
Filler	142.50	
Peso de C.A	75.00	5.00%
Total	1500.00	

Materia	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	43.69	41.51
B Arena	46.31	43.99
C Filler	10.00	9.50
D Total	95.00	

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.5	77.2	56.3	44.2	21.6	15.1	7.6	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

Mezcla
Especificaciones IVB

	#	1	2	3	Prom.
1 Número de briketa					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.51	41.51	41.51	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	43.99	43.99	43.99	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% paso malla #200)	%	9.50	9.50	9.50	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	
12 Altura promedio de la briketa	cm.	6.6	6.1	6.3	
13 Peso de la briketa en el aire	gr.	1130	1129	1128.0	
14 Peso de la briketa saturada superficialmente seca	gr.	1130	1130	1129.0	
15 Peso de la briketa en el agua	gr.	625.0	623	622.0	
16 Volumen de la briketa 14-15	c.c.	505	507	507.0	
17 Peso unitario de la briketa 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.238	2.227	2.225	2.230
18 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.296	2.296	2.296	
19 Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3^2 / (7+8)) + (4^2 / (9+10)))$	gr/cc.	2.675	2.675	2.675	
20 % de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	2.55	3.02	3.10	2.89
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.600	2.600	2.600	
22 Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.933	2.933	2.933	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P - 8) + (4*P - 10))$	gr/cc.	2.457	2.457	2.457	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.29	-2.29	-2.29	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briketa $(3+4) * 17/21$	%	81.75	81.35	81.28	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briketa $100 - (25+20)$	%	15.71	15.63	15.62	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	18.25	18.65	18.72	18.54
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	6.96	6.96	6.96	
29 Relación betún vacíos $(25/27) * 100$	%	86.05	83.82	83.42	84.43
30 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1040	983	1106	
31 Factor de estabilidad		1.04	1.04	1.04	
32 Estabilidad corregida $31 * 32$	kg	1082	1022	1150	1085
33 Lectura del flexímetro (0.01") $(33 / 0.254)$	pul.	18	16	19	18
34 Fluencia	m.m.	4.57	4.06	4.83	
35 Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2366	2516	2383	2422

Henry Ripadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 10%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátao - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	45%
Concha de abanico (Filler)	10%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	619.37	
Arena	656.38	
Filler	141.75	
Peso de C.A	82.50	5.50%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	43.69	41.29
B Arena	46.31	43.76
C Filler	10.00	9.45
D Total	94.50	

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.5	77.2	56.3	44.2	21.6	15.1	7.6	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	Especificaciones IVB
--------	----------------------

1	Número de briqueta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	41.29	41.29	41.29	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	43.76	43.76	43.76	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	9.45	9.45	9.45	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.693
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.576
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	2.35	2.35	2.35	2.352
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.6	6.7	6.8	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1139	1136	1134.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1140	1137	1135.0	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	637.0	633	633.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	503	504	502.0	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.264	2.254	2.259	2.259
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.314	2.314	2.314	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100/((2/6)+(3^2/2)+(7+8)+(4^2/9+10))$	gr/cc.	2.653	2.653	2.653	
20	% de vacíos con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	2.14	2.59	2.37	2.36
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.600	2.600	2.600	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.933	2.933	2.933	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4^2/P-10))$	gr/cc.	2.497	2.497	2.497	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^2*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-1.63	-1.63	-1.63	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4)*17/21$	%	82.29	81.91	82.09	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100-(25+20)$	%	15.57	15.50	15.54	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	17.71	18.09	17.91	17.90
28	Asfalto efectiva / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	6.88	6.88	6.88	
29	Relación betún vacíos $(26/27)*100$	%	87.94	85.70	86.76	86.80
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	943	1016	1048	
31	Factor de estabilidad		1.04	1.04	1.04	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	981	1057	1090	1042
33	Lectura del flexímetro (0.01") $(35/0.154)$	pul.	20	23	25	23
34	Fluencia	m.m.	5.08	5.84	6.35	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	1931	1809	1716	1819

Henry Rivadeneyra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santa Teresita de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA
 SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 10%
CANTERA	:Tres Tomas - Ferrefaife :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llery

MEZCLA MODIFICADA AL 8% CON CONCHAS DE ABANICO TRITURADO				
PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%
1.- PESO DEL FRASCO	725	733	731	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2570	2567	2560
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1900	1910	1914	1912
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3400.0	3410.0	3414.0	3412.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	660	660	653	648
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.272	2.273	2.296	2.314

Henry Rivedeneyra Oblitas
 Henry Rivedeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT


LABORATORIO DE ENSAYOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

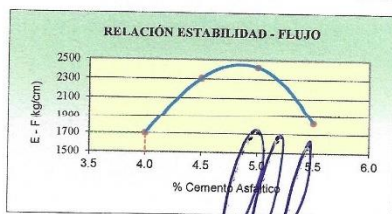
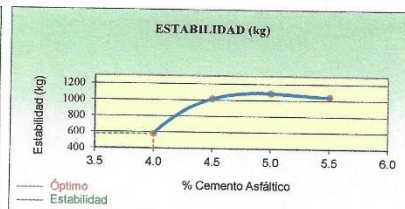
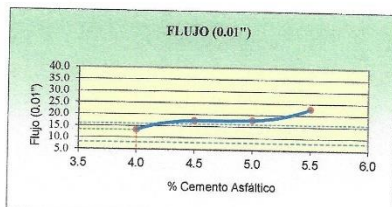
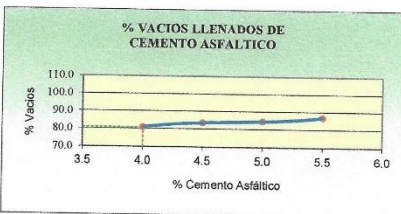
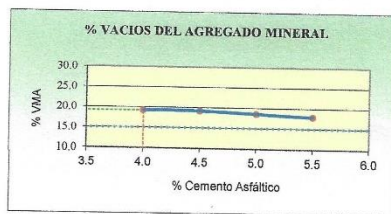
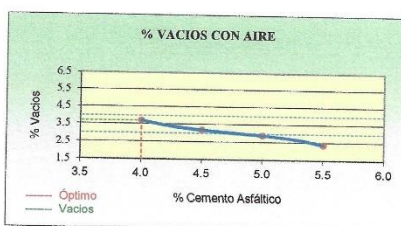
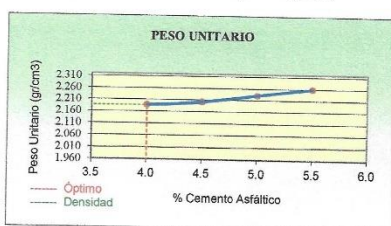


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

TESIS :Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
 MEZCLA :Mezcla asfáltica Modificada al filler al 10%
 CANTERA :Tres Tomas - Ferreñafe
 TESISTA :Cáceres Torrejón Kody Llery



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	4.0
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.188
Vacios (%)	3.69
Vacios del Agregado mineral (%)	19.23
Vacios Llenados de C.A (%)	80.81
Flujo (mm)	3.39
Estabilidad (Kg)	576
Relación estabilidad - flujo (kg/cm)	2422
Relación Polvo Asfalto	1.53

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO



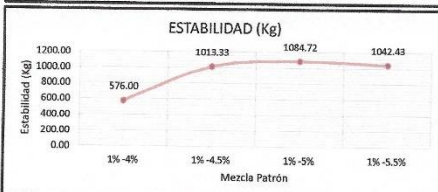
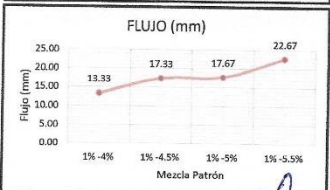
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLA MODIFICANDO AL FILLER EN % DE CAT

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla asfáltica Modificada al filler al 10%
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Cáceres Torrejón Kody Llery

		RESULTADOS						
Relación Per-Filler	Peso Unitario (gr/cm ³)	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de CA (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
1%-4%	2.19	3.69	19.23	80.81	13.33	576.00	0.53	1697.67
1%-4.5%	2.20	3.17	19.15	83.45	17.33	1013.33	0.59	2305.09
1%-5%	2.23	2.89	18.54	84.43	17.67	1084.72	0.66	2421.56
1%-5.5%	2.26	2.36	17.90	86.80	22.67	1042.43	0.73	1818.55



Henry Rivas Beneyra Obliuas
 Ing. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYOS, CONCRETOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS
 MTC E 515

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MATERIAL	:Mezcla Asfáltica Modificada al 5% del filler (CAT) y Mezcla Convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	:Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Liery

DATOS DE DISEÑO CONVENCIONAL

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento	1%
Vidrio Molido	0%
CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	

DATOS DE DISEÑO MODIFICADO

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	50%
Concha de abanico (Filler)	5%
Vidrio Molido	0%
CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS								
Nº DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% DE FILLER	Nº DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	1%	300	25 °C	1216.13	1118.11	8.06%	8.36%
2	CONVENCIONAL	1%	300	25 °C	1221.89	1106.88	9.41%	
3	CONVENCIONAL	1%	300	25 °C	1267.64	1185.47	6.48%	
4	CONVENCIONAL	1%	300	25 °C	1220.71	1104.9	9.49%	
1	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	25 °C	1232.57	1135.74	7.86%	8.04%
2	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	25 °C	1163.21	1061.46	8.75%	
3	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	25 °C	1242.96	1149.88	7.49%	
4	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	25 °C	1168.81	1074.65	8.06%	



NOTA:
 El ensayo MTC E 515, no deberán ser superiores al 25%, al 25 °C
 El ensayo (MTC E 515), tras ser sometidas las probetas a un proceso de inmersión durante 24 horas a 60°C, no podrá exceder del 40%

Henry Rivas Obillos
 Henry Rivas Obillos
 Ttc. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS
 MTC E 515

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MATERIAL	:Mezcla Asfáltica Modificada al 5% del filler (CAT) y Mezcla Convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Liery

DATOS DE DISEÑO CONVENCIONAL

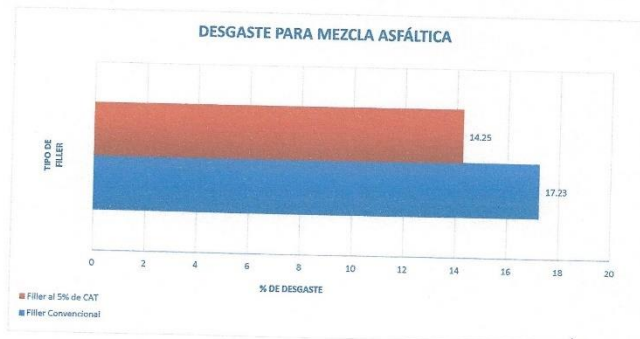
Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento	1%
Vidrio Molido	0%
CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	

DATOS DE DISEÑO MODIFICADO

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	50%
Concha de abanico (Filler)	5%
Vidrio Molido	0%
CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS

Nº DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% DE FILLER	Nº DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	1%	300	60 °C	1284.25	1065	17.07%	17.23%
2	CONVENCIONAL	1%	300	60 °C	1250.05	1042.7	16.59%	
3	CONVENCIONAL	1%	300	60 °C	1155.86	919.1	20.48%	
4	CONVENCIONAL	1%	300	60 °C	1187.70	1012.2	14.78%	
1	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	60 °C	1246.85	1030	17.39%	14.25%
2	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	60 °C	1281.27	1110.4	13.34%	
3	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	60 °C	1242.89	1099.6	11.53%	
4	CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	5%	300	60 °C	1092.47	931.5	14.73%	



NOTA:
 El ensayo MTC E 515, no deberán ser superiores al 25%, al 25 °C
 El ensayo (MTC E 515), tras ser sometidas las probetas a un proceso de inmersión durante 24 horas a 60°C, no podrá exceder del 40%

Henry Rivadeneira Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	: Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica Convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Cáceres Torrejón Kody Llery

DATOS DE DISEÑO

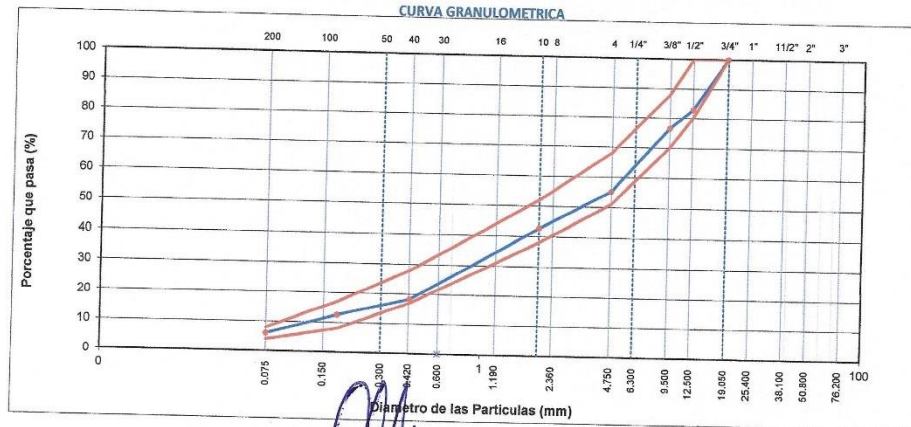
Grava Chancada 3/2"	45%	1440 gr
Arena Chancada 1/4"	54%	1728 gr
Concha de abanico (Filler)	1%	32 gr
Vidrio Molido	0%	

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)					MAC-2		
3"	76.200							
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	80	100	
1/2"	12.500	547	17.1	17.1	82.9	70	88	
3/8"	9.500	203	6.3	23.4	76.6	51	68	
Nº 4	4.750	685	21.4	44.9	55.1	38	52	
Nº 10	2.000	398.9	12.5	57.4	42.6	17	28	Observación:
Nº 40	0.425	776.8	24.3	81.7	18.3	8	17	
Nº 80	0.177	185.9	5.8	87.5	12.5	4	8	
Nº 200	0.075	206.6	6.5	94.0	6.0			
< Nº 200	FONDO	189.2	5.9	99.9				

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla Asfáltica Convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	:Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Liery

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Concha de abanico (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	639.12	
Arena	771.63	
Filler	14.25	
Peso de C.A	75.00	5.00%
Total	1500.00	
N° de Golpes	45	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.85	42.61
B Arena	54.15	51.44
C Concha de abanico (Filler)	1.00	0.95
D Total		95.00

Mezcla
Especificaciones IVb

DATOS		MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS			
	#	1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.
D Diametro	cm	10.2	10.2	10.2		10.2	10.2	10.2	
t Espesor	cm	6.23	6.92	6.92		6.35	6.7	6.72	
A Peso de la muestra Seca al Aire	gr	1029.4	1076.6	1036.2	1047.4	1106.1	1172.5	1217.1	1165.2
B SSD de la Muestra	gr	1030.00	1080.00	1040.00		1110.00	1180.00	1220.00	
C Peso de la Muestra en Agua	gr	585.00	610.00	590.00		630.00	670.00	690.00	
E Volumen (B - C)	cc	445.0	470.0	450.0		480.0	510.0	530.0	
F Peso específico Bulk de la briqueta (A/E)	gr/cc	2.313	2.291	2.303	2.3	2.304	2.299	2.296	2.3
G Peso específico técnico máximo (Rice)	gr/cc	2.480	2.480	2.480	2.5	2.480	2.480	2.480	2.5
H % de vacíos ((G - F)/G)*100	%	6.73	7.64	7.15	7.2	7.08	7.30	7.40	7.3
I Volumen de vacíos ((H*E)/100)	cc	29.95	35.90	32.17		34.00	37.21	39.24	

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C				
B' SSD de la Muestra	gr	1052.00	1103.00	1060.00
C' Peso de la Muestra en Agua	gr	605.00	630.00	608.00
E' Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	447.0	473.0	452.0
J' Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	22.7	26.4	23.8
- Saturación (100*J'/I)	%	75.6	73.6	73.9
- Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	0.45	0.64	0.44

Condiciones de Saturación Par 24 Hrs. En Agua a 60 °C. Baño de María				
I'' Espesor	cm	6.23	6.92	6.92
B'' SSD de la Muestra	gr	1077.20	1113.30	1086.00
C'' Peso de la Muestra en Agua	gr	625.00	640.00	630.00
E'' Volumen (B'' - C'')	cc	452.2	473.3	456.0
J'' Volumen de Agua de Absorción (B'' - A)	cc	47.9	36.7	49.8
- Saturación (100*J''/I)	%	159.8	102.3	154.7
- Hinchamiento (E'' - E)*100/E	%	1.61	0.70	1.33
- Carga Máxima Kg	kg	555	540	535
- Carga Máxima N	N	5444.550	5297.400	5248.350
- Fuerza Tensible	kg/cm2	5.59	4.89	4.83
- Fuerza Tensible KPA	KPA	548.136	479.671	473.366

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSIÓN (N/RS) = 82.216%

NOTA:
El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.

Henry Rivadeneyra Obitos
 Tsc. Laboratorio USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041**

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla Asfáltica Convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Uery

MEZCLA MODIFICADA AL 5% CON CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	
PORCENTAJE DE ASFALTO	5%
1.- PESO DEL FRASCO	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2567
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1962
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3462.5
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	605
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.4800

Henry Rivaleneyra Oblitas
Téc. Laboratorio
USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MATERIAL	:Mezcla Asfáltica Modificada al 5% del filler (CAT).
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	:Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Llery

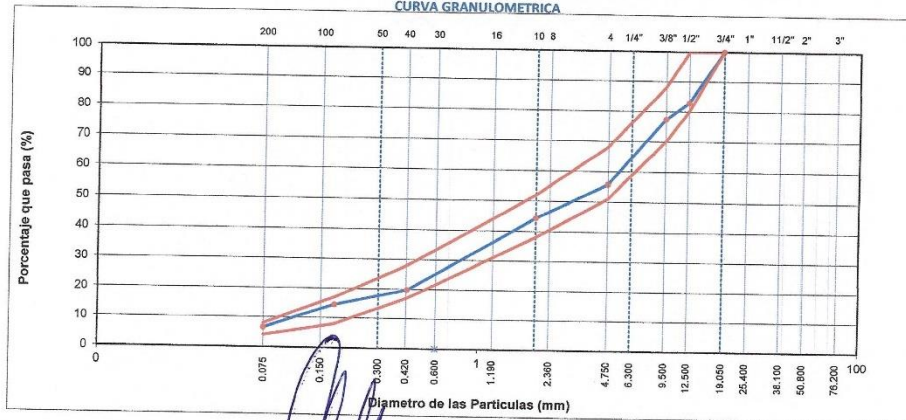
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 1/2"	45%	1440 gr
Arena Chancada 3/4"	50%	1600 gr
Concha de abanico (Filler)	5%	160 gr
Vidrio Molido	0%	
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70		

TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO		PORCENTAJE		RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA		ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	QUE PASA					
3"	76.200								MAC-2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0			100		
1/2"	12.500	548	17.1	17.1	82.9			80	100	
3/8"	9.500	175	5.5	22.6	77.4			70	88	
Nº 4	4.750	695	21.7	44.3	55.7			51	68	
Nº 10	2.000	358.9	11.4	55.7	44.3			38	52	Observación:
Nº 40	0.425	776.8	24.6	80.2	19.8			17	28	
Nº 80	0.177	165.9	5.2	85.5	14.5			8	17	
Nº 200	0.075	250.6	7.9	93.4	6.6			4	8	
< Nº 200	FONDO	236.8	7.5	100.9						

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivadeneira Obillos
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla Asfáltica Modificada al 5% del filler (CAT).
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	:Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Lleray

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	50%
Concha de abanico (Filler)	5%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	631.55	
Arena	722.20	
Filler	71.25	
Peso de C.A	75.00	5.00%
Total	1500.00	
N° de Golpes	45	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.32	42.10
B Arena	50.68	48.15
C Concha de abanico (Filler)	5.00	4.75
D Total		95.00

Mezcla
Especificaciones IVB

DATOS		MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS			
	#	4	5	6	Prom.	1	2	3	Prom.
D Diametro	cm	10.2	10.2	10.2		10.2	10.2	10.2	
t Espesor	cm	7	6.75	6.6		6.69	6.72	6.69	
A Peso de la muestra Seca al Aire	gr	1255.3	1171.3	1147.7	1191.4	1190.2	1201.1	1172.2	1187.8
B SSD de la Muestra	gr	1258.00	1172.00	1150.00		1192.00	1202.00	1175.00	
C Peso de la Muestra en Agua	gr	695.00	645.00	635.00		660.00	665.00	650.00	
E Volumen (B - C)	cc	563.0	527.0	515.0		532.0	537.0	525.0	
F Peso específico Bulk de la briqueta (A/E)	gr/cc	2.230	2.223	2.229	2.2	2.237	2.237	2.233	2.2
G Peso específico teórico máximo (Rice)	gr/cc	2.413	2.413	2.413	2.4	2.413	2.413	2.413	2.4
H % de vacíos ((G - F)/G)*100	%	7.58	7.87	7.63	7.7	7.27	7.29	7.46	7.3
I Volumen de vacíos ((H*E)/100)	cc	42.67	41.50	39.27		38.67	39.14	39.14	

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C				
B' SSD de la Muestra	gr	1288.00	1202.00	1178.00
C' Peso de la Muestra en Agua	gr	720.00	670.00	659.00
E' Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	568.0	532.0	519.0
J' Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	32.7	30.7	30.3
- Saturación (100*J'/I)	%	76.6	74.0	77.1
- Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	0.89	0.95	0.78

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María				
B'' SSD de la Muestra	gr	1290.00	1210.00	1182.00
C'' Peso de la Muestra en Agua	gr	725.00	674.00	665.00
E'' Volumen (B'' - C'')	cc	565.0	536.0	517.0
J'' Volumen de Agua de Absorción (B'' - A)	cc	34.7	38.7	34.3
- Saturación (100*J''/I)	%	81.3	93.3	87.3
- Hinchamiento (E'' - E)*100/E	%	0.35	1.69	0.39
- Carga Máxima Kg	kg	555	590	585
- Carga Máxima N	N	5444.550	5787.900	5738.850
- Fuerza Tensible	kg/cm2	4.97	5.48	5.53
- Fuerza Tensible KPA	KPA	487.841	537.284	542.701

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSIÓN (RTE) = 84.876%

NOTA:
El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.

Henry Rivas Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y CIMENTACIONES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA
 SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	:Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas usando conchas de abanico triturado como filler
MEZCLA	:Mezcla Asfáltica Modificada al 5% del filler (CAT).
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Cáceres Torrejón Kody Lleray

MEZCLA MODIFICADA AL 5% CON CONCHAS DE ABANICO TRITURADO	
PORCENTAJE DE ASPALTO	5%
1.- PESO DEL FRASCO	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2570
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1948
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3448.3
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	622
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.4125

[Handwritten Signature]
 Henry Rivas Obliñas
 Tec. Laboratorio
 USAT



LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO