

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022”.

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Harold Joel Valdez Cruz
Reyler Wladimir Quevedo Carrion

Asesor:

Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez
<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Gonzalo Diaz García	40539624
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Sheyla Cornejo Rodriguez	41639360
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Nixon Peche Melo	70615775
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A mi querido Padre Celestial, por darme la permitirme la vida y por estar conmigo frente a las adversidades, por darme fuerzas e iluminar mi mente.

A mi familia por ser las personas que me dieron todo su apoyo y motivaron en a lo largo de todo este tiempo.

A mis docentes que, con sus enseñanzas me inspiraron a seguir adelante en la profesión.

A mis amigos por pasar buenos momentos y compartir buenas experiencias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a mi querido Padre Celestial por permitirme hoy en día ser la persona que soy a pesar de las adversidades de la vida y por otorgarme una maravillosa familia que siempre está a mi lado cuando uno los necesita, a mis queridos padres por apoyarme en mis decisiones y proyectos.

Agradecemos a nuestro asesor de tesis el Ing. Germán Sagástegui Vasquez, por la atención que nos brinda para realizar nuestra investigación de estudio, por su apoyo y dedicación, por guiarnos y motivarnos a seguir mejorando.

A Reyler Wladimir Quevedo Carrión por ser mi compañero de tesis, quien, con su apoyo constante en la realización de la tesis, pudimos por fin lograr culminarlo este proyecto de investigación. Gracias por entenderme y apoyarme en este largo camino.

Por último y no menos importante, a mi querido perro Kratos, por alegrar mis días.

Agradecer a mi compañero de tesis Harold Joel Valdez Cruz por servirme de inspiración en esta etapa universitaria.

Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN	15
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad problemática	16
1.1.1. Bases teóricas.	20
1.1.1.1. Pavimentos.	20
1.1.1.2. Asfalto.	23
1.1.1.3. Agregados.	25
1.1.1.4. Fibra de nylon.	25
1.1.1.5. Método de Marshall (ASTM D-1559).	27
1.1.1.6. Definición de términos básicos.	28
1.2. Formulación del problema	29
1.3. Objetivos	29
1.3.1. Objetivo general.	29
1.3.2. Objetivos específicos.	29

1.4. Hipótesis	30
1.4.1. Hipótesis general	30
1.4.2. Hipótesis específicas	30
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	34
2.1. Tipo de investigación	34
2.1.1. Propósito de investigación	34
2.1.2. Según el diseño.	34
2.1.3. Enfoque	34
2.1.4. Unidad de Estudio.	34
2.2. Población y muestra.	35
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.	36
2.3.1. Técnicas para la recolección de datos.	37
2.3.2. Instrumentos de recolección de datos	37
2.3.3. Procedimiento de Recolección de datos.	41
2.3.3.1. Procedencia y caracterización de los agregados.	42
2.3.3.1.1. Procedencia.	42
2.3.3.1.2. Caracterización de los agregados.	42
2.4. Método y procedimiento.	43
2.4.1. Granulometría	43
2.5. Variables.	35
2.5.1. Variable independiente	35

2.5.2. Variable dependiente	35
CAPÍTULO III: RESULTADOS	54
3.1. Análisis granulométrico de los agregados (NTP 400.012)	54
3.1.1. Análisis granulométrico del agregado grueso del ensayo 1.	54
3.1.2. Análisis granulométrico del agregado grueso del ensayo 2.	55
3.1.3. Análisis granulométrico del agregado grueso del ensayo 3.	56
3.2. Ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.022/ASTM C 127).	57
3.3. Ensayo del peso unitario de los agregados (NTP 400.017/ASTM C29)	58
3.3.1. Peso unitario suelto del agregado grueso.	58
3.3.2. Peso unitario compactado del agregado grueso.	59
3.4. Ensayo para contenido de humedad de los agregados gruesos (NTP 329.185/ASTM C566)	60
3.5. Ensayo para determinar el desgaste abrasivo de los ángeles (ASTM C-131)	61
3.6. Ensayo para determinar el porcentaje de caras fracturadas en los agregados (ASTM D-5821).	62
3.7. Ensayo de equivalente de arena (ASTM D-2419/AASHTO T176-00).	63
3.8. Ensayo de adherencia en bandeja (I.N.V. E 740 - 07).	63
3.9. Ensayo de Marshall (I.N.V. E 740 - 07).	65
3.9.1. Ensayo de Marshall sin la Fibra de Nylon.	65
3.9.1.1. Diseño de Mezcla Asfáltica Ensayo 1.	65
3.9.1.1.1. Cantidad de Agregado y Asfalto.	65

3.9.1.1.2. Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada.	66
3.9.1.1.3. Determinación de la Estabilidad y Flujo.	67
3.9.1.2. Diseño de Mezcla Asfáltica Ensayo 2.	71
3.9.1.2.1. Cantidad de Agregado y Asfalto.	71
3.9.1.2.2. Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada.	72
3.9.1.2.3. Determinación de la Estabilidad y Flujo.	73
3.9.1.3. Diseño de Mezcla Asfáltica Ensayo 3.	77
3.9.1.3.1. Cantidad de Agregado y Asfalto.	77
3.9.1.3.2. Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada.	78
3.9.1.3.3. Determinación de la Estabilidad y Flujo.	79
3.9.2. Ensayo de Marshall con la Fibra de Nylon.	83
3.9.2.1. Diseño de Mezcla Asfáltica Ensayo 1.	83
3.9.2.1.1. Cantidad de Agregado y Asfalto.	83
3.9.2.1.2. Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada.	84
3.9.2.1.3. Determinación de la Estabilidad y Flujo.	85
3.9.3.2. Diseño de Mezcla Asfáltica Ensayo 2.	89
3.9.3.2.1. Cantidad de Agregado y Asfalto.	89
3.9.2.2.2. Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada.	89

3.9.2.2.3. Determinación de la Estabilidad y Flujo.	90
3.9.2.3. Diseño de Mezcla Asfáltica Ensayo 3.	94
3.9.2.3.1. Cantidad de Agregado y Asfalto.	94
3.9.2.3.2. Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada.	95
3.9.2.3.3. Determinación de la Estabilidad y Flujo.	96
CAPÍTULO IV: DISCUSION Y CONCLUSIONES	109
REFERENCIAS	114
ANEXOS	117
I. GUÍAS DE OBSERVACIÓN.	118
II. PANEL FOTOGRÁFICO.	137
III. GUÍAS VALIDADAS.	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Hipótesis específica 01.	31
Tabla 2.Hipótesis específica 02.	32
Tabla 3.Hipótesis específica 03.	33
Tabla 4.Cantidad de muestras para el método de Marshall.	36
Tabla 5.Mínimo de muestra de agregado grueso.	44
Tabla 6.Requisitos para mezcla de concreto bituminoso.....	51
Tabla 7.Análisis granulométrico del agregado grueso, ensayo 1.	54
Tabla 8.Análisis granulométrico del agregado grueso, ensayo 2.	55
Tabla 9.Análisis granulométrico del agregado grueso, ensayo 3.	56
Tabla 10.Peso específico y absorción del agregado grueso.	57
Tabla 11.Peso unitario suelto del agregado grueso.	58
Tabla 12.Peso unitario compactado del agregado grueso.....	59
Tabla 13.Contenido de humedad del agregado grueso.	60
Tabla 14.Desgaste abrasivo de los ángeles.....	61
Tabla 15.Determinación del porcentaje de caras fracturadas en los agregados, con una cara fracturada.	62
Tabla 16.Determinación del porcentaje de caras fracturadas en los agregados, con dos caras fracturadas.....	63
Tabla 17.Equivalente de arena.....	63
Tabla 18.Adherencia en bandeja.....	64
Tabla 19.Cantidades necesarias de Agregados y Asfalto.	65
Tabla 20.Espesor y/o Altura de las Briquetas.....	66
Tabla 21.Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk.	66
Tabla 22.Estabilidad y Flujo.....	67

Tabla 23.Cantidades necesarias de Agregados y Asfalto.	71
Tabla 24.Espesor y/o Altura de las Briquetas.....	72
Tabla 25.Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk.	72
Tabla 26.Estabilidad y Flujo.....	73
Tabla 27.Cantidades necesarias de Agregados y Asfalto.	77
Tabla 28.Espesor y/o Altura de las Briquetas.....	78
Tabla 29.Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk.	78
Tabla 30.Estabilidad y Flujo.....	79
Tabla 31.Cantidades necesarias de Agregados y Asfalto.	83
Tabla 32.Espesor y/o Altura de las Briquetas.....	84
Tabla 33.Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk.	84
Tabla 34.Estabilidad y Flujo.....	85
Tabla 35.Cantidades necesarias de Agregados y Asfalto.	89
Tabla 36.Espesor y/o Altura de las Briquetas.....	89
Tabla 37.Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk.	90
Tabla 38.Estabilidad y Flujo.....	90
Tabla 39.Cantidades necesarias de Agregados y Asfalto.	94
Tabla 40.Espesor y/o Altura de las Briquetas.....	95
Tabla 41.Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk.	95
Tabla 42.Estabilidad y Flujo.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Camino con estructura de pavimento flexible.....	21
Figura 2.Camino con estructura de pavimento rígido.	21
Figura 3.Camino con estructura de pavimento rígido.	22
Figura 4.Composición del asfalto.	24
Figura 5.Requisitos granulométricos del agregado grueso.....	25
Figura 6.Criterios de diseño de mezclas marshall.	27
Figura 7.Mínimo de porcentajes de vacíos en agregado mineral.	28
Figura 8.Esquema de procesos de recolección de datos.	41
Figura 9.Ubicación de la cantera Zapotal a orillas del Río Chinchipe.	42
Figura 10.Curva granulométrica del agregado grueso, ensayo 1.....	54
Figura 11.Curva granulométrica del agregado grueso, ensayo 2.....	55
Figura 12.Curva granulométrica del agregado grueso, ensayo 3.....	56
Figura 13.Densidad vs %Contenido de Asfalto.....	68
Figura 14.%VTM vs %Contenido de Asfalto.....	69
Figura 15.%VMA vs %Contenido de Asfalto.	69
Figura 16.Estabilidad vs %Contenido de Asfalto.....	70
Figura 17.Flujo vs %Contenido de Asfalto.	70
Figura 18.VFA vs %Contenido de Asfalto.....	71
Figura 19.Densidad vs %Contenido de Asfalto.....	74
Figura 20.%VTM vs %Contenido de Asfalto.....	75
Figura 21.%VMA vs %Contenido de Asfalto.	75
Figura 22.Estabilidad vs %Contenido de Asfalto.....	76
Figura 23.Flujo vs %Contenido de Asfalto.	76
Figura 24.VFA vs %Contenido de Asfalto.....	77

Figura 25.Densidad vs %Contenido de Asfalto.....	80
Figura 26.% VTM vs %Contenido de Asfalto.....	81
Figura 27.% VMA vs %Contenido de Asfalto.	81
Figura 28.Estabilidad vs %Contenido de Asfalto.....	82
Figura 29.Flujo vs %Contenido de Asfalto.	82
Figura 30.VFA vs %Contenido de Asfalto.....	83
Figura 31.Densidad vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.....	86
Figura 32.% VTM vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.....	86
Figura 33.% VMA vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.	87
Figura 34.Estabilidad vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.....	87
Figura 35.Flujo vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.	88
Figura 36.VFA vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.....	88
Figura 37.Densidad vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.....	91
Figura 38.% VTM vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.....	92
Figura 39.% VMA vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.	92
Figura 40.Estabilidad vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.....	93
Figura 41.Flujo vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.	93
Figura 42.VFA vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.....	94
Figura 43.Densidad vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.....	97
Figura 44.% VTM vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.....	97
Figura 45.% VMA vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.	98
Figura 46.Estabilidad vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.....	98
Figura 47.Flujo vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.	99
Figura 48.VFA vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.....	99

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.Ecuación de muestra retenida.	45
Ecuación 2.Porcentaje retenido acumulado.	45
Ecuación 3.Porcentaje que pasa.	45
Ecuación 4.Peso específico de la masa (Pem).	46
Ecuación 5.Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pesss).....	46
Ecuación 6.Peso específico aparente (pea).	46
Ecuación 7.Absorción (Ab).	46
Ecuación 8.Peso Unitario del agregado.	47
Ecuación 9.Gravedad Específica Neta del Agregado.	47
Ecuación 10.Gravedad Específica Neta del Agregado.	48
Ecuación 11.Gravedad Específica Neta del Agregado.	48
Ecuación 12.Gravedad Específica de la Mezcla Asfáltica Compactada.	49
Ecuación 13.Gravedad Teórica Máxima de la Mezcla Asfáltica.	49
Ecuación 14.Gravedad Específica Neta del Agregado.	49
Ecuación 15.Porcentaje de Vacíos en el Agregado mineral.	50
Ecuación 16.Porcentaje de vacíos.....	50
Ecuación 17.Porcentaje de vacíos.....	51

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo determinar la influencia de la fibra de nylon en una mezcla asfáltica, empleando el método de Marshall la cual se tuvo que cumplir con los requisitos para la mezcla de concreto bituminoso de la normativa del MTC E 504.

La presente investigación es de tipo experimental, donde se realizó el ensayo Marshall para la mezcla asfáltica sin modificar y las modificadas con fibra de nylon. Se tuvo una estabilidad de de 9.14 Kn. en mezcla tradicional, para la mezcla asfáltica con 1.0%, 1.5% y 2.0% de fibra de nylon tenemos 9.48 Kn., 10.193 Kn. Y 11.087 Kn. En cuanto a flujo tenemos un 9.8 mm para una mezcla tradicional, para 1.0%, 1.5% y 2.0% de fibra de nylon tenemos 9.627 mm, 10.247 mm y 11.06 mm. Para el porcentaje de vacíos se tuvo 4.044% para una mezcla asfáltica tradicional, para 1.0%, 1.5% y 2.0% de fibra de nylon tenemos 3.781%, 3.975% y 3.809% de vacío.

Se concluye de manera positiva en las propiedades de la mezcla asfáltica con el método de Marshall añadiendo los distintos porcentajes de fibra de Nylon y se determinó la cantidad óptima de fibra de Nylon de 2.00%.

PALABRAS CLAVES: Mezcla asfáltica; Fibra de Nylon; Estabilidad; flujo; Vacío.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Global:

A lo largo de la historia se ha conocido que, en las zonas urbanas y rurales del Perú, existen diversos tipos de pavimentos que son la principal forma de comunicación. Por estas razones, es más que evidente la importancia de construir con la calidad adecuada para prolongar su vida útil, permitiendo una circulación segura, cómoda y fluida: reduciendo de esta forma los costos de mantenimiento y operación (Fernández, Morales y Soto, 2016).

En una investigación realizada en los Estados Unidos llamada Nuevas aplicaciones de fibra de carbono para refuerzo de asfalto de mezcla en caliente y preformas de carbono (2012) nos dice que el asfalto modificado con fibra de carbono puede tener propiedades beneficiosas que van desde propiedades mecánicas mejoradas hasta resistencia eléctrica reducida. La mejora en las propiedades mecánicas mejoradas debería resultar en una vida más larga y con mayor durabilidad. Pavimentos, de además, las fibras de carbono son conductoras de la electricidad. Como un aditivo para asfalto, ellos pueden reducir la resistividad eléctrica, que puede tener aplicaciones en el asfalto.

Por otro lado, en un estudio realizado en Asia se publicó en la revista llamada Arabian Journal for Science & Engineering (2008) nos dice que Las fibras se usan a menudo en la fabricación de otros materiales. Durante muchos años, se han utilizado ampliamente en numerosas aplicaciones en ingeniería civil. El refuerzo de fibra se refiere a la incorporación de materiales con propiedades deseadas dentro de otros materiales que carecen de esas propiedades. El uso de fibras no es un fenómeno nuevo, ya que la técnica del betún reforzado con fibra comenzó ya en 1950. En todos los países industrializados

hoy en día, casi todos los hormigones utilizados en la construcción están reforzados. Una multitud de fibras y materiales de fibra se introducen regularmente en el mercado. Así también en una investigación realizada en España llamada: Caracterización pieza resistiva de asfalto reforzado con fibras de carbono reciclado con aplicaciones auto sensoriales (2019) nos manifestó que Los asfaltos a los cuales se le agregan fibra de carbono reflejan una mejoría en su conductividad eléctrica en comparación con las mezclas de hormigón o asfalto habituales o convencionales. La cual provee nuevas propiedades entre sí, dicha propiedad deja que este material, tenga una buena respuesta al esfuerzo mecánico, modulando la variación en su resistividad, lo cual depende de la intensidad del esfuerzo externo, utilizando dicha variación para enfocar las cargas externas y deformaciones. pruebas de tensión, detección de vibraciones estructurales y calefacción de carreteras para derretir hielo y nieve.

Macro:

Juan & Jesus (2019), en una investigación que se hizo en Colombia “Mejoramiento de mezclas asfálticas porosas a través de la incorporación de fibras de nylon”, se buscó determinar la influencia en la abrasión y el desgaste que tiene la adición de fibras de nylon y polipropileno en las mezclas asfálticas porosas, al ser sometidas al ensayo cántabro bajo condiciones secas y húmedas. Este proceso es llevado a cabo por medio de la fabricación de una serie de briquetas, la cual poseen la misma granulometría y cantidad de agregado pétreo, pero se efectúa la variación en la cantidad de betún, tipo fibra y cantidad de fibra. La variación en la dosificación de betún en porcentajes de 4.4%, 4.8% y 5.2% del peso de la briqueta.

Juan (2021), en su investigación “Estudio del comportamiento físico-mecánico de una

mezcla asfáltica modificada con desechos de nylon y ceniza volantes”, se concluyó que mediante el uso de la metodología Marshall se determinó que el contenido óptimo de asfalto es de 5.3% con este valor se realizaron briquetas de control que obtuvieron valores de estabilidad de 8.15 Kn y 3.58mm de fluidez por lo que se garantiza el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en la norma.

Jhossler, Gonzalo & Carlos (2017), en su investigación “Comparación del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica tipo MDC – 19 adicionada con fibra de Terlenka y una mezcla asfáltica convencional”, se pudo concluir que la mezcla asfáltica convencional, base para las modificaciones y patrón de comparación, se diseñó con el uso de la metodología Marshall, de tal forma que se logró establecer el contenido óptimo de asfalto, que corresponde a un 5.0%.

Diego (2017), en su investigación “Influencia del polvo de neumático en una mezcla asfáltica por vía seca para vías locales con pavimento flexible”, se puede apreciar los porcentajes y/o características de la mezcla asfáltica sin modificar y las modificadas con el polvo de neumático en 2.5% y 5.0%. En cuanto a la estabilidad se aprecia un aumento a mayor porcentaje de polvo de neumático, según la figura 28 para pavimentos locales se utilizan los datos relacionados a 35 golpes de compactación, el cual nos indica una estabilidad mínima de 4,53 Kn. Para la mezcla asfáltica tradicional tenemos una estabilidad de 6,86 Kn., para la mezcla asfáltica con 2.5% de polvo de neumático tenemos una estabilidad de 10,65 Kn., mejorando así su resistencia a la deformación en un 55.25%, y por último para la mezcla asfáltica con 5% de polvo de neumático tenemos una estabilidad de 10,84 Kn, mejorando así su resistencia a la deformación en un 58.02%.

Y así mismo es de suma importancia realizar estudios que puedan aportar a las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla asfáltica, esa transición de lo que solemos llamar del empirismo a un enfoque mecanicista. Por tal motivo, proveer nuevas formas para un nuevo enfoque mecanicista; la cuestión de ahora con respecto a los pavimentos es que ya no se cuenta con tiempo, ya que todo urge y aparecen nuevos materiales que necesitan ser estudiadas.

Micro:

En la actualidad, debido a la alta demanda de tránsito en el Perú, existen diferentes factores que producen fallas en el pavimento antes de cumplir su tiempo de vida útil tales como fallas estructurales, funcionales y superficiales, éstas a causa del desgaste, fatiga, errores de diseño, proyección y ejecución.

Según la Universidad Ricardo Palma (URP) en su revista Perfiles de Ingeniería (2015), nos dice que en los últimos años, el Perú ha impulsado una política favorable para la construcción de obras viales a lo largo y ancho del territorio, por lo cual se ejecutó más de 15,000 kilómetros de carreteras con pavimentos asfálticos, según se dice en los reportes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, organismo encargado de la red vial nacional.

Ante esta realidad, existe la imperiosa necesidad de mejorar la tecnología de los pavimentos asfálticos en el Perú, para que alcancen la vida útil para la que fueron diseñados. La deformación permanente es una de las fallas más preocupantes en el deterioro de pavimentos y se hace necesario conocer sus causas fundamentales aun de tomar las previsiones del caso en las etapas de elaboración del proyecto, construcción y mantenimiento futuros.

Por esto, es primordial que se realicen, en el Perú, diversos ensayos y análisis que utilicen equipos de laboratorio y de campo especializados, los cuales permitan evaluar la estructura del pavimento para evitar la deformación permanente. Esto conduce a la necesidad de desarrollar nuevas especificaciones técnicas para mezclas asfálticas que, dependiendo de los resultados del análisis, puedan incluir el uso de modificadores como polímeros, polvo de caucho y la aplicación de la tecnología SUPERPAVE para una mejor caracterización de los materiales constituyentes de la mezcla asfáltica, con el propósito de incrementar la durabilidad de los pavimentos asfálticos. (Néstor & Carlos, 2015).

Nano:

Según lo acontecido, se busca implementar en el diseño de mezclas asfálticas, la fibra de nylon para reducir considerablemente los riesgos ya mencionados que generan las mezclas asfálticas al estar expuestos en distintos factores que producen su falla.

1.1.1. Bases teóricas.

1.1.1.1. Pavimentos.

1.1.1.1.1. Definición y clasificación.

Un pavimento se define como el conjunto de capas de materiales clasificados, comprendida entre el nivel superior de la subrasante y la capa de rodamiento, cuya función principal es asegurar una superficie de rodadura uniforme, con un color y textura apropiados y resistente al tráfico, la intemperie y otros factores adversos; y transferir suficiente fuerza a la base para que no se deforme perjudicialmente.

La clasificación de pavimentos está sujeta a las limitaciones contenidas en las técnicas de clasificación. Los pavimentos se han dividido en dos categorías:

- Pavimentos flexibles: Es una superficie de desgaste o carpeta relativamente delgada construida sobre una base y sub base, apoyada en una sub-base compactada. Recibe el nombre de pavimento flexible por la forma en que se transmiten las cargas de la carpeta de rodadura hasta la subrasante.
- Pavimentos rígidos: Son aquellas conformadas de una losa de concreto hidráulico y tienden a tener una capa sub-base entre la losa y la subrasante.

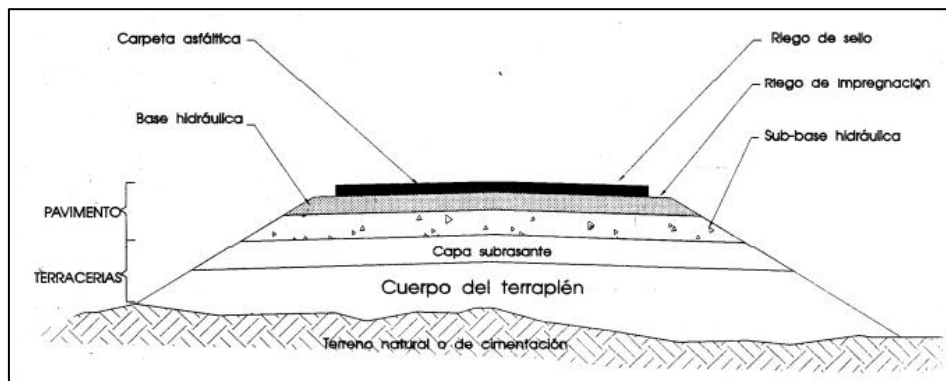


Figura 1.: Camino con estructura de pavimento flexible.

Fuente: Zelada, 2019.

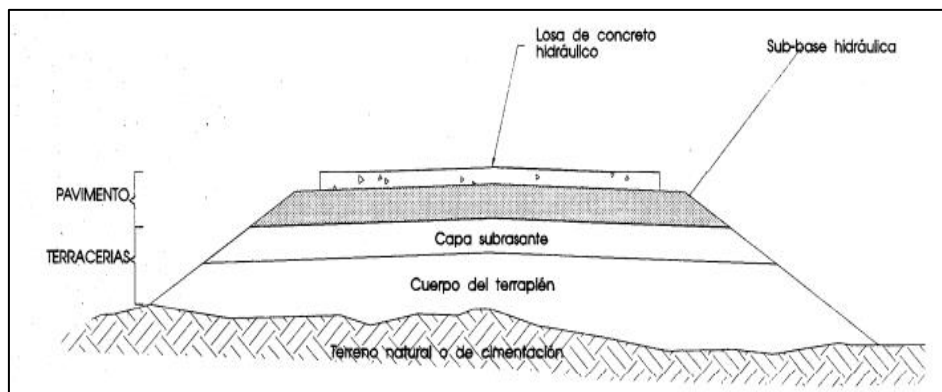


Figura 2.: Camino con estructura de pavimento rígido.

Fuente: Zelada, 2019.

Teniendo así que un pavimento está constituido de por distintas capas dependiendo de la calidad y costo. (Zelada, 2019).

1.1.1.1.2. Estructura del pavimento flexible.

Se puede decir que la estructura de un pavimento flexible está constituida por una superestructura encima de una fundación, teniendo en cuenta que ésta última tendrá que ser el resultado de un estudio geotécnico apropiado.

Las capas y elementos que tiene la estructura del pavimento flexible son (*Figura 03*):

1. Capa de rodadura.
2. Capa base.
3. Capa sub-base.
4. Suelo compactado.
5. Subrasante.
6. Sub-drenaje longitudinal.
7. Revestimiento de hombreras
8. Sub-base de hombreras.

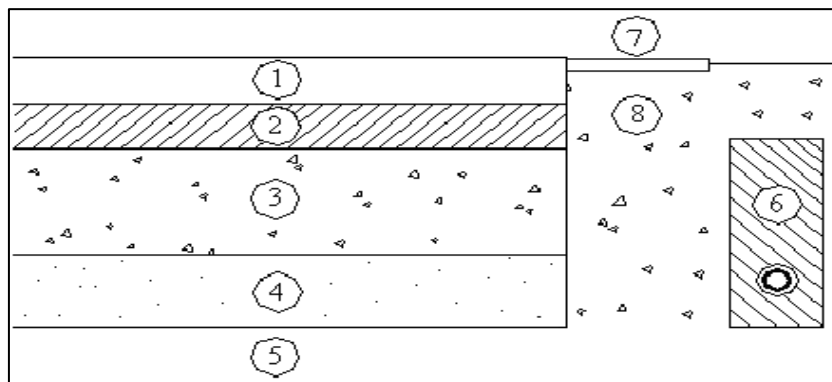


Figura 3.: Camino con estructura de pavimento rígido.

Fuente: Instituto tecnológico de Aeronáutica, Ingeniería de Pavimentos, Brasil, 2000.

1.1.1.1.3. Propiedades y características del pavimento flexible.

El asfalto es un material bituminoso, resistente, aglomerante, muy adhesivo, duradero y altamente impermeable, la cual es capaz de soportar grandes esfuerzos y estas fluyen ante el calor o las cargas permanentes.

La extracción del asfalto de éste “crudo” se realiza mediante la refinería, que viene a ser una planta de tratamiento que se encarga del proceso del crudo del petróleo y separa en partes según la composición química, mediante una variedad de procesos, en los conocidos como derivados del petróleo.

Esta sustancia plástica que le da flexibilidad controlada a la mezcla de los agregados con las que se combina comúnmente.

Según la composición de su color, esta varía de café oscuro al negro; de consistencia sólida, semisólida o líquida, ésta dependerá de su temperatura a la que se exponga o también por disolventes volátiles o por emulsificación (Mancebo, 2015)

Funciones de la capa asfáltica:

- Resistencia al deslizamiento.
- Impermeabilizar la estructura del pavimento y así las capas subyacentes aún mantengan su capacidad de soporte.
- Controlar la acumulación de las deformaciones plásticas, para reducir las tensiones verticales que las cargas aportan sobre la base.

1.1.1.2. Asfalto.

El asfalto es un material viscoso, pegajoso y negro; Su composición es variada, constituida principalmente por una mezcla de hidrocarburos pesados. Ocurre en

lugares naturales o se obtiene de la refinación del petróleo y se usa como aglutinante en mezclas asfálticas utilizadas en carreteras o construcción de carreteras (aglutinante se refiere a materiales capaces de formar una fuerza para unir fragmentos de una o más sustancias o materiales y cohesión. a un todo por métodos físicos). También se utiliza para la impermeabilización, la impermeabilización de diversos materiales laminares o laminares (fieltro asfáltico, materiales poliméricos sintéticos, membranas de fibras orgánicas, etc.) destinados a impedir el paso de agua líquida. Esto puede ser parte de ella si la pasarela está en la planta baja y el piso de concreto descansa directamente sobre el subsuelo natural, en cuyo caso se coloca directamente sobre el piso (Mancebo, 2015).

Los asfaltenos son un grupo de compuestos químicos orgánicos obtenidos como resultado de la destilación fraccionada del petróleo y representan los compuestos más pesados y por lo tanto los compuestos con mayor punto de ebullición (Ver figura 04).

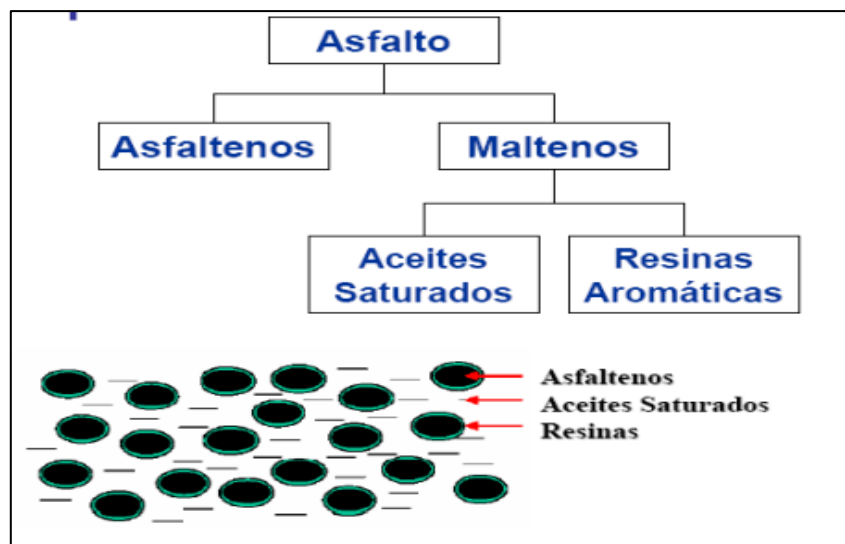


Figura 4.: Composición del asfalto.

Fuente: Facultad de química e ingeniería Fray Rogelio Bacon.

1.1.1.3. Agregados.

El agregado grueso consiste en grava o combinaciones de grava o agregados triturados, cuyas partículas son predominantemente mayores de 5 mm y generalmente entre 9,5 mm y 38 mm. Tampoco debe contener residuos que puedan afectar la composición del hormigón. También se dice que el agregado grueso se refiere a las partículas que permanecen en la malla N° 04 durante el proceso de cribado, estos agregados deben ser de forma regular, como redondos o cúbicos, no irregulares, alargados, porosos y gruesos; También es necesario que el árido grueso no tenga ángulos demasiado grandes, ya que esto requeriría más agua en la mezcla y afectaría a su trabajabilidad (Norma Técnica Peruana 400.037 – 2014).

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados												
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)
1	90 mm a 37,5 mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
2	63 mm a 37,5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	---	0 a 5	---	---	---
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½ pulg a No. 4)	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 pulg a ½ pulg)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg a No. 4)	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---
6	19,0 mm a 9,5 mm (¾ pulg a 3/8 pulg)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---
67	19,0 mm a 4 mm (¾ pulg a No. 4)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a No. 4)	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
9 ^a	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10

Figura 5.: Requisitos granulométricos del agregado grueso.

Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP 400.037 - 2014).

1.1.1.4. Fibra de nylon.

El Nylon, es un termoplástico semicristiano de baja densidad y alta estabilidad térmica. Las poliamidas son uno de los termoplásticos de ingeniería más importantes y útiles debido a su excelente resistencia a la abrasión, excelente coeficiente de fricción y propiedades excepcionales de resistencia a la temperatura

y al impacto. Además, las poliamidas de nylon son plásticos muy resistentes químicamente y especialmente resistentes al aceite. Este excelente equilibrio de propiedades hace que los polímeros son materiales ideales para reemplazar los metales en muchas aplicaciones, que incluyen: Aplicaciones industriales que requieren alta resistencia, alta tenacidad y un diseño liviano, como piezas de automóviles, válvulas industriales y juntas de aislamiento para vías férreas. La resina de nylon absorbe la humedad con facilidad, por lo que su estabilidad dimensional es inferior a la de otros plásticos de ingeniería. Las propiedades de la poliamida van desde la dureza y tenacidad hasta la suavidad y flexibilidad. Los diferentes tipos de poliamidas tienen diferentes niveles de absorción de humedad, lo que afecta las propiedades del nylon en la pieza final. También hay una clara diferencia entre el nylon extruido y el nylon fundido. La extrusión se usa típicamente para producir pequeñas piezas mecanizadas en grandes cantidades, mientras que la fundición es adecuada para producir piezas grandes en pequeñas cantidades con tensiones internas bajas. Tanto el nylon fundido como el extruido se pueden modificar con aditivos para mejorar propiedades específicas (Materials Pel Disseny De Productes Tectils)

Propiedades y especificaciones del material Nylon

Los plásticos de poliamida ofrecen:

- Alta resistencia a la abrasión.
- Alta resistencia al calor.
- Muy buena resistencia y durabilidad.
- Buenas propiedades de amortiguación mecánica.
- Buenas propiedades de deslizamiento.

- Buena resistencia química.

1.1.1.5. Método de Marshall (ASTM D-1559).

Según el ASTM D-1559, nos dice que el método de Marshall establece los parámetros necesarios para determinar las cualidades y propiedades (estabilidad, fluencia, durabilidad, trabajabilidad, resistencia al deslizamiento) que debe tener la mezcla de pavimentación y seleccionar un tipo de agregado y un tipo compatible de asfalto que puedan combinarse para producir esas cualidades. El método original de Marshall, sólo es aplicable a mezclas asfálticas en caliente para pavimentación que contengan agregados con un tamaño máximo de 25 mm (1”) o menor. El método modificado se desarrolló para tamaños máximo arriba de 38 mm (1.5”). Está pensado para diseño en laboratorio y control de campo de mezclas asfálticas en caliente con graduación densa. Debido a que la prueba de estabilidad es de naturaleza empírica, la importancia de los resultados en términos de estimar el comportamiento en campo se pierde cuando se realizan modificaciones a los procedimientos estándar (Garnica, 2004).

Método Marshall	Tráfico ligero		Tráfico medio		Tráfico pesado	
	Carpeta y base		carpeta y base		carpeta y base	
Criterio de mezcla	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Compactación, número de golpes en cada uno de los especímenes	35		50		75	
Estabilidad, (N) (lb)	3336		5338		8006	
	750	----	1200	----	1800	----
Flujo, (0.25 mm) (0.01 in)	8	18	8	16	8	14
Porcentaje de vacíos	3	5	3	5	3	5
Porcentaje de vacíos en los agregados minerales	Ver Tabla 2.2					
Porcentaje de vacíos rellenos de asfalto	70	80	65	78	65	75

Figura 6.: Criterios de diseño de mezclas Marshall.

Fuente: Garnica, 2004.

Máximo tamaño de partícula nominal		Porcentaje mínimo VMA		
		Porcentaje diseño vacíos de aire		
mm	in	3.0	4.0	5.0
1.18	No.16	21.5	22.5	23.5
2.36	No.8	19.0	20.0	21.0
4.75	No.6	16.0	17.0	18.0
9.5	3/8.	14.0	15.0	16.0
12.5	1/2.	13.0	14.0	15.0
19	3/4.	12.0	13.0	14.0
25	1.0	11.0	12.0	13.0
37.5	1.5	10.0	11.0	12.0

Figura 7.: Mínimo de porcentajes de vacíos en agregado mineral.

Fuente: Garnica, 2004.

1.1.1.6. Definición de términos básicos.

1.1.1.6.1. Mezcla asfáltica: Son aglomerados que se forman principalmente de la combinación de los agregados minerales y el asfalto en crudo dependiendo de su refinería, de tal modo que los agregados se quedan cubiertos por una capa continua de esta misma (Padilla, 2004).

1.1.1.6.2. Estabilidad de Marshall: Se define estabilidad de Marshall como al número total de newton (N) necesarios para producir la falla de la briqueta a 60°C (Garnica, 2004).

1.1.1.6.3. Flujo de Marshall: Muestra la capacidad de la mezcla asfáltica para resistir el asentamiento gradual y la deformación sin agrietarse (Garnica, 2004).

1.1.1.6.4. Porcentaje de vacíos de Marshall: Proporcionar espacios donde pueda fluir el asfalto durante su compactación adicional (Garnica, 2004).

1.1.1.6.5. Capa de rodadura: Es la parte superior del pavimento, que puede ser bituminoso (flexible) u hormigón de cemento portland (duro) o pavimento, cuya función es soportar directamente el tráfico (Catálogo de secciones estructurales de pavimentos para carreteras de la república mexicana).

1.1.1.6.6. Capa base: Sirve como base para el pavimento. Las carreteras se construyen con múltiples capas de diferentes espesores para resistir diferentes condiciones climáticas y garantizar décadas de servicio, según las tensiones esperadas (Catálogo de secciones estructurales de pavimentos para carreteras de la república mexicana).

1.1.1.6.7. Capa sub base: Esta es una capa de material que se construye directamente sobre el camino de terracería y sus funciones son: Reduzca los costos de pavimentación al reducir el espesor del respaldo (Catálogo de secciones estructurales de pavimentos para carreteras de la república mexicana).

1.1.1.6.8. Capa subrasante: Esta es la superficie terminada de la carretera al nivel del movimiento de tierra (corte y relleno) sobre la cual se colocará la estructura o pavimento de la carretera (Catálogo de secciones estructurales de pavimentos para carreteras de la república mexicana).

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye la fibra de nylon en una mezcla asfáltica para la Avenida El Maestro, San Ignacio?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

- Determinar la influencia de la fibra de nylon en una mezcla asfáltica para la Avenida El Maestro, San Ignacio 2022.

1.3.2. Objetivos específicos.

OE1: Determinar la dosificación óptima de la fibra de nylon en una mezcla asfáltica.

OE2: Determinar la estabilidad de la mezcla asfáltica usando la fibra de nylon.

OE3: Determinar el porcentaje de flujo de la mezcla asfáltica usando fibra de nylon.

OE4: Determinar el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica usando la fibra de nylon

OE5: Comparar una mezcla asfáltica con una mezcla asfáltica adicionando la fibra de nylon.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La fibra de nylon influenciará en una mezcla asfáltica para el diseño de un pavimento flexible en la Av. El Maestro, San Ignacio – Cajamarca 2022.

1.4.2. Hipótesis específicas

HE1. Al agregar la fibra de nylon en una mezcla asfáltica se obtiene una mejora en la estabilidad del asfalto en la Av. El Maestro, utilizando el ensayo de Marshall según lo correspondiente a la normativa vigente.

HE2. Al agregar la fibra de nylon en una mezcla asfáltica se obtiene una mejora en los resultados de los porcentajes de flujo del asfalto en la Av. El Maestro, utilizando el ensayo de Marshall según lo correspondiente a la normativa vigente.

HE3. Al agregar la fibra de nylon en una mezcla asfáltica se obtiene una mejora en los resultados de los porcentajes de vacíos del asfalto en la Av. El Maestro, utilizando el ensayo de Marshall según lo correspondiente a la normativa vigente.

Tabla 1.
Hipótesis específica 01.

Hipótesis específica 01	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
Al agregar la fibra de nylon en una mezcla asfáltica se obtiene una mejora en la estabilidad del asfalto en la Av. El Maestro, utilizando el ensayo de Marshall según lo correspondiente a la normativa vigente.	Fibra de nylon				
	Estabilidad del asfalto	Mezcla asfáltica	Mejora	Laboratorio de "GRUPO IMG - TRUJILLO"	Año 2022
	Propiedades de la Mezcla asfáltica				

Nota: Se plantea la hipótesis de una mejora en la estabilidad que tiene una mezcla asfáltica con distintos porcentajes de adición de fibra de nylon, mejorando a su vez las propiedades de la misma.

Tabla 2.
Hipótesis específica 02.

Hipótesis específica 02	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
Al agregar la fibra de nylon en una mezcla asfáltica se obtiene una mejora en los resultados de los porcentajes de flujo del asfalto en la Av. El Maestro, utilizando el ensayo de Marshall según lo correspondiente a la normativa vigente.	Fibra de nylon Porcentaje de flujo del asfalto Propiedades de la Mezcla asfáltica	Mezcla asfáltica	Mejora	Laboratorio de "GRUPO IMG - TRUJILLO"	Año 2022

Nota: se plantea la hipótesis de una mejora en los porcentajes de flujo que tiene una mezcla asfáltica con distintos porcentajes de adición de fibra de nylon, mejorando a su vez las propiedades de la misma.

Tabla 3.
Hipótesis específica 03.

Hipótesis específica 03	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
Al agregar la fibra de nylon en una mezcla asfáltica se obtiene una mejora en los resultados de los porcentajes de vacíos del asfalto en la Av. El Maestro, utilizando el ensayo de Marshall según lo correspondiente a la normativa vigente.	Fibra de nylon Porcentaje de vacíos del asfalto. Propiedades de la Mezcla asfáltica	Mezcla asfáltica	Mejora	Laboratorio de "GRUPO IMG - TRUJILLO"	Año 2022

Nota: Se plantea la hipótesis de una mejora en los porcentajes de vacíos que tiene una mezcla asfáltica con distintos porcentajes de adición de fibra de nylon, mejorando a su vez las propiedades de la misma.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Propósito de investigación

Según el propósito de investigación es de tipo aplicada, ya que busca mediante los resultados los aspectos de estabilidad, porcentajes de flujo y porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica. La investigación científica se orienta a dar respuestas concretas a la problemática que tiene lugar en diversas áreas y esferas del saber, así como en diferentes sectores sociales y naturales de la realidad (Carrasco, 2007).

2.1.2. Según el diseño.

Por otro lado, el diseño de la investigación será experimental, porque se irá manipulando la variable independiente “la fibra de nylon” y se determinará la influencia que genera sobre la variable dependiente, considerando las distintas dosificaciones concernientes a la mezcla asfáltica para dar así tener resultados positivos o negativos (Hernandez,2014).

2.1.3. Enfoque

El enfoque considerado para esta investigación es cuantitativo, ya que mediante ensayos se irán recolectando valores numéricos la cual se harán comparaciones de retrospectiva entre distintas investigaciones de mezcla asfáltica tradicional y la modificada con fibra de nylon. El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández, 2014).

2.1.4. Unidad de Estudio.

La unidad de estudio de la presente investigación son las mezclas asfálticas diseñadas para la obtención de los resultados correspondientes al ensayo de Marshall: porcentaje

de flujo, estabilidad y porcentaje de vacíos, añadiendo como aditivo la fibra de Nylon a la mezcla asfáltica y así poder realizar una comparación con respecto a una sin aditivo.

2.2. Variables.

2.2.1. Variable independiente

La variable independiente en nuestra investigación es la fibra de nylon, ya que no dependerá de ninguna otra variable para que pueda ser analizada en los ensayos que se vayan a realizar y así poder determinar qué tan influyente sería para mejorar las características de la mezcla asfáltica.

2.2.2. Variable dependiente

La variable dependiente en nuestra investigación es la mezcla asfáltica, puesto que al ir añadiendo a la fibra de Nylon en porcentajes de 1%, 1.5% y 2%, ésta influenciará en las propiedades de las mezclas asfálticas: en la estabilidad del asfalto, en el porcentaje de flujo y en el porcentaje de vacíos.

2.3. Población y muestra.

Población:

Avenida El Maestro, San Ignacio 2022.

Muestra:

Según Manuel Borja S. (2016), en su libro “Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros” nos dice que la muestra es una parte que se obtiene de la población, esta debe ser representativa, ya que de esta se recolectarán los datos necesarios.

En esta investigación el tipo de muestra será “No probabilístico por juicio”, ya que la cantidad de especímenes a utilizar serán en base a conocimientos previos, por lo tanto, ya se tendrá una muestra definida.

En esta investigación la muestra será considerada los 3 especímenes con una mezcla asfáltica de 55% piedra y 45% de arena, siendo los porcentajes de cementos asfálticos que se añadirán 4%, 4.5%, 5%, 5.5% y 6%, obteniendo el porcentaje más adecuado para adicionar 1%, 1.5%, 2% de fibra de nylon con el contenido de asfalto más óptimo encontrado en los ensayos, dando un total de 24 especímenes.

Tabla 4.

Cantidad de muestras para el método de Marshall.

Muestras	% de asfalto	% de fibra de nylon	Nº de golpes	Nº de Muestras
Muestra patrón	4.00%	-	75	3
	4.50%	-	75	3
	5.00%	-	75	3
	5.50%	-	75	3
	6.00%	-	75	3
Muestra + Fibra de nylon	5.00%	1.00%	75	3
	5.00%	1.50%	75	3
	5.00%	2.00%	75	3
TOTAL=				24

Nota: Se da a conocer los distintos porcentajes de asfalto para la muestra patrón, teniendo así, 3 muestras para cada una de ellas y un número de Golpes establecido según criterio y la importancia que tiene. Para la mezcla asfáltica con la fibra de nylon, se tomó como la muestra patrón óptima el 5% de asfalto, la cual se consideró 55% de piedra y 45% de arena, así mismo adicionando la fibra de nylon en distintos porcentajes.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

Esta investigación se llevó a cabo en la Av. El Maestro en la provincia de San Ignacio en el departamento de Cajamarca ubicado en la frontera de Ecuador (Ceja de selva), el distrito de San Ignacio se encuentra en una altitud media de 1,324 msnm, para lo cual en la presente investigación se van a seguir los lineamientos y parámetros de la norma Análisis Granulométrico (NTP. 400.012 / ASTM D422) y del peso específico del

agregado grueso (NTP. 400.022 / ASTM C127), absorción del agregado grueso (NTP. 400.022 / ASTM C127), peso unitario seco suelto del agregado grueso (NTP. 400.017 / ASTM C29), peso unitario compactado del agregado grueso (NTP. 400.017 / ASTM C29), contenido de humedad del agregado grueso (NTP. 339.185 / ASTM C566), análisis granulométrico por lavado (ASTM D – 421), ensayo de Marshall (ASTM D – 1559).

2.4.1. Técnicas para la recolección de datos.

Para la recolección de datos utilizaremos la técnica de la observación ya que mediante los ensayos de los laboratorios recopilaremos y procesaremos datos objetivos con el fin recolectar la información referente al tema de estudio por medio de la visibilidad y así, realizar una evaluación de los resultados obtenidos. La técnica de la observación se define como la inspección y estudio realizado por el investigador, mediante el empleo de sus propios sentidos, con o sin ayuda de aparatos técnicos, de las cosas o hechos de interés social, tal como son o tienen lugar espontáneamente (Sierra y Bravo (1984).

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento utilizado para la recolección de datos serán las guías de observación (*ver anexo I*); ya que por estas mismas se irán recolectando la información obtenida de las características del material y anotar los indicadores y criterios que se irán a considerar. Hay quienes lo llaman instrumentos de observación, como también se le conoce como instrumentos de medición (Carrasco, 2007).

Por ende, los instrumentos y/o equipos para realizar el ensayo Marshall según la normativa del ASTM D – 1559 son:

- ✓ Molde de Compactación: Consiste en una placa de base plana, molde y collar de extensión cilíndricos. El molde tiene un diámetro interior de 101.6 mm (4") y altura aproximada de 76.2 mm (3"); la placa de base plana y el collar son intercambiables. Es conveniente que el molde esté provisto con agarraderas.
- ✓ Martillo de compactación con base plana circular de apisonado de 98,4 mm (3 7/8") de diámetro, equipado con un pisón de 4.54 kg (10 lb) de peso total, cuya altura es de caída de 457.2 mm (18").
- ✓ Pedestal de compactación. Pieza de madera de base cuadrada de 200.3 mm de lado y 457.2 mm de altura (8"x8"x18"), provista en su cara superior de una platina cuadrada de acero de 304.8 mm de lado por 25.4 mm de espesor (12"x12"x1"), finalmente sujeta en la misma. El conjunto se deberá fijar firmemente a una superficie de concreto, de tal manera que la platina de acero quede horizontal.
- ✓ Extractor de muestras de Asfaltos. Para extraer la probeta compactada del molde, es de acero, en forma de disco con diámetro de 100 mm (3.95") y 12.7 (1/2") de espesor.
- ✓ Soporte para molde o porta molde. Dispositivo con resorte de tensión diseñado para sostener rígidamente el molde de compactación sobre el pedestal.
- ✓ Mordaza. Consiste en dos segmentos cilíndricos, con un radio de curvatura interior de 50.8 mm (2") de acero enchapado para facilitar su fácil limpieza. El segmento inferior que terminará en una base plana, irá provisto de dos varillas perpendiculares a la base y que sirven de guía al segmento superior. El movimiento de este segmento se efectuará sin rozamiento apreciable.
- ✓ Medidor de deformación: Consiste en un deformímetro de lectura final fija y dividido en centésimas de milímetro, firmemente sujeto al segmento superior y cuyo

vástago se apoyará, cuando se realiza el ensayo, en una palanca ajustable acoplada al segmento inferior.

- ✓ Prensa para ensayo Marshall: Se utiliza para la rotura de las probetas será mecánica con una velocidad uniforme de desplazamiento de 50.8 mm/min.
- ✓ Medidor de estabilidad: La resistencia
- ✓ Discos de Papel Filtrante de 4 pulg.
- ✓ Horno. El horno deberá estar provisto de control termostático, capaz de mantener La temperatura requerida con un error menor de 3 °C (5 °F) se emplea para calentar los agregados, material asfáltico, conjunto de compactación y muestra.
- ✓ Baño. El baño para agua, de 150 mm (6") de profundidad mínima y controlado termostáticamente para mantener la temperatura a $60^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ ($140^{\circ} \pm 1.8^{\circ} \text{F}$), deberá tener un falso fondo perforado o estar equipado con un estante para mantener las probetas por lo menos a 50.8 mm (2") sobre el fondo del tanque.
- ✓ 2 recipientes de dos litros de capacidad para calentar los agregados y para mezclar el asfalto y agregado.
- ✓ Tamices. Conformados por: 50 mm (2"), 37.5 mm (1 1/2"), 25 mm (1"), 19.0 mm (3/4"), 12.5 mm (1/2"), 9.5 mm (3/8"), 4.75 mm (N° 4), 2.36 mm (N° 8), 300 μm (N° 50), 75 μm (N° 200).
- ✓ Termómetros blindados. De 10°C a 232°C (50°F a 450°F) para determinar las temperaturas del asfalto, agregados y mezcla, con sensibilidad de 3°C. Para la temperatura del baño de agua se utilizará termómetro con escala de 20°C a 70°C y sensibilidad de 0.2°C (68°F a 158°F + 0.4°F).
- ✓ Balanza. Para pesar agregados y asfalto de 5kg. De capacidad, y sensibilidad de 1gr. Para pesar probetas compactadas de 2 kg. De capacidad y sensibilidad de 0.1 gr.

- ✓ Parafina.
- ✓ Pírex de 500 cm³.
- ✓ Guantes de cuero. Para poder manipular el equipo caliente,
- ✓ Crayolas para identificar las probetas.
- ✓ Bandejas taradas.
- ✓ Espátulas.

2.4.3. Instrumentos de recolección de datos

El presente estudio es una inferencia estadística para determinar el comportamiento poblacional con riesgo de error medible en base a muestras y se realiza en el programa informático estadístico SPSS. Para las hipótesis, los estudios son pruebas no paramétricas utilizando el método estadístico ANOVA de análisis de varianza. Dado que la investigación tiene un diseño experimental, este tipo de instrumento puede utilizarse para probar hipótesis de investigación, si la fibra de Nylon mejora las propiedades de una mezcla asfáltica.

2.4.3. Procedimiento de Recolección de datos.

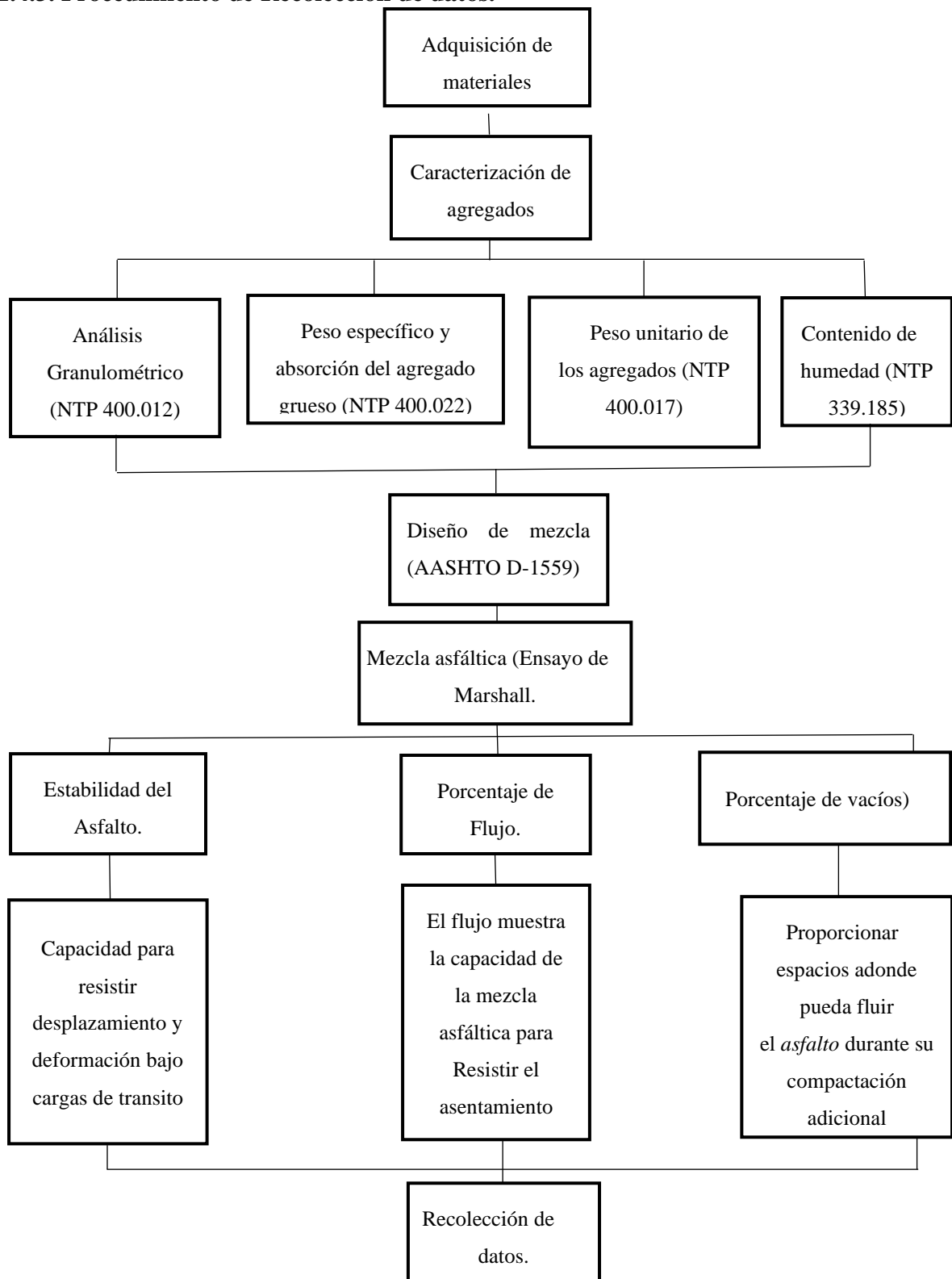


Figura 8: Esquema de procesos de recolección de datos.

Fuente: Elaboración propia, 2022

2.4.3.1. Procedencia y caracterización de los agregados.

2.4.3.1.1. Procedencia.

La procedencia de los agregados son de la cantera Zapotal, ubicada en el caserío de puerto Chinchipe, Distrito de San Ignacio, Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca por ser la única cantera en la ciudad que se encarga de distribuir los agregados a las distintas obras ya sean municipales o para servicios privados. El traslado de los agregados tales como la piedra de 3/4" y arena gruesa, fueron en sacos de 30 kg c/u en una movilidad particular hasta la ciudad de Trujillo para luego ser ensayados en el laboratorio de Grupo IMG. Se optó por llevar los materiales a la ciudad Trujillo por la falta de implementación que carecen los laboratorios cercanos a San Ignacio.

2.4.3.1.2. Caracterización de los agregados.

Los agregados utilizados fueron caracterizados verificando que se cumplieran los criterios de la normativa, en el laboratorio Grupo IMG de la ciudad de Trujillo.

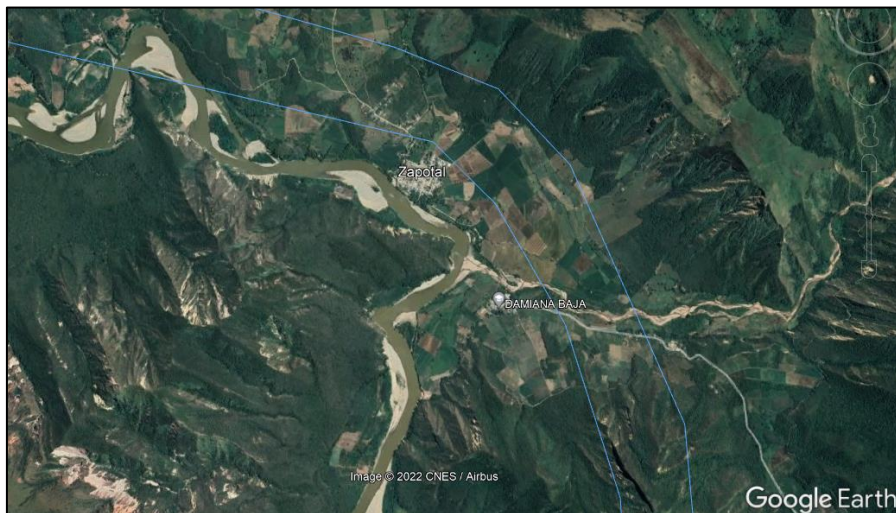


Figura 9.: Ubicación de la cantera Zapotal a orillas del Río Chinchipe.

Fuente: Google Maps, 2022.

2.5. Método y procedimiento.

Los métodos a utilizar en el presente trabajo de investigación serán los ensayos referentes a la mezcla asfáltica, que serán desarrollados detalladamente, teniendo en cuenta lo establecido por la normativa ASTM, NTP y Manual de Laboratorio Ensayos Para Pavimentos Volumen I. El método a utilizar será el Método Marshall. A continuación, se detallará todos los ensayos a realizar en el Laboratorio que nos pareció más pertinente en nuestro caso Grupo IMG, y determinar la influencia de la fibra de nylon en una mezcla asfáltica para el diseño de un pavimento flexible en la Av. El Maestro.

2.5.1. Granulometría

El ensayo de granulometría tiene como procedimiento manual o mecánico que permite separar los componentes del agregado por tamaño de modo que se conozca la proporción en peso de cada tamaño que contribuye al peso total. Para separar por tamaño, se empleó mallas con diferentes aberturas, cada una de las cuales proporciona el tamaño de agregado más grande. En la práctica, el peso de cada tamaño se expresa como un porcentaje de la muestra total retenida por cada puntada. Estas retenciones se calculan de forma parcial y acumulativa para cada malla. Esto se debe a que este último se utiliza para dibujar el gráfico de valor material.

Equipos de laboratorio:

- Balanzas.
- Tamices.
- Agitador mecánico de tamices
- Horno.

Tabla 5.

Mínimo de muestra de agregado grueso.

Tamaño máximo nominal abertura cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
Mm	(in)	Kg
9.500	(3/8)	1
12.500	(1/2)	2
19.000	(3/4)	5
25.000	(1)	10
37.500	(1 ½)	15
50.000	(2)	20
63.000	(2 ½)	35
75.000	(3)	60
90.000	(3 ½)	100
100.000	(4)	150
125.000	(5)	300

Nota: Requisitos mínimos del agregado grueso de la NTP 400.012 Análisis granulométrico de los agregados, para nuestra investigación a continuación se demostrará empíricamente en qué rango se encuentra.

Procedimiento:

- ✓ Se toma la muestra de 5 kg de agregado de grueso cuyo tamaño nominal es de 3/4” según lo especificado en la tabla 5 de la NTP 400.012.
- ✓ Luego se zarandea la muestra echada en los tamices cubriendo todo lo de encima.
- ✓ Se realizan movimientos circulares durante un aproximado de 5 min.
- ✓ Se pesa la muestra retenida de cada tamiz.
- ✓ Se introducen los datos en un Excel y se procedió a determinar los porcentajes retenidos y los que pasan de cada malla.

Ecuación 1. Ecuación de muestra retenida.

$$\% \text{Retenido} = \frac{W_r}{W_t} * 100$$

Donde:

W_t = Peso total de la muestra

W_r = Peso retenido por malla.

Ecuación 2. Porcentaje retenido acumulado.

$$\% \text{Retenido acumulado} = \left(\sum \% \text{ Retenido} \right) + \text{Retenido}_{<}$$

Ecuación 3. Porcentaje que pasa.

$$\% \text{Que pasa} = 100 - \% \text{Retenido acumulado}$$

✓ Finalmente se elaboró la curva granulométrica.

2.5.2. Peso específico y absorción del agregado grueso.

Este ensayo tiene como finalidad determinar las propiedades Marshall (densidad, porosidad de la mezcla asfáltica), conocer el peso específico y tasa de absorción utilizada en la construcción de la mezcla asfalto-concreto, así como la curva de saturación, porosidad y porosidad. del suelo gravo -arenoso.

Equipos de laboratorio:

- Balanzas.
- Picnómetro.
- Frasco.
- El molde y barra compactadora para los ensayos superficiales de humedad.
- Estufa.

Procedimiento:

- ✓ Se procede a lavar el agregado grueso
- ✓ Llevar al horno a 110°C +/- 5°C por 24 horas.
- ✓ Luego se deja enfriar la muestra a temperatura apropiada de manipulación.
- ✓ Sumergir en agua por otras 24 horas y secar la muestra, para luego vaciar el agua.
- ✓ Se continua con pesar la muestra en la cesta de alambre y pasar la muestra nuevamente al horno por 24 horas repitiendo el mismo proceso hasta determinar el peso seco final.
- ✓ Y para finalizar se realizan los cálculos con las siguientes ecuaciones.

Ecuación 4. Peso específico de la masa (Pem).

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} * 100$$

Ecuación 5. Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pess).

$$P_{eSSS} = \frac{B}{(B - C)} * 100$$

Ecuación 6. Peso específico aparente (pea).

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} * 100$$

Ecuación 7. Absorción (Ab).

$$Ab (\%) = \frac{B - A}{A} * 100$$

Donde:

A= Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr).

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca (SSS) en el aire (gr).

C= Peso en el agua de la muestra saturada.

2.5.3. Peso unitario de los agregados.

Se procede a realizar el pesaje del recipiente y el agregado llenándose a 3 capas para lo cual se dará 25 golpes con la varilla metálica por cada capa, se nivela el contenido y se pesa el recipiente con el agregado.

Ecuación 8. Peso Unitario del agregado.

$$M = \frac{G - T}{V}$$

Donde:

M = Peso Unitario del agregado en kg/m³.

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg.

T = Peso del recipiente de medida en kg.

V = Volumen de la medida en m³.

2.5.3. Método de Marshall.

El propósito de esta prueba es describir las propiedades que se deben seguir para determinar las propiedades Marshall de las mezclas asfálticas en caliente.

Ecuación 9. Gravedad Específica Neta del Agregado.

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}}$$

Donde:

G_{sb} = Gravedad Específica neta del agregado total

$P_1, P_2, P_n,$ = Porcentajes individuales por masa de agregado.

G_1, G_2, G_n = Gravedad específica neta individual del agregado

Ecuación 10. Gravedad Específica Neta del Agregado.

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

Donde:

G_{se} = Gravedad específica efectiva del agregado

G_{mm} = Gravedad específica máxima de mezcla de pavimento (sin vacíos de aire)

P_{mm} = Porcentaje de masa del total de la mezcla suelta

G_b = Gravedad específica del asfalto

Ecuación 11. Gravedad Específica Neta del Agregado.

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

Donde:

G_{mm} = Gravedad específica máxima de la mezcla del pavimento (sin vacíos de aire).

P_{mm} = Porcentaje de la masa del total de la mezcla suelta.

P_s = Contenido de agregado, porcentaje del total de la masa de la mezcla.

G_{se} = Gravedad específica efectiva del agregado.

G_b = Gravedad específica del asfalto.

Ecuación 12. Gravedad Específica de la Mezcla Asfáltica Compactada.

$$G_{mb} = \frac{W_a}{W_{ss} - W_w}$$

Donde:

W_a = Masa de la probeta en el aire.

W_w = Masa de la probeta en el agua.

W_{ss} = Masa en el aire de la probeta saturada y superficialmente seca.

Ecuación 13. Gravedad Teórica Máxima de la Mezcla Asfáltica.

$$G_{mm} = \frac{A}{A + B - C}$$

Donde:

G_{mm} = Gravedad específica máximo de las muestras.

A = Masa de la muestra seca, g.

B = Masa del picnómetro con agua a 25°C, g.

C = Masa del picnómetro con agua y muestra a 25°C, g.

Ecuación 14. Gravedad Específica Neta del Agregado.

$$G_{mb} = \frac{W_a}{W_{ss} - W_w}$$

Donde:

W_a = Masa de la probeta en el aire.

W_w = Masa de la probeta en el agua.

W_{ss} = Masa en el aire de la probeta saturada y superficialmente seca.

Ecuación 15. Porcentaje de Vacíos en el Agregado mineral.

Si la composición de la mezcla se determina como el porcentaje total de la masa de la mezcla asfáltica:

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}}$$

Donde:

VMA = Vacíos en el agregado mineral (porcentaje del volumen neto)

G_{sb} = Gravedad específica neta del total de agregado.

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

P_s = Contenido de agregado, porcentaje del total de la masa de la mezcla asfáltica.

Si la composición de la mezcla se determina como el porcentaje de la masa del agregado:

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{100 + P_b} \times 100$$

P_b = Contenido de agregado, porcentaje del total de la masa de la mezcla asfáltica.

Ecuación 16. Porcentaje de vacíos.

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

Donde:

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

G_{mm} = Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica.

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

Ecuación 17. Porcentaje de vacíos.

$$VFA = 100 - \frac{VMA - V_a}{VMA}$$

Donde:

VFA = Vacíos llenados con asfalto, porcentaje de VMA.

VMA = Vacíos en el agregado mineral, porcentaje del volumen total.

V_a = Vacíos de aire en mezclas compactadas, porcentaje del volumen total.

Tabla 6.

Requisitos para mezcla de concreto bituminoso.

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado.	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0.01* (0,25 mm)	8 – 14	8 – 16	8 – 20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3 - 5	3 – 5	3 – 5
5. Vacíos en el agregado mineral	Ver tabla 423 - 10		
Inmersión - Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa min.	2.1	2.1	1,4
2. Resistencia retenida % (min.)	75	75	75
Relación Polvo - Asfalto (2)	0,6 – 1,3	0,6 – 1,3	0,6 – 1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1 700 – 4 000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Min.		

Nota: Manual de Laboratorio de Ensayos para Pavimentos Volumen I, para comparación de nuestros resultados y determinar si cumplen con los requisitos de la mezcla asfáltica con adición de los distintos porcentajes de la fibra de nylon y determinar el parámetro óptimo.

2.5.4. Análisis estadístico.

2.5.4.1. Prueba de normalidad.

Las pruebas de normalidad de datos es un supuesto usado en pruebas estadísticas que deben validarse para determinar la aplicación o no de una estadística en particular, como la t - Student, la prueba F, ANOVA, análisis factorial, etc. (Gujarati & Porter, 2010).

Para esta investigación se utilizará la prueba de Shapiro Wilk, porque las muestras que se tomó son menores a los 50 elementos. Hipótesis siguientes:

- **Hipótesis nula (H₀):** La distribución es normal.
- **Hipótesis alterna (H₁):** La distribución no es normal.

2.5.4.2. Prueba de homogeneidad de varianza.

Prueba de homogeneidad de varianzas, tiene en cuenta una varianza que no varía en los distintos rangos de un factor o, mejor dicho, distintos grupos.

Test de Levene.

Es de bien utilizada para analizar las semejanzas de las varianzas de una variable que es calculada para dos o más grupos. Además, permite elegir diferentes estadísticos de centralidad: mediana, media, media truncada (Rodrigo, 2016)

2.5.4.3. Análisis de varianza.

El análisis de varianza (ANOVA), también conocido como análisis factorial y desarrollado por Fisher en 1930, es una herramienta básica para examinar el efecto de uno o más factores (cada uno con dos o más niveles) sobre la media de una variable. . Por tanto, es una prueba estadística que se utiliza cuando se quiere comparar las medias de dos o más grupos (Rodrigo, 2016).

Aspectos Éticos.

Este estudio se rige por aspectos éticos de la investigación científica académica, con el compromiso de que este estudio es: Libre de fraude científico o datos parciales o de invención total que no se hayan realizado en este análisis, exento de falsificación y/o manipulación de la información para obtener resultados sesgados o favorables a la hipótesis en estudio y exento de plagio o apropiación de ideas, sin citar ni reconocer la fuente de investigación, puesto que en todo momento se ha respetado la propiedad intelectual y se ha realizado el respectivo reconocimiento de los trabajos utilizados.

La tesis es autentica la cual se han usado las siguientes normativas, Análisis Granulométrico (NTP. 400.012 / ASTM D422) y del peso específico del agregado grueso (NTP. 400.022 / ASTM C127), absorción del agregado grueso (NTP. 400.022 / ASTM C127), peso unitario seco suelto del agregado grueso (NTP. 400.017 / ASTM C29), peso unitario compactado del agregado grueso (NTP. 400.017 / ASTM C29), contenido de humedad del agregado grueso (NTP. 339.185 / ASTM C566), análisis granulométrico por lavado (ASTM D – 421), ensayo de Marshall (ASTM D – 1559).

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Análisis granulométrico de los agregados (NTP 400.012)

3.1.1. Análisis granulométrico del agregado grueso del ensayo 1.

Tabla 7.

Análisis granulométrico del agregado grueso, ensayo 1.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	969.2	19.4	19.4	80.6
1/2"	12.500	1373.7	27.5	46.9	53.1
3/8"	9.500	1015.2	20.3	67.2	32.8
N° 4	4.750	1640.9	32.8	100.0	0.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0

Módulo de Finura: 6.87

Nota: Análisis granulométrico para el agregado grueso en el primer ensayo, se puede observar que el tamaño máximo es de 1" y el módulo de finura es de 6.87.

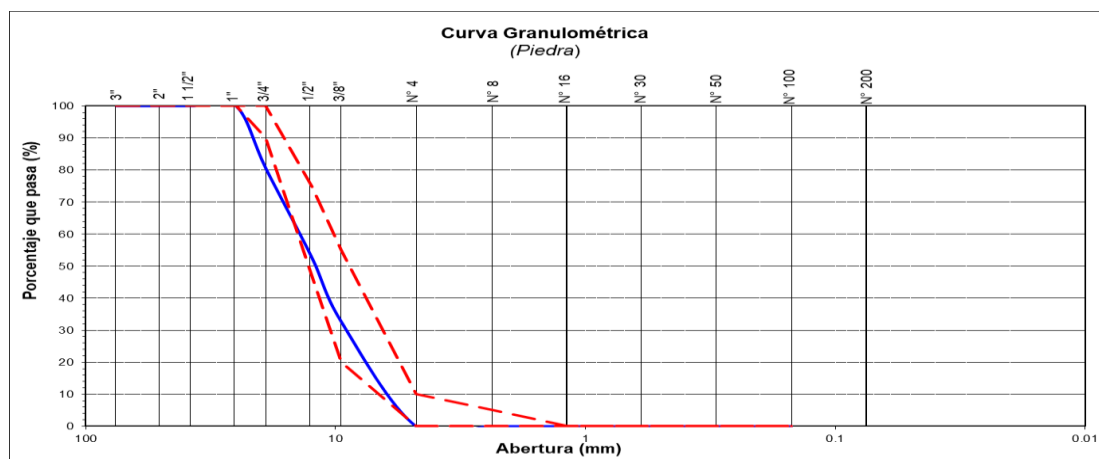


Figura 10.: Curva granulométrica del agregado grueso, ensayo 1.

Fuente: Elaboración propia, 2022

3.1.2. Análisis granulométrico del agregado grueso del ensayo 2.

Tabla 8.

Análisis granulométrico del agregado grueso, ensayo 2.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	901.3	18.0	18.0	82.0
1/2"	12.500	1303.9	26.1	44.1	55.9
3/8"	9.500	1073.1	21.5	65.6	34.4
Nº 4	4.750	1720.7	34.4	100.0	0.0
Nº 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0

Módulo de Finura: 6.84

Nota: Análisis granulométrico para el agregado grueso en el segundo ensayo, se puede observar que el tamaño máximo es de 1" y el módulo de finura es de 6.84.

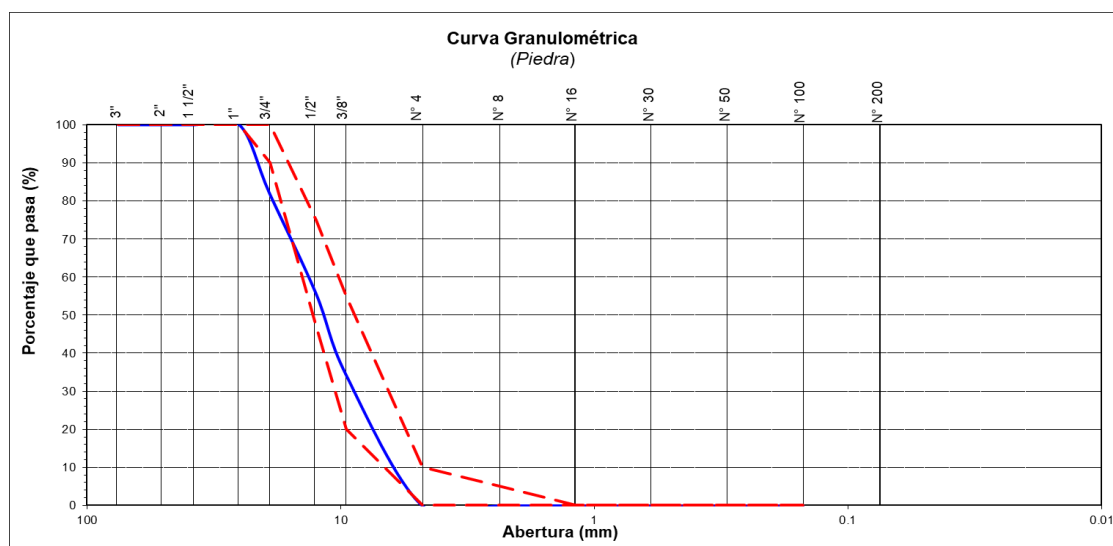


Figura 11.: Curva granulométrica del agregado grueso, ensayo 2.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.1.3. Análisis granulométrico del agregado grueso del ensayo 3.

Tabla 9.

Análisis granulométrico del agregado grueso, ensayo 3.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	916.7	18.3	18.3	81.7
1/2"	12.500	1220.9	24.4	42.8	57.2
3/8"	9.500	1059.5	21.2	64.0	36.0
Nº 4	4.750	1802.0	36.0	100.0	0.0
Nº 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0

Módulo de Finura: 6.82

Nota: Análisis granulométrico para el agregado grueso en el segundo ensayo, se puede observar que el tamaño máximo es de 1" y el módulo de finura es de 6.82.

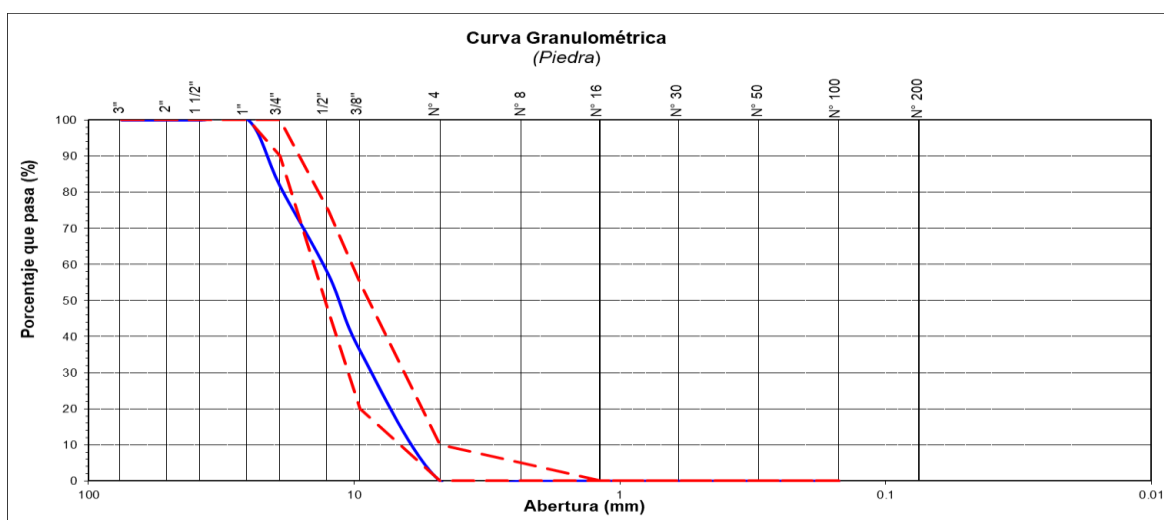


Figura 12.: Curva granulométrica del agregado grueso, ensayo 3.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.2. Ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.022/ASTM C 127).

Tabla 10.

Peso específico y absorción del agregado grueso.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3
PESO DE LA MUESTRA (g)	400.000	400.000	400.000
(B): PESO DE LA MUESTRA SSS (Kg)	419.700	420.5	418.7
(C): PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA S (Kg)	258.600	263.700	259.800
(A): PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (Kg)	408.600	407.800	409.500
Pem = A/(B-C)	2536.313	2600.765	2577.093
Promedio del peso específico (Kg/m³)		2571.390	
PmSSS = B/(B-C)	2605.214	2681.760	2634.991
Pea = A/(A-C)	2724.000	2829.979	2735.471
% ABS = ((B-A)/A)*100	2.72	3.114	2.247
Promedio de la absorción		2.69	

Nota: Según los resultados del peso específico y absorción del agregado grueso, tenemos un promedio del peso específico de 2571.39 Kg/m³ y promedio de la absorción de 2.69%. utilizando 400 gr de agregado grueso por muestra.

3.3. Ensayo del peso unitario de los agregados (NTP 400.017/ASTM C29)

3.3.1. Peso unitario suelto del agregado grueso.

Tabla 11.

Peso unitario suelto del agregado grueso.

PESO UNITARIO SUELTO			
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3
PESO DEL MOLDE (Kg)	1.2	1.2	1.2
PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)	18.520	18.62	18.54
PESO DE LA PIEDRA (Kg)	17.32	17.42	17.34
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.0106	0.0106	0.0106
PUS (Kg/m3)	1633.96	1643.40	1635.85
PROMEDIO P.U.S. (kg/m3)	1637.74		

Nota: Según los resultados del peso unitario suelto de agregado grueso, tenemos un promedio de 1637.74 Kg/m3, utilizando 1.20 kg de agregado grueso por muestra.

3.3.2. Peso unitario compactado del agregado grueso.

Tabla 12.

Peso unitario compactado del agregado grueso.

PESO UNITARIO COMPACTADO			
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3
PESO DEL MOLDE (Kg)	1.2	1.2	1.2
PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)	21.46	21.68	21.54
PESO DE LA PIERA (Kg)	20.26	20.48	20.34
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.0106	0.0106	0.0106
PUC(Kg/m3)	1911.32	1932.08	1918.87
PROMEDIO P.U.C. (kg/m3)	1920.75		

Nota: Según los resultados del peso unitario compactado de agregado grueso, tenemos un promedio de 1920.75 Kg/m3, utilizando 1.20 kg de agregado grueso por muestra.

3.4. Ensayo para contenido de humedad de los agregados gruesos (NTP 329.185/ASTM C566)

Tabla 13.

Contenido de humedad del agregado grueso.

Ensayo	muestra #1	muestra #2	muestra #3
PESO DE LA TARA (g)	72.7	71.6	71.5
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	269.3	266.4	265.2
PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (g)	265.8	263.2	264.6
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	196.6	194.8	193.7
PESO DE LA MUESTRA SECA	193.1	191.6	193.1
%W	1.8	1.7	0.3
PROMEDIO %W		1.30	

Nota: Según los resultados del contenido de humedad del agregado grueso, tenemos un promedio 1.30%. utilizando un promedio de 71.93 gr de agregado grueso por muestra.

3.5. Ensayo para determinar el desgaste abrasivo de los ángeles (ASTM C-131)

Tabla 14.

Desgaste abrasivo de los ángeles.

DESGASTE ABRASIVO DE LOS ANGELES								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 1/2"					2500		
2 1/2"	2"					2500		
2"	1 1/2"					5000	5000	
1 1/2"	1"	1250					5000	5000
1"	3/4"	1250						5000
3/4"	1/2"	1250	2500					
1/2"	3/8"	1250	2500					
3/8"	#3			2500				
#3	#4			2500				
#4	#8				5000			
No. DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
No. DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000

Nota: Según las distintas composiciones que determina el desgaste abrasivo de los ángeles, según la granulometría del material.

3.6. Ensayo para determinar el porcentaje de caras fracturadas en los agregados (ASTM D-5821).

Tabla 15.

Determinación del porcentaje de caras fracturadas en los agregados, con una cara fracturada.

CON UNA CARA DE FRACTURA						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA	RETENIDO	(g)	(g)	(B/A) *100	(%)	(Cx D)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1470.00	195.00	0.13	24.30	3.22
3/4"	1/2"	1290.00	216.00	0.17	30.67	5.14
1/2"	3/8"	240.00	59.00	0.25	45.03	11.07
TOTAL		3000.00	470.00	0.55	100.00	19.43

Nota: Según la Tabla 15, para un tamaño máximo nominal del agregado según granulometría de 3/4", tenemos 24.30% de una cara fractura.

Tabla 16.

Determinación del porcentaje de caras fracturadas en los agregados, con dos caras fracturadas.

CON DOS CARAS DE FRACTURA						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA	RETENIDO	(g)	(g)	(B/A) *100	(%)	(CxD)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1350.00	251.00	0.19	27.91	5.19
3/4"	1/2"	1410.00	125.00	0.09	13.31	1.18
1/2"	3/8"	240.00	94.00	0.39	58.79	23.02
TOTAL		3000.00	470.00	0.67	100.00	29.39

Nota: Para un tamaño máximo nominal del agregado según granulometría de 3/4", tenemos 27.91% de dos caras fractura.

3.7. Ensayo de equivalente de arena (ASTM D-2419/AASHTO T176-00).

Tabla 17.

Equivalente de arena.

MUESTRA	1	2	3
INICIO	10:15	11:05	11:55
TERMINO	10:50	11:40	12:30
LECTURA TOTAL	4.2	4.2	4.2
LECTURA DE ARENA	3.9	3.9	3.9
EQ. ARENA (%)	92.9	92.9	92.9
EQ. ARENA PROM. (%)		92.9	

Nota: Tenemos una equivalencia de arena del 92.9%, la cual se usaron 3 muestras para el ensayo.

3.8. Ensayo de adherencia en bandeja (I.N.V. E 740 - 07).

Tabla 18.

Adherencia en bandeja.

DATOS	1	2	3
CANTIDAD DE MUESTRA #	50.00	50.00	50.00
CANTIDAD DE CEMENTO ASFALTICO ml	100.00	100.00	100.00
TEMPERATURA DE CA (°C)	140.00	140.00	140.00
# DE PARTICULAS RECUBIERTAS	48.00	48.00	48.00
# DE PARTICULAS NO RECUBIERTAS	1.00	1.00	1.00
ADHERENCIA (%)	96.00	96.00	96.00
ADHERENCIA PROM. (%)		96.00	

Nota: Tenemos una adherencia promedio de 96.00%, la cual se usaron 3 muestras para el ensayo de adherencia en bandeja, según la norma (I.N.V. E 740 – 07).

3.9. Ensayo de Marshall (I.N.V. E 740 - 07).

3.9.1. Ensayo de Marshall sin la Fibra de Nylon.

3.9.1.1. Diseño de Mezcla Asfáltica Ensayo 1.

3.9.1.1.1. Cantidad de Agregado y Asfalto.

Tabla 19.

Cantidades necesarias de Agregados y Asfalto.

% DE ASFALTO	ASFALTO (gr.)	55% grava de 3/4" (gr.)	0% grava de 1/2" (gr.)	0% grava de 3/8" (gr.)	45% Arena (gr.)
4.00%	48	633.60	0	0.00	518.40
4.50%	54	630.30	0	0.00	515.70
5.00%	60	627.00	0	0.00	513.00
5.50%	66	623.70	0	0.00	510.30
6.00%	72	620.40	0	0.00	507.60

Nota: Se explica las cantidades de asfalto que se utilizó para el primer ensayo del diseño de mezcla con el método de Marshall, correspondiendo a cada una con sus distintivos porcentajes. Para ello se utilizó 1200 gr del peso total de la briqueta, añadiendo así los agregados y el asfalto según su porcentaje para cada muestra.

3.9.1.1.2. Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada.

Tabla 20.

Espesor y/o Altura de las Briquetas.

% DE ASFALTO	Altura de las probetas o briquetas				Promedio (cm)
	H_1 (cm)	H_2 (cm)	H_3 (cm)	H_4 (cm)	
4.00%	6.75	6.74	6.76	6.75	6.75
4.50%	6.71	6.72	6.7	6.71	6.71
5.00%	6.81	6.83	6.81	6.80	6.81
5.50%	6.73	6.74	6.75	6.73	6.74
6.00%	6.74	6.73	6.71	6.72	6.73

Nota: Se explica las distintas alturas de las briquetas y la altura promedia de la misma, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del primer ensayo.

Tabla 21.

Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk.

% DE ASFALTO	M_S	M_{SSS}	M_{SUM}	G (Kg/m ³)	G_{mb}
4.00%	1175.00	1194.00	699.60	2376.62	2.377
4.50%	1178.00	1196.00	696.50	2358.36	2.358
5.00%	1179.00	1197.00	691.70	2333.27	2.333
5.50%	1154.00	1197.00	700.30	2323.33	2.323
6.00%	1158.00	1198.00	689.80	2278.63	2.379

Nota: Se determinó la densidad real y la gravedad específica de bulk, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del primer ensayo.

3.9.1.1.3. Determinación de la Estabilidad y Flujo.

Tabla 22.

Estabilidad y Flujo.

% DE ASFALTO	Lectura de dial	Estabilidad (KN)	Índice de flujo (Pulg.)	Índice de Flujo (mm)
4.00%	52.00	5.24	0.251	6.37
4.50%	27.00	8.06	0.307	7.81
5.00%	90.00	9.09	0.388	9.86
5.50%	126.00	7.85	0.287	7.29
6.00%	126.00	5.26	0.204	5.18

Nota: Tenemos los datos otorgados por la prensa Marshall, tanto como la estabilidad y el índice de flujo, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del primer ensayo.

3.9.1.1.4. Determinación del Porcentaje de Vacíos.

Tabla 23.

Porcentaje de Vacío sin Fibra de Nylon.

% DE ASFALTO	Alturas de las Briquetas (cm)	% Vacíos en Agregado Mineral VMA	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Lleno de Asfalto VFA
4.00%	6.75	11.556	3.007	73.983
4.50%	6.71	12.72	3.085	75.748
5.00%	6.81	14.098	3.423	75.748
5.50%	6.74	14.916	3.15	78.882
6.00%	6.73	16.969	4.311	74.597

Nota: Se tiene los datos otorgados por la prensa Marshall, el porcentaje de vacíos de agregado mineral, porcentaje de vacíos de aire en la mezcla compactada y vacíos lleno de asfalto, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del primer ensayo.

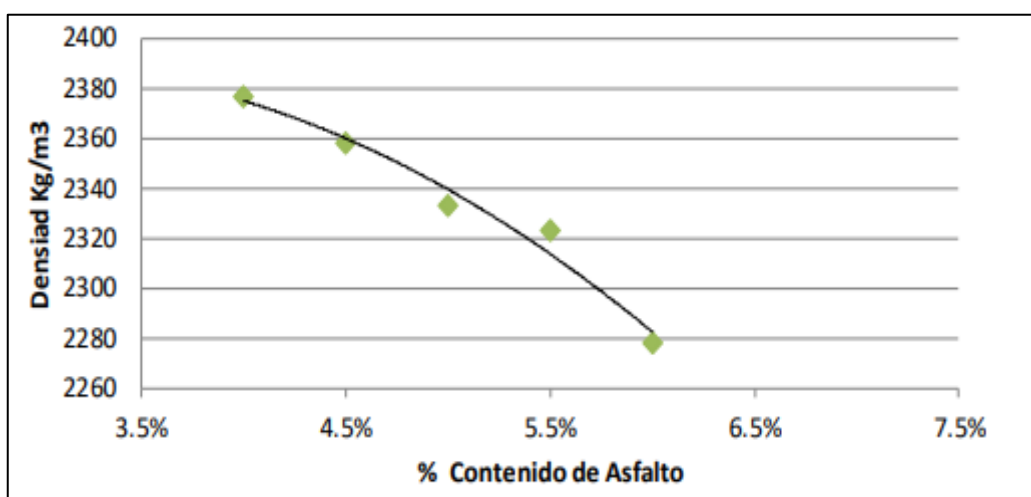


Figura 13.: Densidad vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

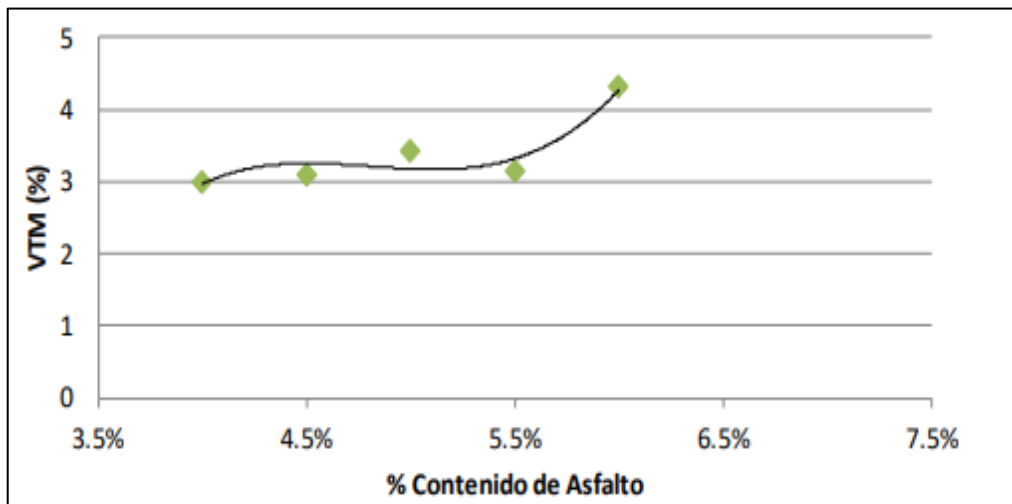


Figura 14.: %VTM vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

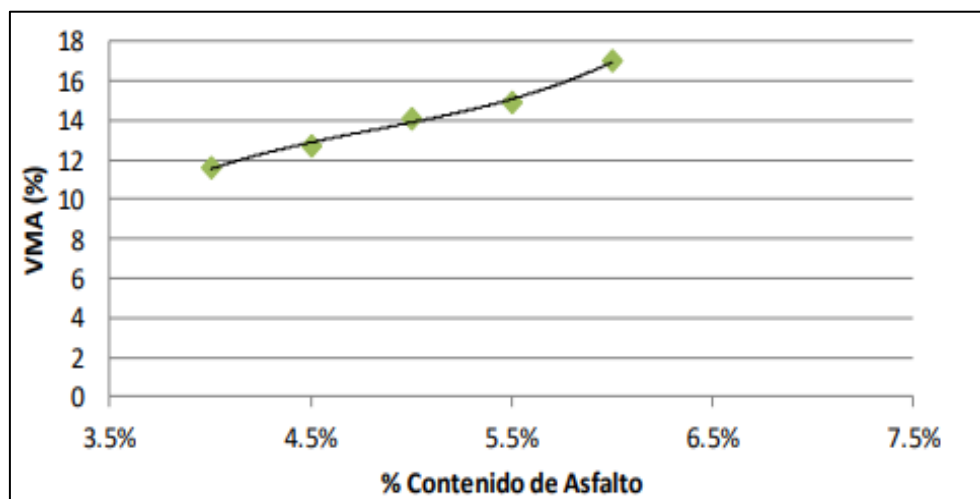


Figura 15.: %VMA vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

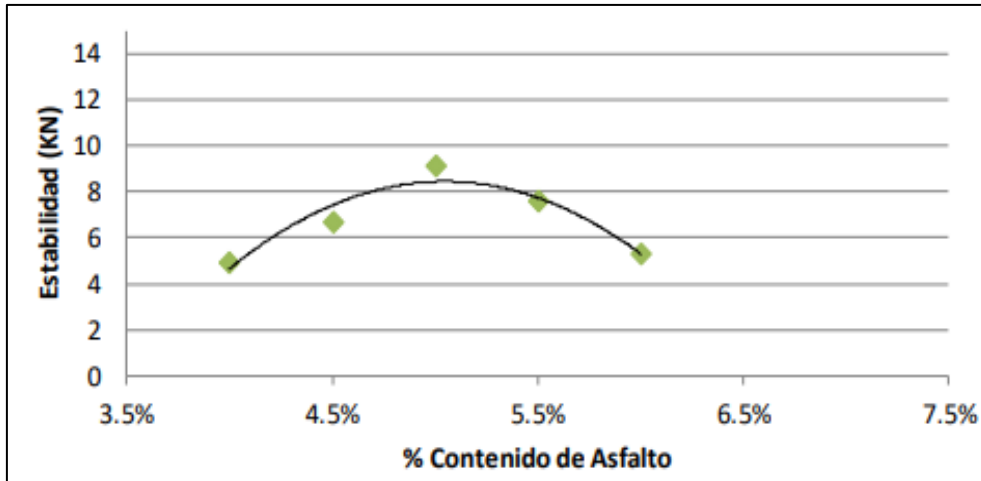


Figura 16.: Estabilidad vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

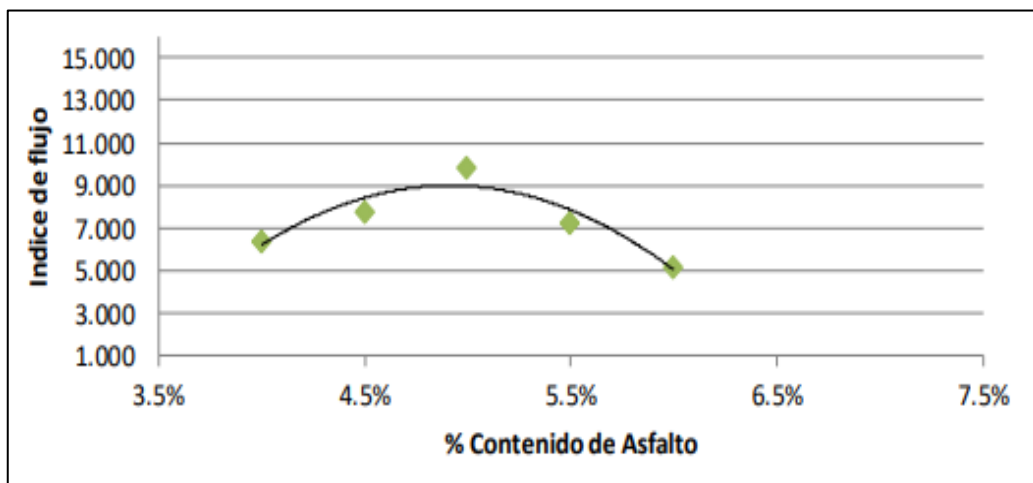


Figura 17.: Flujo vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

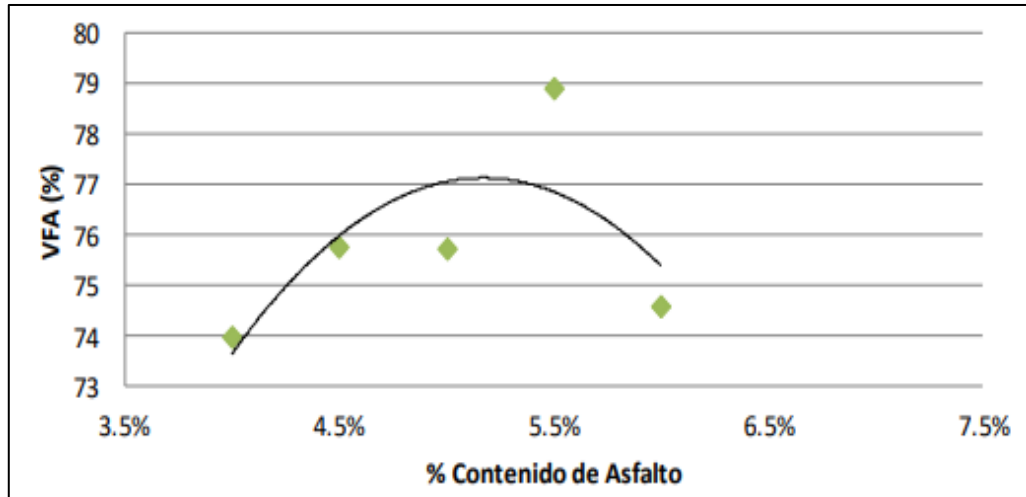


Figura 18.: VFA vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.9.1.2. Diseño de Mezcla Asfáltica Ensayo 2.

3.9.1.2.1. Cantidad de Agregado y Asfalto.

Tabla 24.

Cantidades necesarias de Agregados y Asfalto.

% DE ASFALTO	ASFALTO (gr.)	55% grava de 3/4" (gr.)	0% grava de 1/2" (gr.)	0% grava de 3/8" (gr.)	45% Arena (gr.)
4.00%	48	633.60	0	0.00	518.40
4.50%	54	630.30	0	0.00	515.70
5.00%	60	627.00	0	0.00	513.00
5.50%	66	623.70	0	0.00	510.30
6.00%	72	620.40	0	0.00	507.60

Nota: Se explica las cantidades de asfalto que se utilizó para el segundo ensayo del diseño de mezcla con el método de Marshall, correspondiendo a cada una con sus distintivos porcentajes. Para ello se utilizó 1200 gr del peso total de la briqueta, añadiendo así los agregados y el asfalto según su porcentaje para cada muestra.

3.9.1.2.2. Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada.

Tabla 25.

Espesor y/o Altura de las Briquetas.

% DE ASFALTO	Altura de las probetas o briquetas				Promedio (cm)
	H_1 (cm)	H_2 (cm)	H_3 (cm)	H_4 (cm)	
4.00%	6.73	6.72	6.74	6.72	6.73
4.50%	6.82	6.81	6.83	6.80	6.82
5.00%	6.83	6.84	6.82	6.83	6.83
5.50%	6.76	6.77	6.79	6.76	6.77
6.00%	6.79	6.78	6.77	6.78	6.78

Nota: Se explica las distintas alturas de las briquetas y la altura promedia de la misma, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del segundo ensayo.

Tabla 26.

Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk.

% DE ASFALTO	M_S	M_{SSS}	M_{SUM}	G (Kg/m ³)	G_{mb}
4.00%	1186.00	1194.00	699.90	2338.79	2.339
4.50%	1189.00	1196.00	686.70	2330.00	2.330
5.00%	1181.00	1197.00	688.90	2324.35	2.324
5.50%	1175.00	1197.00	688.60	2311.17	2.311
6.00%	1169.00	1198.00	684.10	2274.76	2.275

Nota: Se determinó la densidad real y la gravedad específica de bulk, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del segundo ensayo.

3.9.1.2.3. Determinación de la Estabilidad y Flujo.

Tabla 27.

Estabilidad y Flujo.

% DE ASFALTO	Lectura de dial	Estabilidad (KN)	Indce de flujo (Pulg.)	Indice de Flujo (mm)
4.00%	52.00	5.67	0.235	5.98
4.50%	27.00	8.03	0.303	7.69
5.00%	90.00	9.19	0.381	9.68
5.50%	126.00	7.94	0.281	7.11
6.00%	126.00	5.61	0.210	5.34

Nota: Tenemos los datos otorgados por la prensa Marshall, tanto como la estabilidad y el índice de flujo, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del segundo ensayo.

3.9.1.2.4. Determinación del Porcentaje de Vacíos.

Tabla 28.

Porcentaje de Vacío sin Fibra de Nylon.

% DE ASFALTO	Alturas de las Briquetas (cm)	% Vacíos en Agregado Mineral VMA	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Lleno de Asfalta VFA
4.00%	6.73	12.97	4.567	64.864
4.50%	6.82	13.757	5.236	69.21
5.00%	6.83	14.429	3.795	73.697
5.50%	6.77	15.356	3.65	76.228
6.00%	6.78	17.115	4.479	73.832

Nota: Se tiene los datos otorgados por la prensa Marshall, el porcentaje de vacíos de agregado mineral, porcentaje de vacíos de aire en la mezcla compactada y vacíos lleno de asfalto, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del segundo ensayo.

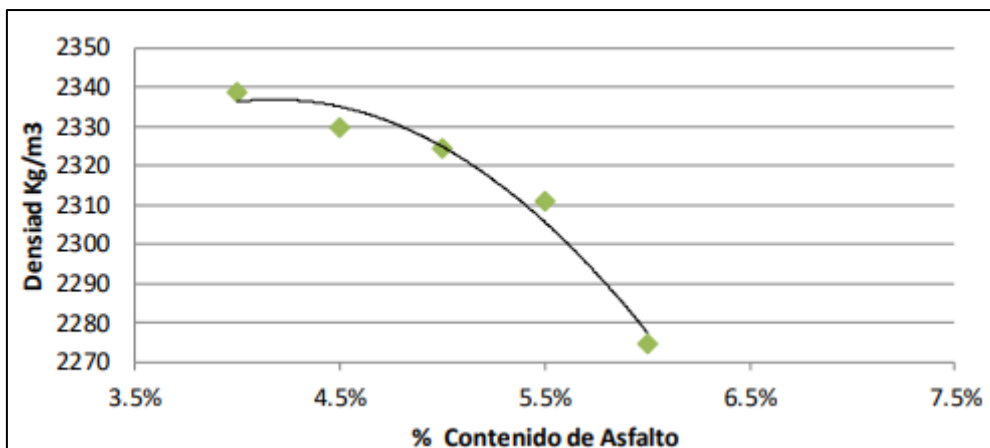


Figura 19.: Densidad vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

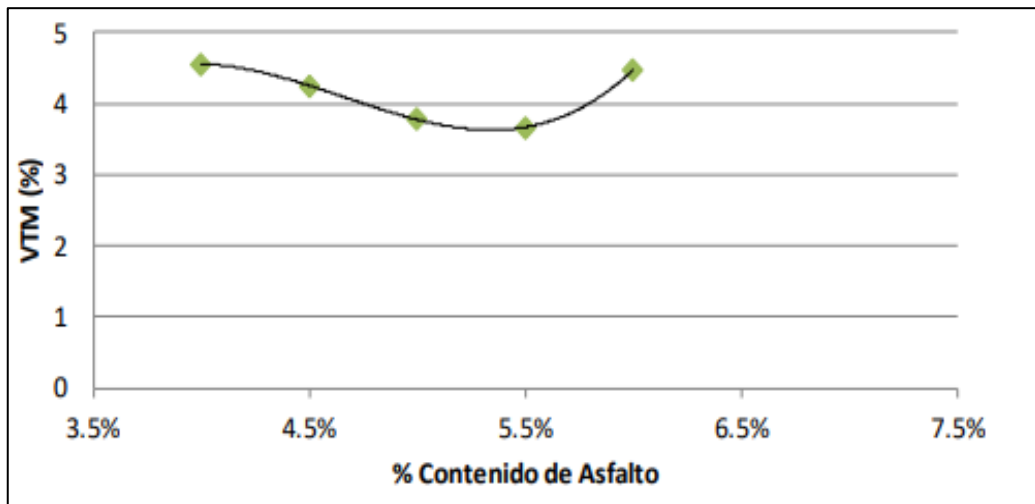


Figura 20.: %VTM vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

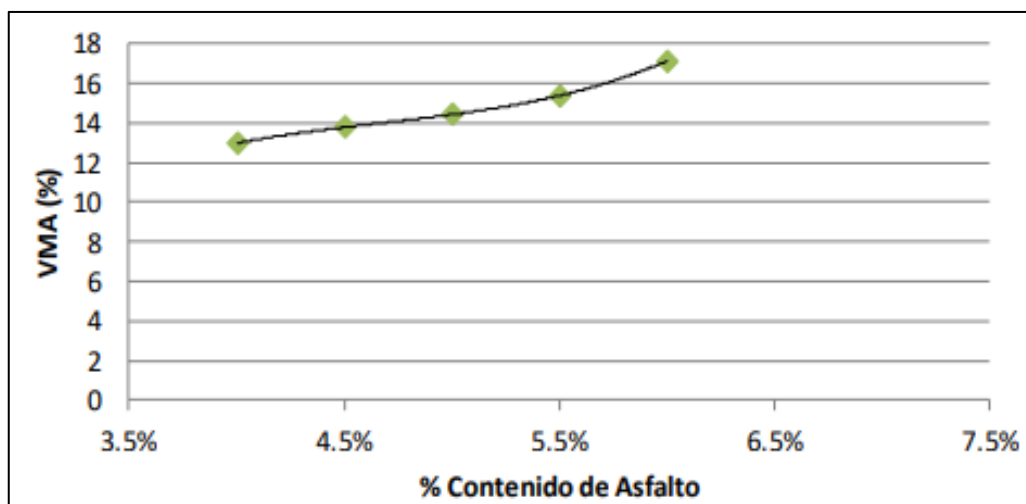
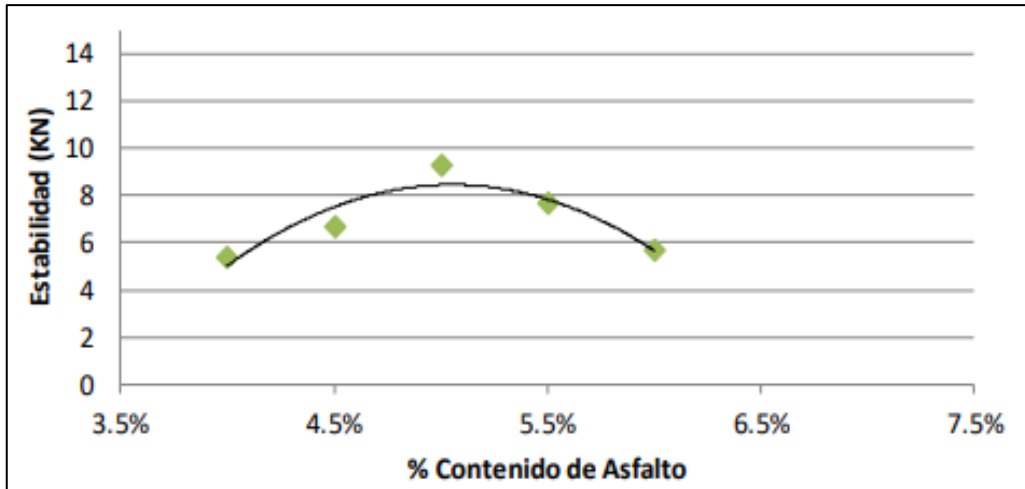


Figura 21.: %VMA vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 22.: Estabilidad vs %Contenido de Asfalto.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

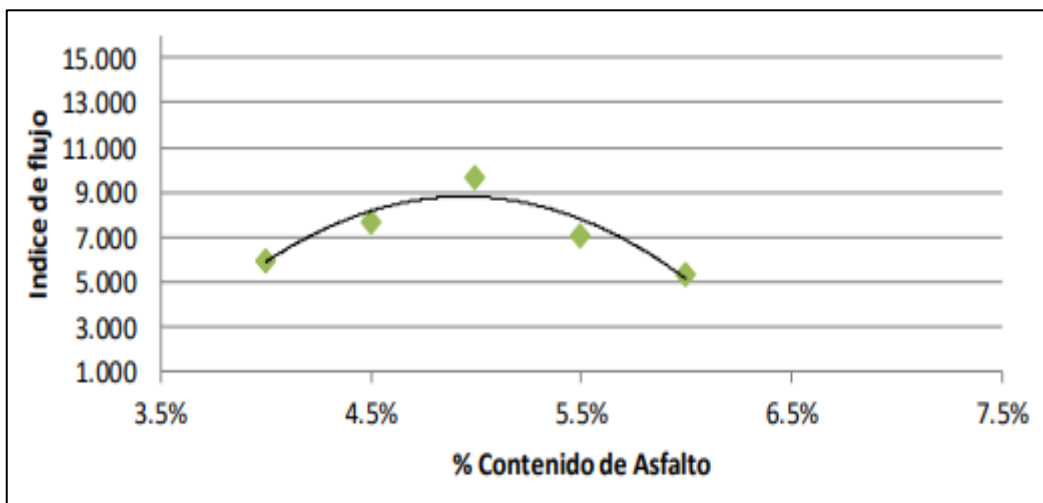


Figura 23.: Flujo vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

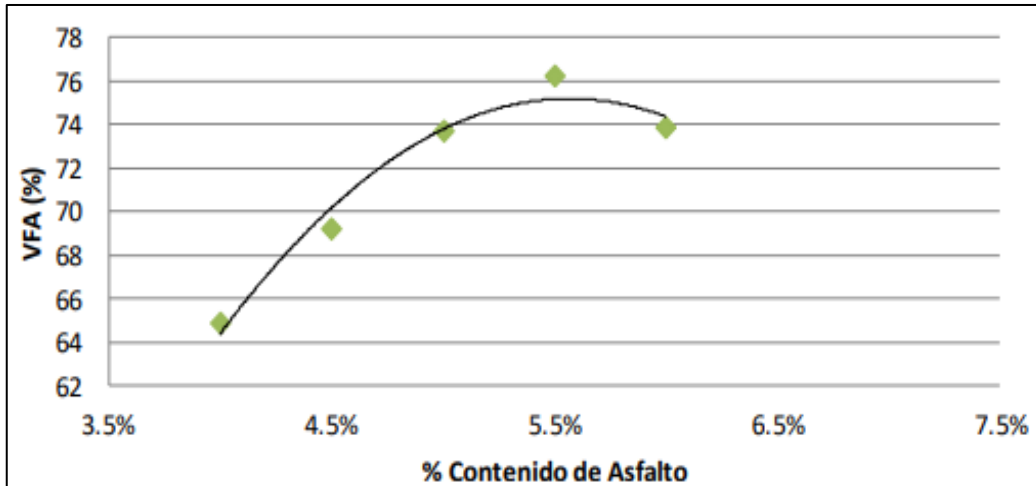


Figura 24.: VFA vs % Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.9.1.3. Diseño de Mezcla Asfáltica Ensayo 3.

3.9.1.3.1. Cantidad de Agregado y Asfalto.

Tabla 29.

Cantidades necesarias de Agregados y Asfalto.

% DE ASFALTO	ASFALTO (gr.)	55% grava de 3/4" (gr.)	0% grava de 1/2" (gr.)	0% grava de 3/8" (gr.)	45% Arena (gr.)
4.00%	48	633.60	0	0.00	518.40
4.50%	54	630.30	0	0.00	515.70
5.00%	60	627.00	0	0.00	513.00
5.50%	66	623.70	0	0.00	510.30
6.00%	72	620.40	0	0.00	507.60

Nota: Se explica las cantidades de asfalto que se utilizó para el tercer ensayo del diseño de mezcla con el método de Marshall, correspondiendo a cada una con sus distintivos porcentajes. Para ello se utilizó 1200 gr del peso total de la briqueta, añadiendo así los agregados y el asfalto según su porcentaje para cada muestra.

3.9.1.3.2. Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada.

Tabla 30.

Espesor y/o Altura de las Briquetas.

% DE ASFALTO	Altura de las probetas o briquetas				Promedio (cm)
	H_1 (cm)	H_2 (cm)	H_3 (cm)	H_4 (cm)	
4.00%	6.82	6.81	6.82	6.81	6.82
4.50%	6.81	6.80	6.79	6.82	6.81
5.00%	6.87	6.88	6.86	6.87	6.87
5.50%	6.78	6.79	6.77	6.78	6.78
6.00%	6.80	6.79	6.78	6.81	6.80

Nota: Se explica las distintas alturas de las briquetas y la altura promedia de la misma, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del tercer ensayo.

Tabla 31.

Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk.

% DE ASFALTO	M_S	M_{SSS}	M_{SUM}	G (Kg/m ³)	G_{mb}
4.00%	1184.00	1194.00	685.90	2330.25	2.330
4.50%	1183.00	1191.00	681.70	2322.80	2.323
5.00%	1174.00	1188.00	676.90	2297.01	2.297
5.50%	1182.00	1196.00	677.40	2279.21	2.279
6.00%	1157.00	1187.00	678.50	2275.32	2.275

Nota: Se determinó la densidad real y la gravedad específica de bulk, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del tercer ensayo.

3.9.1.3.3. Determinación de la Estabilidad y Flujo.

Tabla 32.

Estabilidad y Flujo.

% DE ASFALTO	Lectura de dial	Estabilidad (KN)	Índice de flujo (Pulg.)	Índice de Flujo (mm)
4.00%	52.00	6.24	0.251	6.37
4.50%	27.00	8.02	0.307	7.81
5.00%	90.00	9.15	0.388	9.86
5.50%	126.00	7.81	0.287	7.29
6.00%	126.00	5.42	0.204	5.18

Nota: Tenemos los datos otorgados por la prensa Marshall, tanto como la estabilidad y el índice de flujo, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del tercer ensayo.

3.9.1.3.4. Determinación del Porcentaje de Vacíos.

Tabla 33.

Porcentaje de Vacío sin Fibra de Nylon.

% DE ASFALTO	Alturas de las Briquetas (cm)	% Vacíos en Agregado Mineral VMA	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Lleno de Asfalta VFA
4.00%	6.82	13.305	4.924	62.988
4.50%	6.81	14.016	4.523	67.726
5.00%	6.87	15.423	4.913	68.146
5.50%	6.78	16.528	4.984	69.842
6.00%	6.8	17.115	4.479	73.832

Nota: Se tiene los datos otorgados por la prensa Marshall, el porcentaje de vacíos de agregado mineral, porcentaje de vacíos de aire en la mezcla compactada y vacíos lleno de asfalto, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del tercer ensayo.

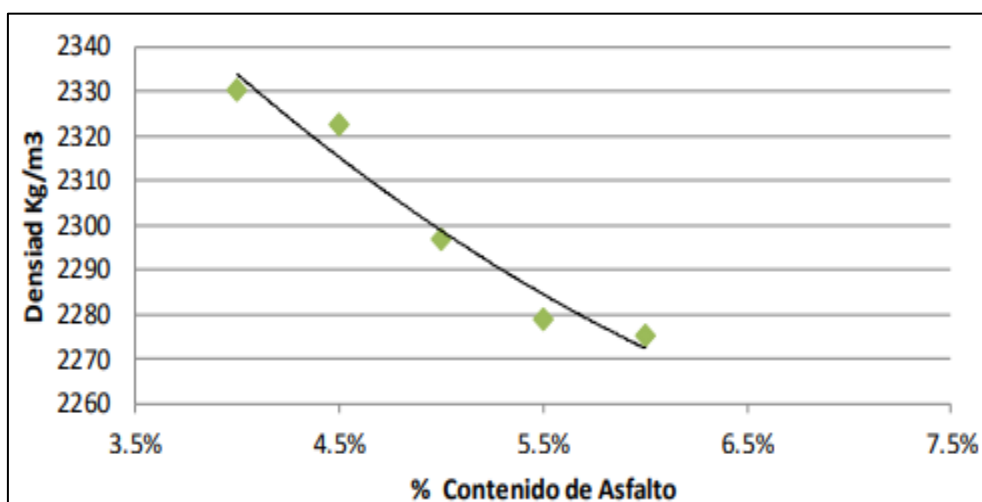


Figura 25.: Densidad vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

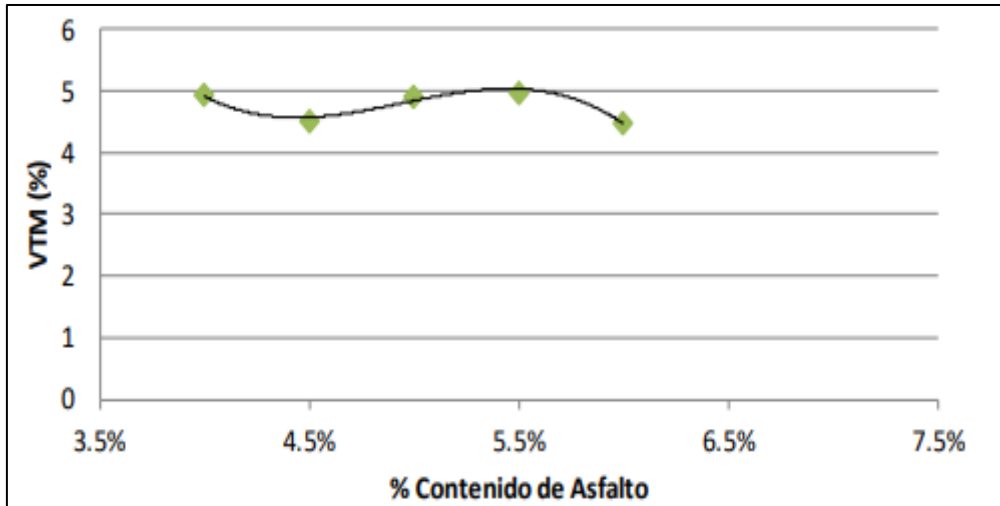


Figura 26.: %VTM vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

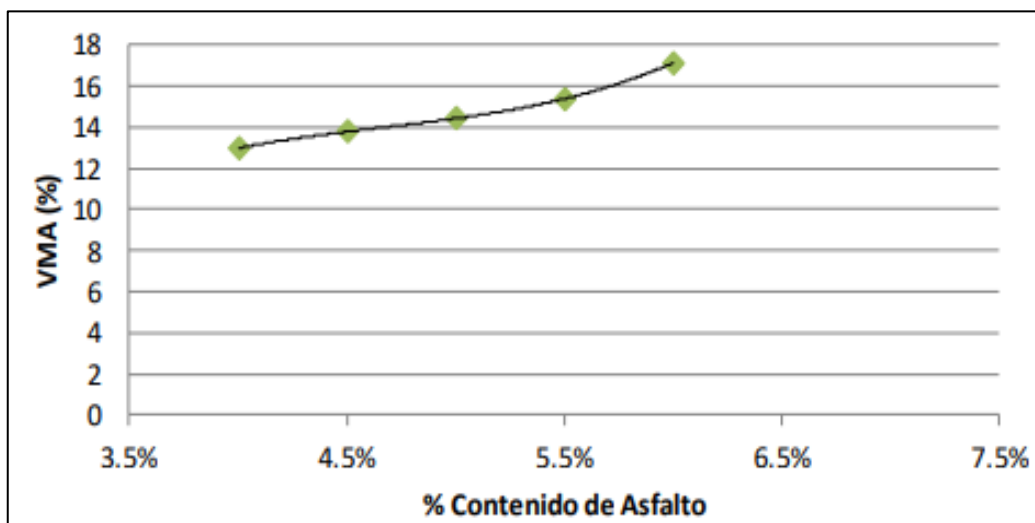


Figura 27.: %VMA vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

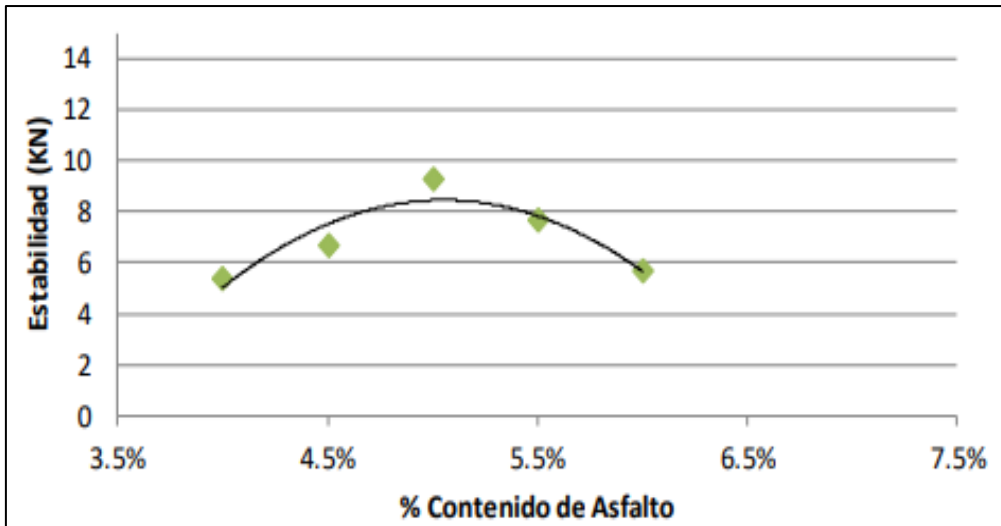


Figura 28.: Estabilidad vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

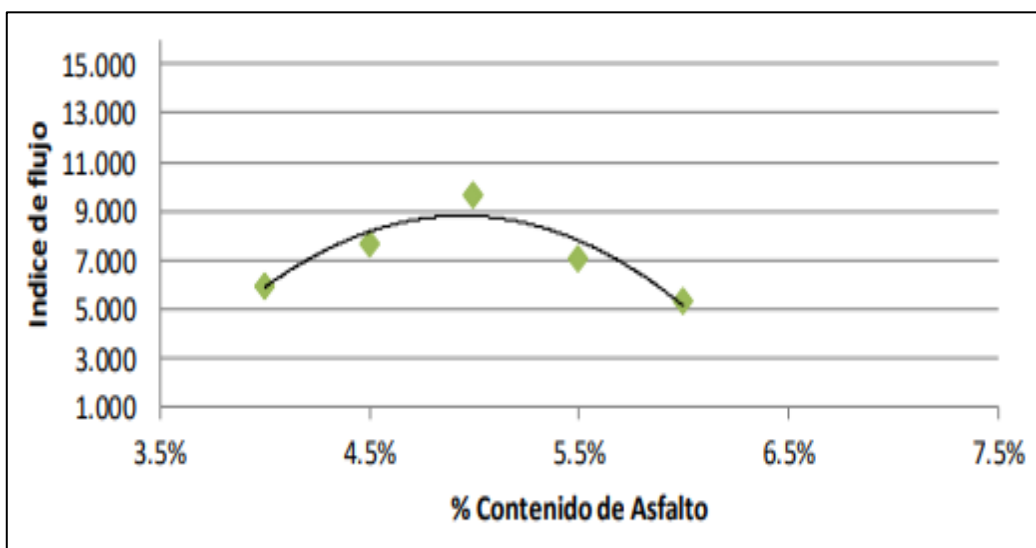


Figura 29.: Flujo vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

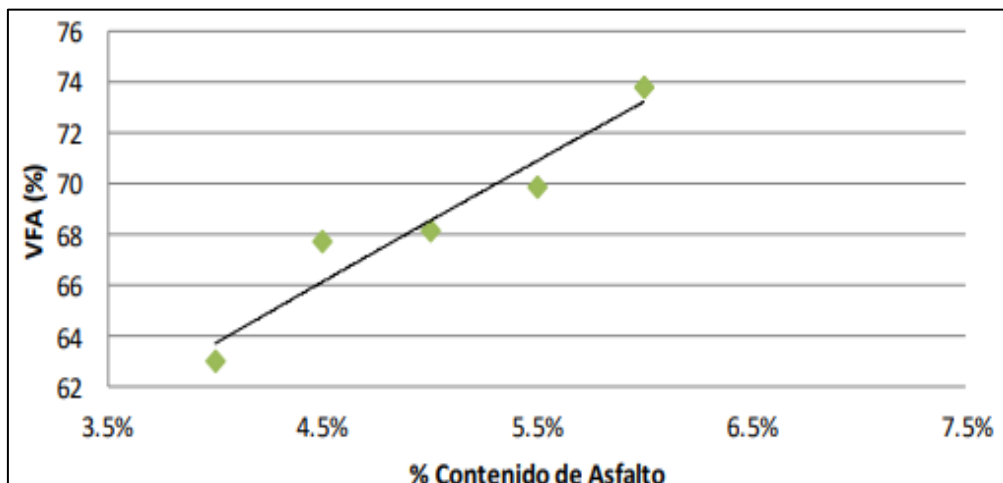


Figura 30.: VFA vs %Contenido de Asfalto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.9.2. Ensayo de Marshall con la Fibra de Nylon.

3.9.2.1. Diseño de Mezcla Asfáltica Ensayo 1.

3.9.2.1.1. Cantidad de Agregado y Asfalto.

Tabla 34.

Cantidades necesarias de Agregados y Asfalto.

% DE FIBRA DE NYLON	FIBRA DE NYLON (gr.)	ASFALTO (gr.)	55% grava de 3/4" (gr.)	0% grava de 1/2" (gr.)	0% grava de 3/8" (gr.)	45% Arena (gr.)
1.00%	12	60	627.00	0	0.00	513.00
1.50%	18	60	627.00	0	0.00	513.00
2.00%	24	60	627.00	0	0.00	513.00

Nota: Se explica las cantidades de asfalto y de fibra de nylon que se utilizó para el primer ensayo del diseño de mezcla con el método de Marshall, correspondiendo a cada una con sus distintivos porcentajes. Para ello se utilizó 1200 gr del peso total de la briqueta, añadiendo así los agregados y el asfalto según su porcentaje para cada muestra.

3.9.2.1.2. Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada.

Tabla 35.

Espesor y/o Altura de las Briquetas.

% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Altura de las probetas o briquetas				Promedio (cm)
		H_1 (cm)	H_2 (cm)	H_3 (cm)	H_4 (cm)	
5.00%	1.00%	6.65	6.64	6.64	6.63	6.64
5.00%	1.50%	6.72	6.71	6.7	6.71	6.71
5.00%	2.00%	6.71	6.72	6.73	6.72	6.72

Nota: Se explica las distintas alturas de las briquetas y la altura promedio de la misma, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del primer ensayo con la fibra de nylon.

Tabla 36.

Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk.

% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	M_S	M_{SSS}	M_{SUM}	G (Kg/m ³)	G_{mb}
5.00%	1.00%	1162.00	1182.00	683.20	2329.59	2.330
5.00%	1.50%	1159.00	1179.00	681.70	2330.59	2.331
5.00%	2.00%	1152.00	1181.00	689.40	2343.37	2.343

Nota: Se determinó la densidad real y la gravedad específica de bulk, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del primer ensayo con la fibra de nylon.

3.9.2.1.3. Determinación de la Estabilidad y Flujo.

Tabla 37.

Estabilidad y Flujo.

% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Lectura de dial	Estabilidad KN	Índice de flujo (Pulg.)	Índice de Flujo (mm)
5.00%	1.00%	10.90	9.42	0.383	9.74
5.00%	1.50%	52.00	10.21	0.427	10.85
5.00%	2.00%	27.00	11.08	0.458	11.63

Nota: Tenemos los datos otorgados por la prensa Marshall, tanto como la estabilidad y el índice de flujo, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del primer ensayo con la fibra de nylon.

3.9.2.1.4. Determinación del Porcentaje de Vacíos.

Tabla 38.

Porcentaje de Vacío con Fibra de Nylon.

% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Alturas de las Briquetas (cm)	% Vacíos en Agregado Mineral VMA	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Lleno de Asfalto VFA
5.00%	1.00%	6.58	14.061	3.381	75.952
5.00%	1.50%	6.61	15.055	4.499	70.116
5.00%	2.00%	6.63	15.497	4.996	67.763

Nota: Se tiene los datos otorgados por la prensa Marshall, el porcentaje de vacíos de agregado mineral, porcentaje de vacíos de aire en la mezcla compactada y vacíos lleno de asfalto, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del primer ensayo con la fibra de nylon.

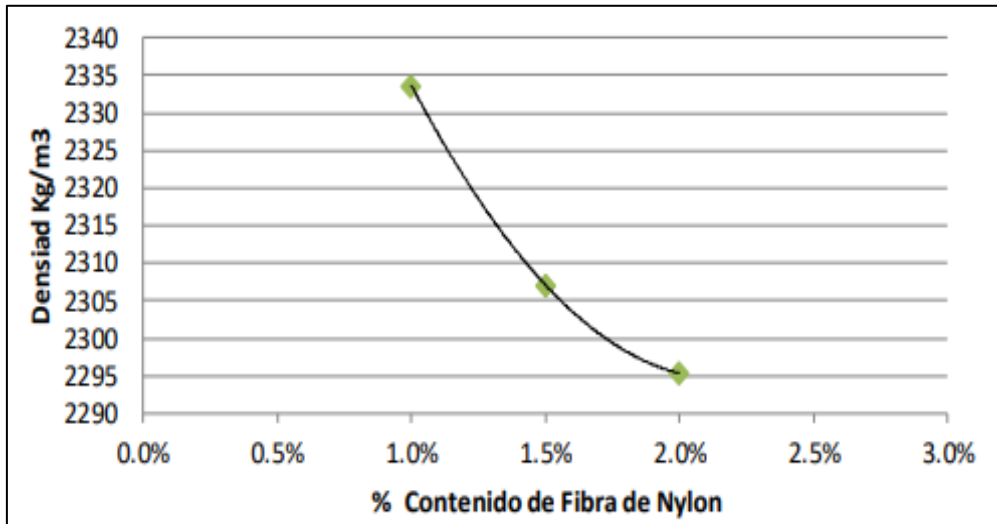


Figura 31.: Densidad vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

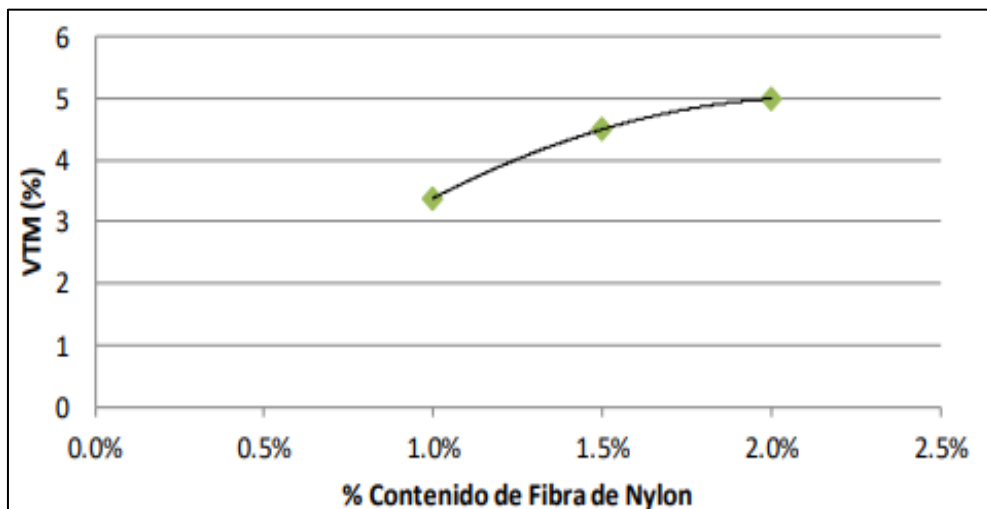


Figura 32.: %VTM vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

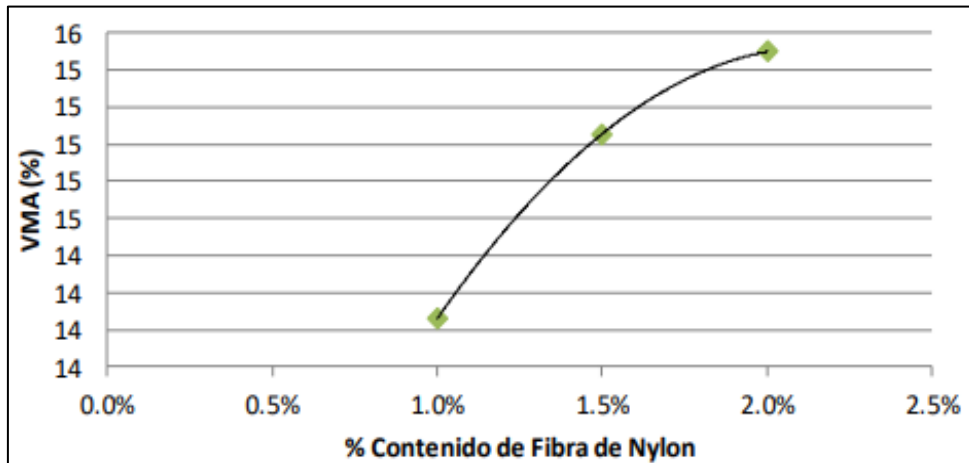


Figura 33.: %VMA vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

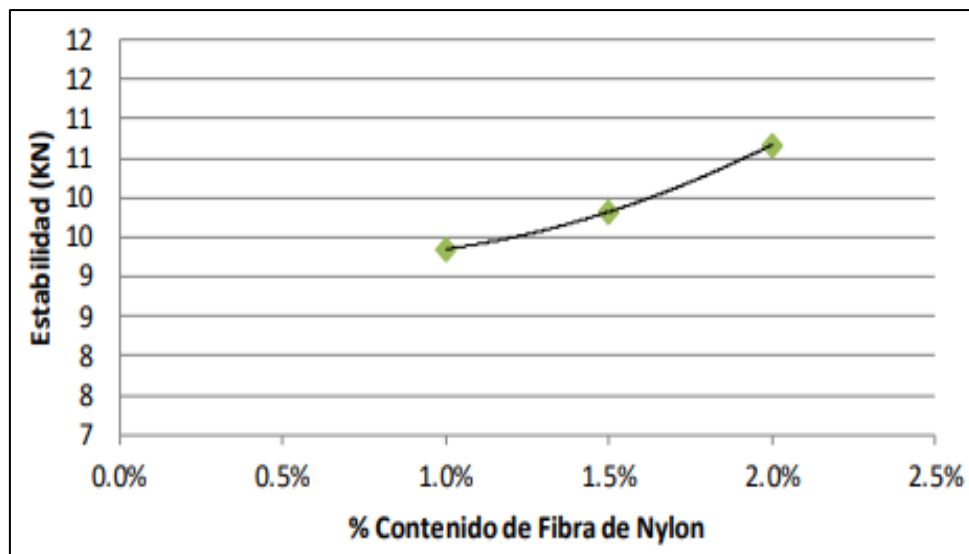


Figura 34.: Estabilidad vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

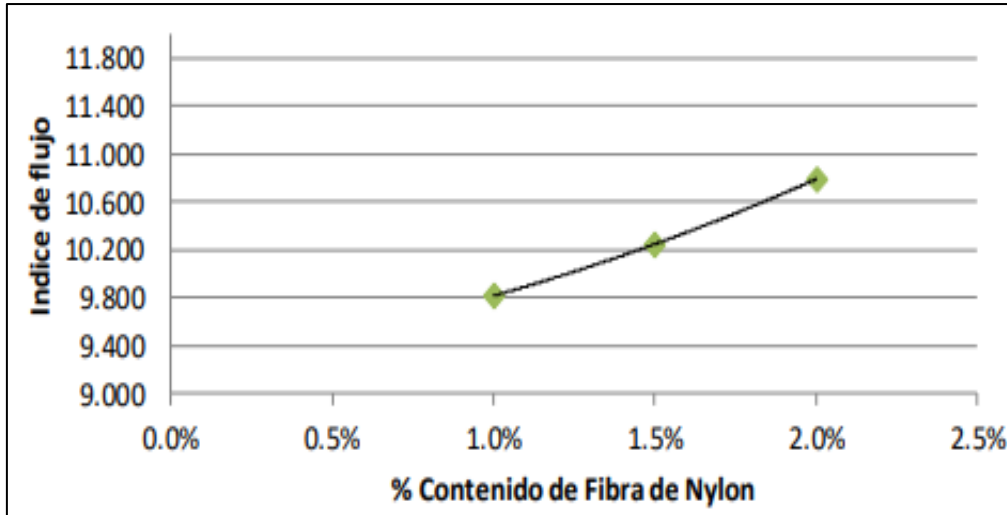


Figura 35.: Flujo vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

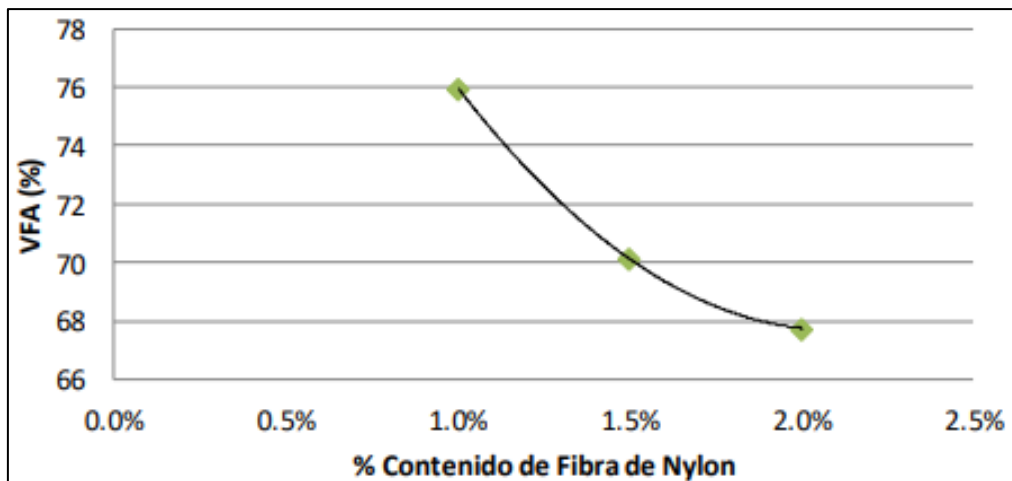


Figura 36.: VFA vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.9.3.2. Diseño de Mezcla Asfáltica Ensayo 2.

3.9.3.2.1. Cantidad de Agregado y Asfalto.

Tabla 39.

Cantidades necesarias de Agregados y Asfalto.

% DE FIBRA DE NYLON	FIBRA DE NYLON (gr.)	ASFALTO (gr.)	55% grava de 3/4" (gr.)	0% grava de 1/2" (gr.)	0% grava de 3/8" (gr.)	45% Arena (gr.)
1.00%	12	60	627.00	0	0.00	513.00
1.50%	18	60	627.00	0	0.00	513.00
2.00%	24	60	627.00	0	0.00	513.00

Nota: Se explica las cantidades de asfalto y de fibra de nylon que se utilizó para el segundo ensayo del diseño de mezcla con el método de Marshall, correspondiendo a cada una con sus distintivos porcentajes. Para ello se utilizó 1200 gr del peso total de la briqueta, añadiendo así los agregados y el asfalto según su porcentaje para cada muestra.

3.9.2.2.2. Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada.

Tabla 40.

Espesor y/o Altura de las Briquetas.

% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Altura de las probetas o briquetas				Promedio (cm)
		H_1 (cm)	H_2 (cm)	H_3 (cm)	H_4 (cm)	
5.00%	1.00%	6.59	6.57	6.59	6.57	6.58
5.00%	1.50%	6.61	6.62	6.61	6.61	6.61
5.00%	2.00%	6.62	6.63	6.64	6.62	6.63

Nota: Se explica las distintas alturas de las briquetas y la altura promedio de la misma, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del segundo ensayo con la fibra de nylon.

Tabla 41.

Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk.

% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	M_S	M_{SSS}	M_{SUM}	G (Kg/m3)	G_{mb}
5.00%	1.00%	1154.00	1176.00	681.50	2333.67	2.334
5.00%	1.50%	1163.00	1189.00	684.90	2307.08	2.307
5.00%	2.00%	1169.00	1192.00	682.70	2295.31	2.295

Nota: Se determinó la densidad real y la gravedad específica de bulk, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del segundo ensayo con la fibra de nylon.

3.9.2.2.3. Determinación de la Estabilidad y Flujo.

Tabla 42.

Estabilidad y Flujo.

% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Lectura de dial	Estabilidad KN	Índice de flujo (Pulg.)	Índice de Flujo (mm)
5.00%	1.00%	10.90	9.35	0.387	9.82
5.00%	1.50%	52.00	9.82	0.404	10.25
5.00%	2.00%	27.00	10.67	0.425	11.79

Nota: Tenemos los datos otorgados por la prensa Marshall, tanto como la estabilidad y el índice de flujo, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del segundo ensayo con la fibra de nylon.

3.9.2.2.4. Determinación del Porcentaje de Vacíos.

Tabla 43.

Porcentaje de Vacío con Fibra de Nylon.

% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Alturas de las Briquetas (cm)	% Vacíos en Agregado Mineral VMA	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Lleno de Asfalto VFA
5.00%	1.00%	6.64	14.208	3.547	75.036
5.00%	1.50%	6.71	14.171	3.506	75.263
5.00%	2.00%	6.72	13.73	3.009	78.085

Nota: Se tiene los datos otorgados por la prensa Marshall, el porcentaje de vacíos de agregado mineral, porcentaje de vacíos de aire en la mezcla compactada y vacíos lleno de asfalto, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del primer ensayo con la fibra de nylon.

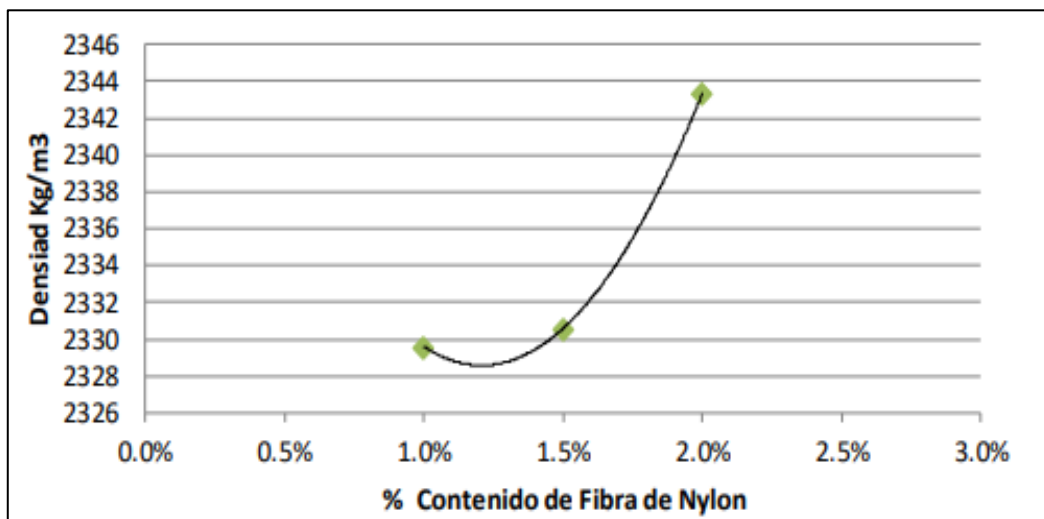


Figura 37.: Densidad vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

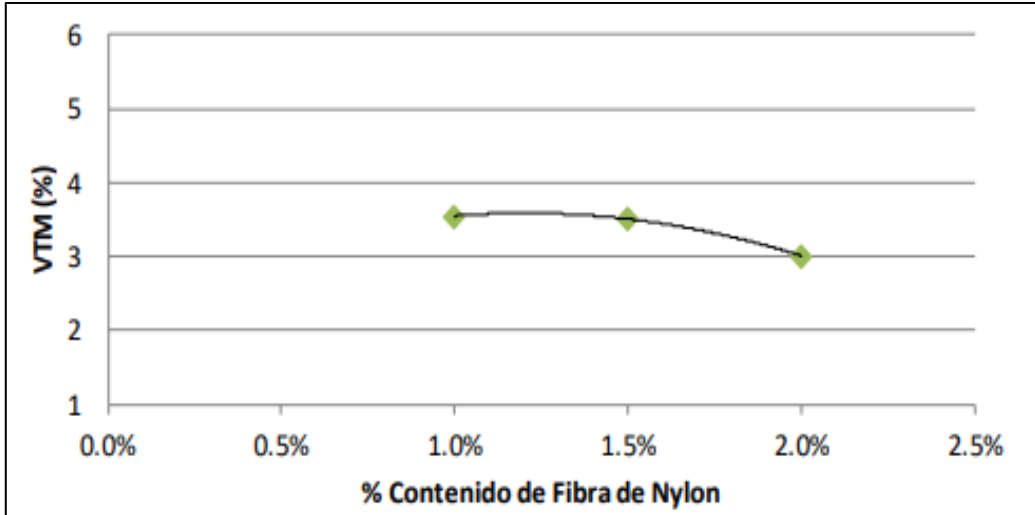


Figura 38.: %VTM vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

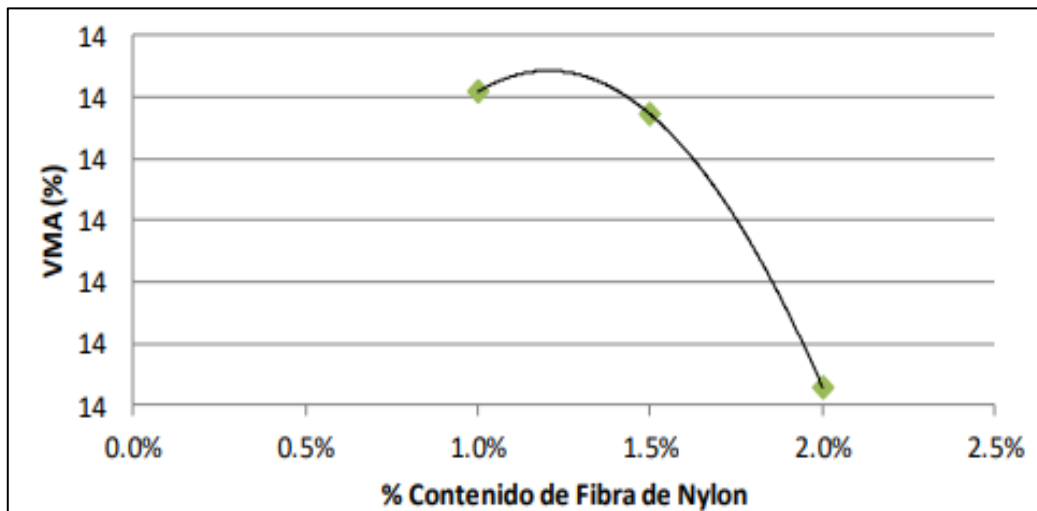


Figura 39.: %VMA vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

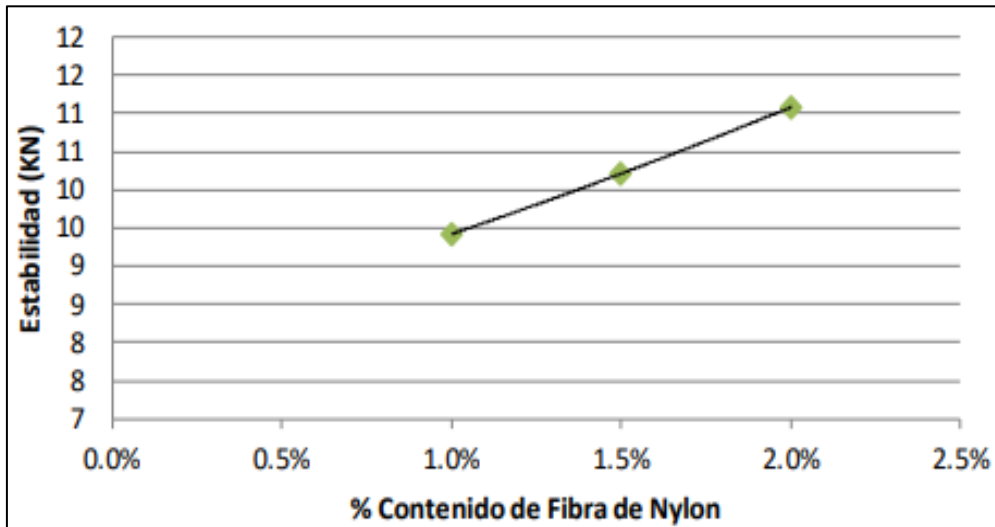


Figura 40.: Estabilidad vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

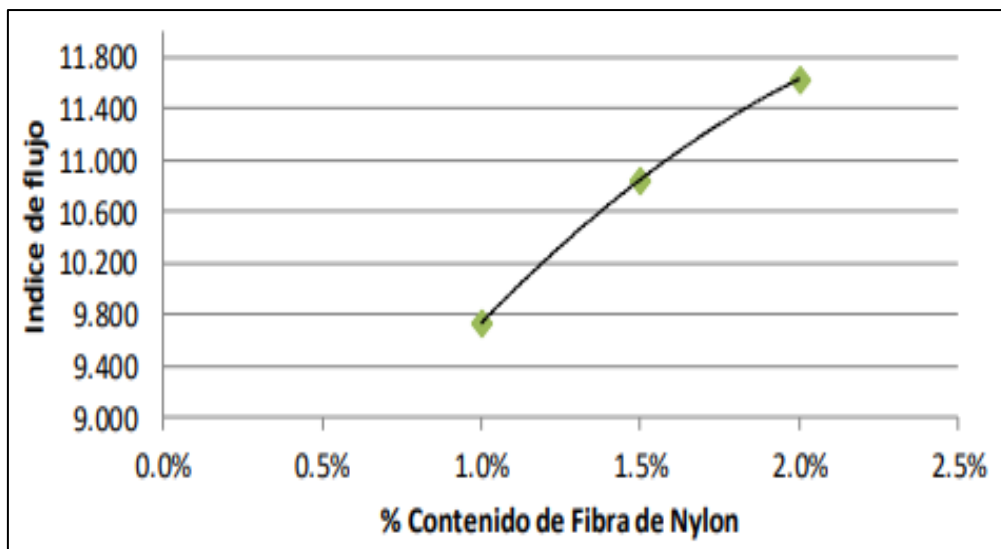


Figura 41.: Flujo vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

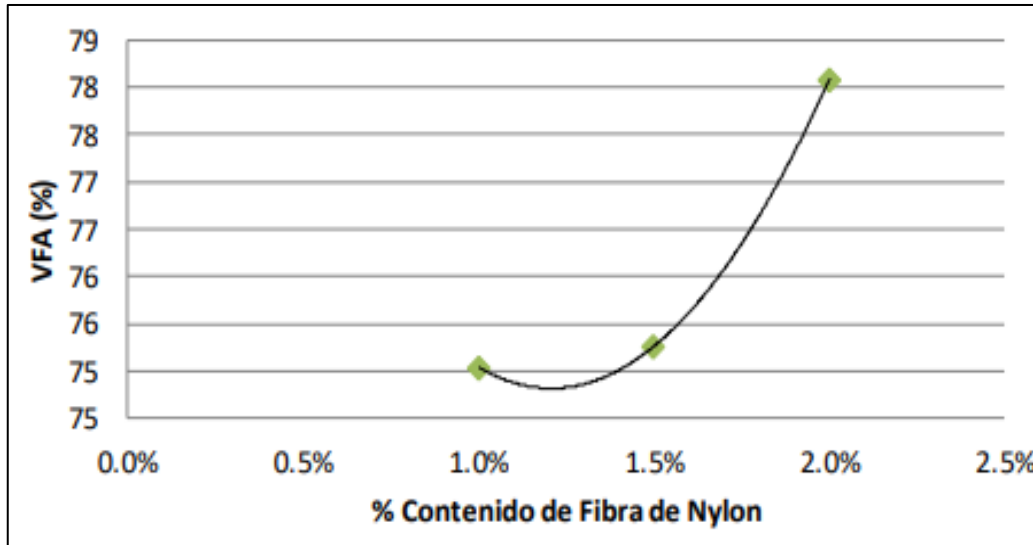


Figura 42.: VFA vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.9.2.3. Diseño de Mezcla Asfáltica Ensayo 3.

3.9.2.3.1. Cantidad de Agregado y Asfalto.

Tabla 44.

Cantidades necesarias de Agregados y Asfalto.

% DE FIBRA DE NYLON	FIBRA DE NYLON (gr.)	ASFALTO (gr.)	55% grava de 3/4" (gr.)	0% grava de 1/2" (gr.)	0% grava de 3/8" (gr.)	45% Arena (gr.)
1.00%	12	60	627.00	0	0.00	513.00
1.50%	18	60	627.00	0	0.00	513.00
2.00%	24	60	627.00	0	0.00	513.00

Nota: Se explica las cantidades de asfalto y de fibra de nylon que se utilizó para el tercer ensayo del diseño de mezcla con el método de Marshall, correspondiendo a cada una con sus distintivos porcentajes. Para ello se utilizó 1200 gr del peso total de la briquea, añadiendo así los agregados y el asfalto según su porcentaje para cada muestra.

3.9.2.3.2. Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada.

Tabla 45.

Espesor y/o Altura de las Briquetas.

% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Altura de las probetas o briquetas				Promedio (cm)
		H_1 (cm)	H_2 (cm)	H_3 (cm)	H_4 (cm)	
5.00%	1.00%	6.69	6.70	6.71	6.68	6.70
5.00%	1.50%	6.71	6.72	6.70	6.71	6.71
5.00%	2.00%	7.73	6.72	6.73	6.71	6.97

Nota: Se explica las distintas alturas de las briquetas y la altura promedio de la misma, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del primer ensayo con la fibra de nylon.

Tabla 46.

Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk.

% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	M_S	M_{SSS}	M_{SUM}	G (Kg/m ³)	G_{mb}
5.00%	1.00%	1158.00	1182.00	680.50	2309.07	2.309
5.00%	1.50%	1163.00	1184.00	682.90	2320.89	2.321
5.00%	2.00%	1149.00	1176.00	683.40	2332.52	2.333

Nota: Se determinó la densidad real y la gravedad específica de bulk, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del tercer ensayo con la fibra de nylon.

3.9.2.3.3. Determinación de la Estabilidad y Flujo.

Tabla 47.

Estabilidad y Flujo.

% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Lectura de dial	Estabilidad KN	Índice de flujo (Pulg.)	Índice de Flujo (mm)
5.00%	1.00%	10.90	9.35	0.380	9.64
5.00%	1.50%	52.00	9.91	0.405	10.28
5.00%	2.00%	27.00	10.98	0.445	11.31

Nota: Tenemos los datos otorgados por la prensa Marshall, tanto como la estabilidad y el índice de flujo, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del tercer ensayo con la fibra de nylon.

3.9.2.3.4. Determinación del Porcentaje de Vacíos.

Tabla 48.

Porcentaje de Vacío con Fibra de Nylon.

% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Alturas de las Briquetas (cm)	% Vacíos en Agregado Mineral VMA	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada VTM	% Vacíos Lleno de Asfalto VFA
5.00%	1.00%	6.7	14.982	4.416	70.522
5.00%	1.50%	6.71	14.54	3.92	73.043
5.00%	2.00%	6.97	14.098	3.423	75.721

Nota: Se tiene los datos otorgados por la prensa Marshall, el porcentaje de vacíos de agregado mineral, porcentaje de vacíos de aire en la mezcla compactada y vacíos lleno de asfalto, para los distintos porcentajes de asfalto empleado para el diseño del tercer ensayo con la fibra de nylon.

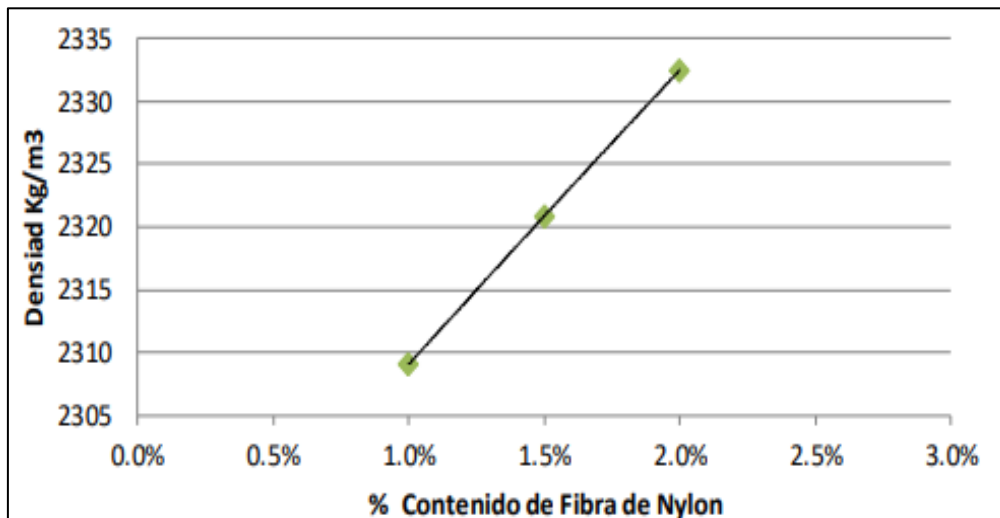


Figura 43.: Densidad vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

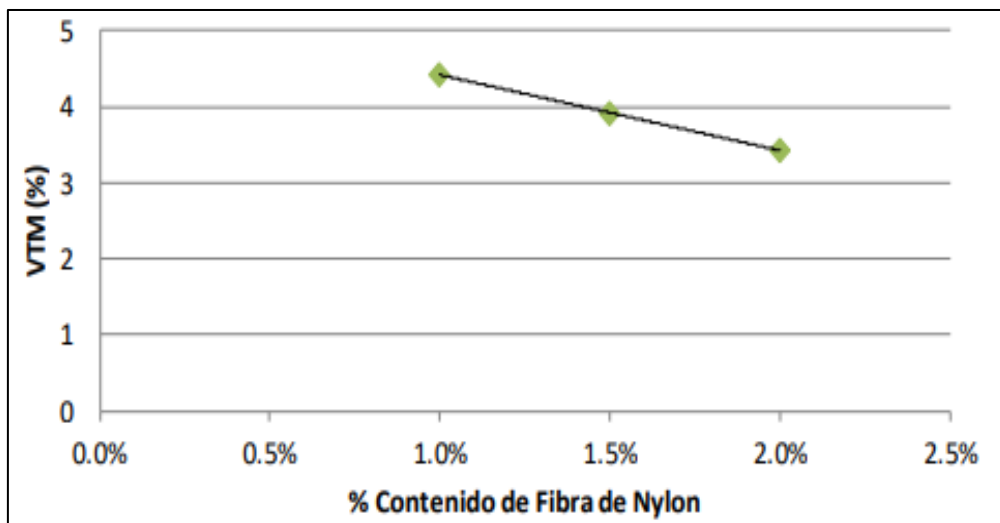


Figura 44.: %VTM vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

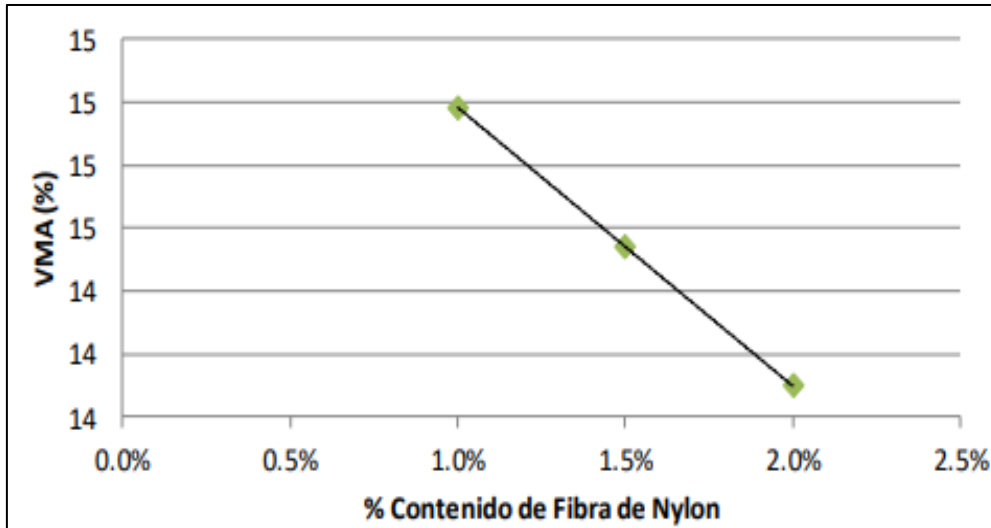


Figura 45.: %VMA vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

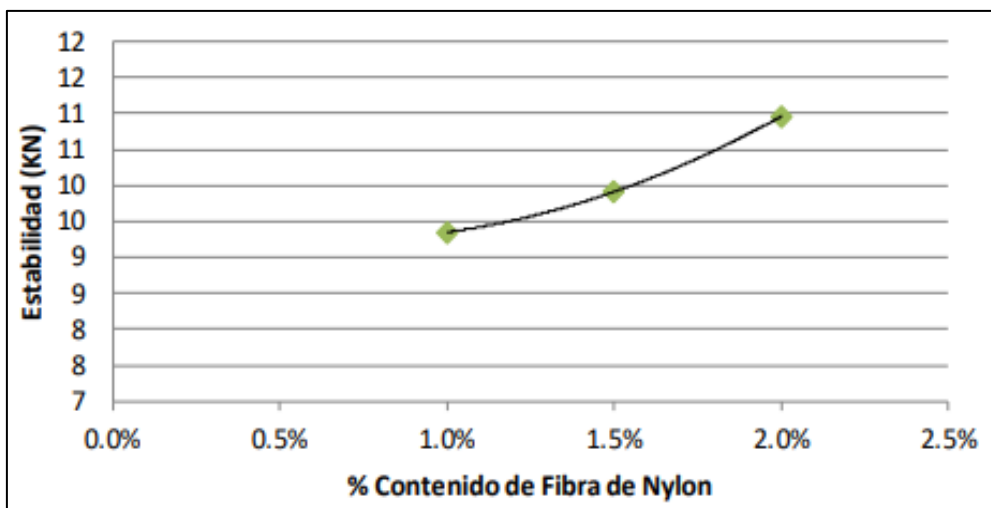


Figura 46.: Estabilidad vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

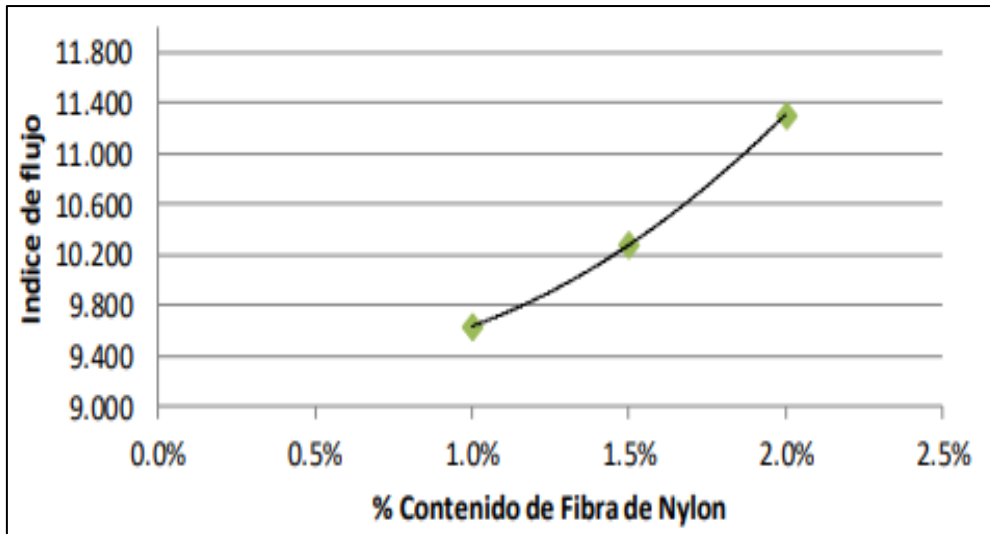


Figura 47.: Flujo vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

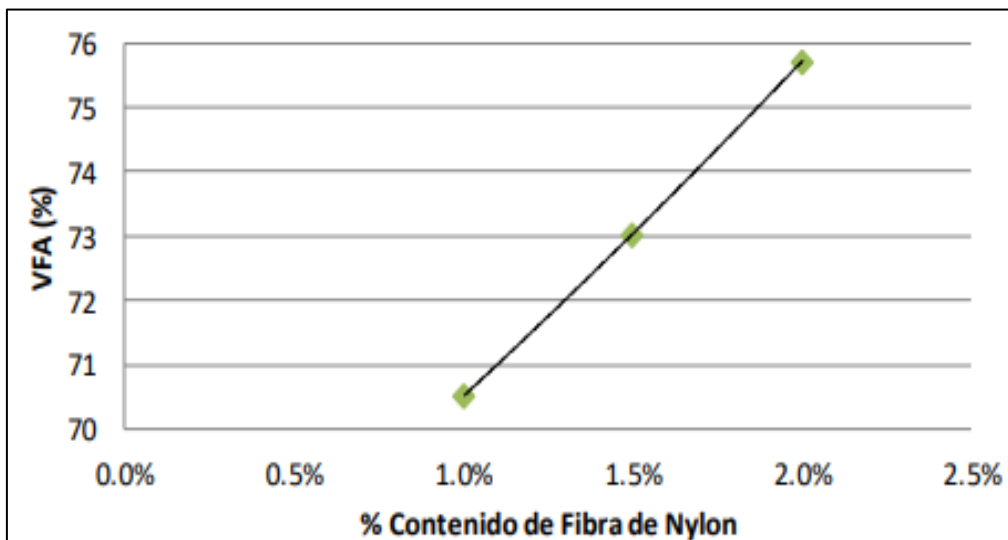


Figura 48.: VFA vs %Contenido de Asfalto con Fibra de Nylon.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 49.

Resultados del asfalto tradicional

Característica del Ensayo Marshall	Asfalto Tradicional Promedio.				
	Nro. de Golpes 75				
% de Cemento Asfáltico	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%
Densidad Seco Bulk (gr/cm ³)	2.335	2.337	2.318	2.304	2.276
Vacíos (%)	4.163	3.948	4.044	3.928	4.423
V.M.A.(%)	12.610	13.498	14.650	15.600	17.066
V.F.A.(%)	67.278	70.895	72.521	74.984	74.087
Flujo (mm)	6.240	7.770	9.800	7.230	5.233
Estabilidad (Kn)	5.717	8.037	9.143	7.867	5.430

Nota: Se detalla el resumen del ensayo de Marshall para un asfalto tradicional promedio sin fibra de nylon.

Tabla 50.

Resultados del asfalto con fibra de nylon

Característica del Ensayo Marshall	Asfalto Tradicional con 1.00% de Fibra de Nylon.			Asfalto Tradicional con 1.50% de Fibra de Nylon.			Asfalto Tradicional con 2.00% de Fibra de Nylon.		
	Nro. de Golpes 75								
%Cemento Asfáltico	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%
Densidad Seco Bulk (gr/cm ³)	2.334	2.330	2.309	2.307	2.331	2.321	2.295	2.343	2.333
Vacíos (%)	3.381	3.547	4.416	4.499	3.506	3.920	4.996	3.009	3.423
V.M.A.(%)	14.061	14.208	14.982	15.055	14.171	14.540	15.497	13.730	14.098
V.F.A.(%)	75.952	75.036	70.522	70.116	75.263	73.043	67.763	78.085	75.721
Flujo (mm)	9.820	9.420	9.640	10.250	10.210	10.280	10.790	11.080	11.310
Estabilidad (Kn)	9.350	9.740	9.350	9.820	10.850	9.910	10.670	11.630	10.960

Nota: Se detalla el resumen del ensayo de Marshall para un asfalto tradicional con fibra de nylon.

Tabla 51.
Resultados promedio con fibra de nylon.

Característica del Ensayo Marshall	Asfalto Tradicional con 1.00% de Fibra de Nylon.	Asfalto Tradicional con 1.50% de Fibra de Nylon.	Asfalto Tradicional con 2.00% de Fibra de Nylon.
Nro. de Golpes	75	75	75
%Cemento Asfáltico	5.00%	5.00%	5.00%
Densidad Seco Bulk (gr/cm ³)	2.324	2.32	2.324
Vacíos (%)	3.781	3.975	3.809
V.M.A.(%)	14.417	14.589	14.442
V.F.A.(%)	73.837	72.807	73.856
Flujo (mm)	9.627	10.247	11.06
Estabilidad (Kn)	9.48	10.193	11.087

Nota: Hace alusión al resumen del ensayo de Marshall para un asfalto tradicional promedio con fibra de nylon.

3.10. Resultados estadísticos.

3.10.1. Prueba de normalidad

Utilizando el Software estadístico SPSS, se llevó a cabo la prueba de normalidad por medio del análisis estadístico Shapiro Wilk, para analizar la normalidad en los resultados de los ensayos sin la fibra de nylon y con la fibra de nylon, la cual se tiene como condiciones.

- Cuando **H₀** es mayor a 0.05 presentan Normalidad.
- Cuando **H₁** es menor a 0.05 no presentan Normalidad.

En el análisis de normalidad se obtuvo una distribución de normalidad, puesto que los resultados obtenidos fueron mayores a los 0.05

Tabla 52.

Prueba de normalidad para un C.A. de 4.0% sin fibra de nylon.

Descripción	Shapiro – Wilk.		
	Estadístico	gl.	Sig.
Estabilidad	0.810	3	0.129
Flujo	0.884	3	0.336
Vacíos	0.994	3	0.846

Nota: La prueba de normalidad Shapiro – Wilk con un cemento asfáltico de 4.0% sin fibra de nylon, los resultados presentan normalidad, ya que superan el 0.05.

Tabla 53.

Prueba de normalidad para un C.A. de 4.5% sin fibra de nylon.

Descripción	Shapiro – Wilk.		
	Estadístico	gl.	Sig.
Estabilidad	0.750	3	0.074
Flujo	0.964	3	0.633
Vacíos	0.923	3	0.463

Nota: La prueba de normalidad Shapiro – Wilk con un cemento asfáltico de 4.5% sin fibra de nylon, los resultados presentan normalidad, ya que superan el 0.05.

Tabla 54.

Prueba de normalidad para un C.A. de 5.0% sin fibra de nylon.

Descripción	Shapiro – Wilk.		
	Estadístico	gl.	Sig.
Estabilidad	0.750	3	0.074
Flujo	0.964	3	0.780
Vacíos	0.923	3	0.463

Nota: La prueba de normalidad Shapiro – Wilk con un cemento asfáltico de 5.0% sin fibra de nylon, los resultados presentan normalidad, ya que superan el 0.05.

Tabla 55.

Prueba de normalidad para un C.A. de 5.5% sin fibra de nylon.

Descripción	Shapiro – Wilk.		
	Estadístico	gl.	Sig.
Estabilidad	0.840	3	0.228
Flujo	0.953	3	0.830
Vacíos	0.936	3	0.510

Nota: La prueba de normalidad Shapiro – Wilk con un cemento asfáltico de 5.5% sin fibra de nylon, los resultados presentan normalidad, ya que superan el 0.05.

Tabla 56

Prueba de normalidad para un C.A. de 6.0% sin fibra de nylon.

Descripción	Shapiro – Wilk.		
	Estadístico	gl.	Sig.
Estabilidad	0.760	3	0.074
Flujo	0.998	3	0.906
Vacíos	0.961	3	0.620

Nota: La prueba de normalidad Shapiro – Wilk con un cemento asfáltico de 6.0% sin fibra de nylon, los resultados presentan normalidad, ya que superan el 0.05.

Tabla 57.

Prueba de normalidad para un C.A. de 5.0% con fibra de nylon de 1.0%.

Descripción	Shapiro – Wilk.		
	Estadístico	gl.	Sig.
Estabilidad	0.791	3	0.089
Flujo	0.997	3	0.890
Vacíos	0.867	3	0.286

Nota: La prueba de normalidad Shapiro – Wilk con un cemento asfáltico de 5.0% con fibra de nylon de 1.0%, los resultados presentan normalidad, ya que superan el 0.05.

Tabla 58.

Prueba de normalidad para un C.A. de 5.0% con fibra de nylon de 1.5%.

Shapiro – Wilk.			
Descripción	Estadístico	gl.	Sig.
Estabilidad	0.815	3	0.151
Flujo	0.990	3	0.817
Vacíos	0.991	3	0.843

Nota: La prueba de normalidad Shapiro – Wilk con un cemento asfáltico de 5.0% con fibra de nylon de 1.5%, los resultados presentan normalidad, ya que superan el 0.05.

Tabla 59.

Prueba de normalidad para un C.A. de 5.0% con fibra de nylon de 2.0%.

Shapiro – Wilk.			
Descripción	Estadístico	gl.	Sig.
Estabilidad	0.950	3	0.571
Flujo	0.996	3	0.873
Vacíos	0.898	3	0.380

Nota: La prueba de normalidad Shapiro – Wilk con un cemento asfáltico de 5.0% con fibra de nylon de 2.0%, los resultados presentan normalidad, ya que superan el 0.05.

3.10.2. Prueba de Homogeneidad de Varianza.

Usando el software estadístico SPSS, la prueba de homogeneidad de la varianza se realiza usando la estadística de Levene, para evaluar la comparación de muestras sin fibra de nylon y con la fibra de nylon.

Condiciones:

- Si es mayor a 0.05 tiene Homogeneidad de Varianza.
- Si es menor a 0.05 no tiene Homogeneidad de Varianza.

En los resultados con los parámetros de Marshall con o sin fibra de nylon en la mezcla asfáltica, estas representas resultados por encima del 0.05.

Tabla 60.

Prueba de Homogeneidad de Varianza para la Estabilidad de Marshall.

Descripción	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	2.423	2	6	0.132
Se basa en la mediana	1.805	2	6	0.208
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.805	2	4.215	0.236
Se basa sen la media recordada	2.109	2	6	0.166

Nota: La prueba de homogeneidad de varianza para la estabilidad de Marshall con un cemento asfáltico de 5.0% con fibra de nylon de 1.0%, 1.5% y 2.0%, los resultados tienen homogeneidad de varianza, ya que superan el 0.05.

Tabla 61.

Prueba de Homogeneidad de Varianza para la Flujo de Marshall.

Descripción	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	2.621	2	6	0.214
Se basa en la mediana	1.851	2	6	0.254
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.851	2	3.842	0.298
Se basa sen la media recordada	2.241	2	6	0.183

Nota: La prueba de homogeneidad de varianza para el flujo de Marshall con un cemento asfáltico de 5.0% con fibra de nylon de 1.0%, 1.5% y 2.0%, los resultados tienen homogeneidad de varianza, ya que superan el 0.05.

Tabla 62

Prueba de Homogeneidad de Varianza para el porcentaje de vacíos de Marshall.

Descripción	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	2.103	2	6	0.121
Se basa en la mediana	1.752	2	6	0.272
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.752	2	3.941	0.25
Se basa sen la media recordada	2.019	2	6	0.154

Nota: La prueba de homogeneidad de varianza para el porcentaje de vacíos de Marshall con un cemento asfáltico de 5.0% con fibra de nylon de 1.0%, 1.5% y 2.0%, los resultados tienen homogeneidad de varianza, ya que superan el 0.05.

3.10.3. Prueba de Hipótesis (ANOVA).

Los resultados presentan valores mayores que 0.05 y se acepta la variable Ho (Hipótesis Nula), ya que no hay discrepancias en los valores de las medias de las propiedades de Marshall de los grupos de la muestra patrón, con las muestras con fibra de nylon.

Tabla 63

Prueba de Hipótesis para la Estabilidad de Marshall.

Descripción	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	372.142	2	186.071	3.264	0.057
Dentro de Grupos	784.34	6	130.723		
Total	1156.482	8			

Nota: La prueba de hipótesis para la estabilidad de Marshall con un cemento asfáltico de 5.0% con fibra de nylon de 1.0%, 1.5% y 2.0%, los resultados superan el 0.05 y se acepta la variable de hipótesis nula.

Tabla 64

Prueba de Hipótesis para el Flujo de Marshall.

Descripción	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	384.512	2	192.256	3.496	0.055
Dentro de Grupos	671.54	6	111.923		
Total	1056.052	8			

Nota: La prueba de hipótesis para el flujo de Marshall con un cemento asfáltico de 5.0% con fibra de nylon de 1.0%, 1.5% y 2.0%, los resultados superan el 0.05 y se acepta la variable de hipótesis nula.

Tabla 65

Prueba de Hipótesis para el porcentaje de vacíos de Marshall.

Descripción	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	392.14	2	196.07	3.323	0.059
Dentro de Grupos	843.1	6	140.517		
Total	1235.24	8			

Nota: La prueba de hipótesis para el porcentaje de vacíos de Marshall con un cemento asfáltico de 5.0% con fibra de nylon de 1.0%, 1.5% y 2.0%, los resultados superan el 0.05 y se acepta la variable de hipótesis nula.

CAPÍTULO IV: DISCUSION Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIONES

Interpretaciones Comparativas

Para la determinación de los parámetros con el ensayo de Marshall según el A.S.T.M. D 1559 se toma una muestra patrón del 5% en la mezcla asfáltica la cual no incluía la Fibra de Nylon el flujo en promedio es a 9.8 mm, pero para las muestras con un 1.0% de Fibra de Nylon en la mezcla asfáltica se tuvo un flujo 9.627 mm, para 1.5% se tuvo 10.247mm y por último para un 2% se obtuvo 11.060 mm.

La Fibra de Nylon en una mezcla asfáltica como agregado, se logra mejorar el comportamiento de mecánico aumentando la estabilidad, para la muestra patrón del 5% se obtiene una estabilidad de 9.143 kg promedio y para las muestras con Fibra de Nylon se obtiene para un 9.480 kg, 10.193 kg y 11.087 según sus porcentajes correspondientes en la mezcla asfáltica 1.0%, 1,5% y 2,0%.

Por último, el porcentaje de vacíos fue de 3.809% que se mantiene dentro del rango según la normativa de comparación del asfalto tradicional.

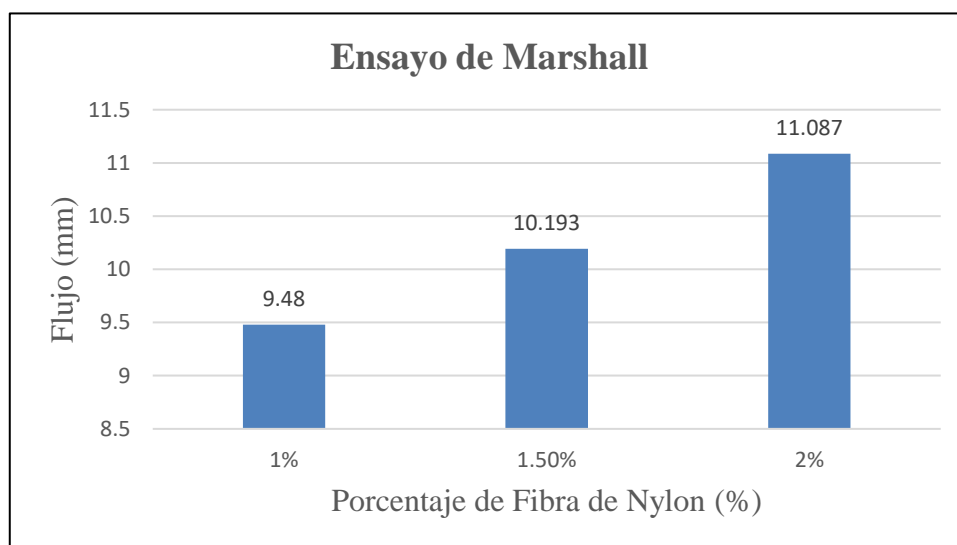


Figura 49.: Comparación de los flujos a distintos porcentajes.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

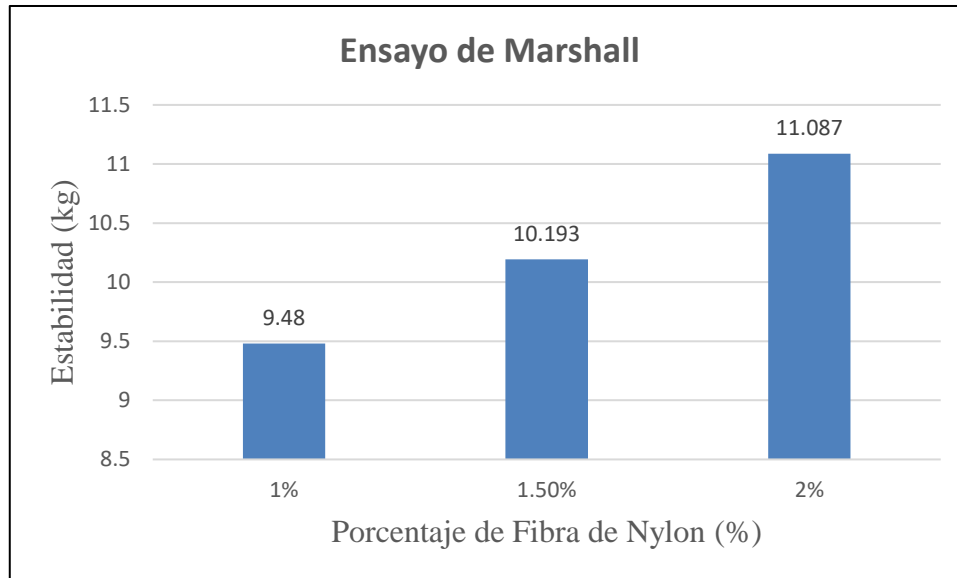


Figura 50.: Comparación de las estabilidades a distintos porcentajes.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Cerrudo, D. (2021), en su trabajo de investigación titulado “Influencia del polvo de neumático en una mezcla asfáltica por vía seca para vías locales con pavimento flexible”, se puede apreciar que los resultados tienen similitud con lo planteado en nuestra investigación, tanto así para la caracterización de los agregados como para las propiedades de la mezcla asfáltica con el ensayo de Marshall, están cumpliendo con la Normativa.

Buitrago, S. y Onofre, N. (2017), en su trabajo de investigación titulado “Viabilidad técnica de obtención de un diseño de mezcla asfáltica adicionada con 1.6% de fibra de PET, con porcentajes de asfalto entre el 4.5% y el 6 %, que cumpla con la normatividad del INVIAS.”, nos muestran resultados con un C.A. óptimo para una mezcla asfáltica de 5.6% y 1.6% de fibra de nylon, teniendo así los resultados de estabilidad de 20.70 Kn, con un flujo de 6.052 mm y el porcentaje de vacío de aire de 3.355% con 75 golpes de compactación por ambas caras de la briqueta, en nuestra investigación se tuvo como cemento asfáltico óptimo del 5.0% y 2.00% de fibra de nylon, teniendo así como

resultados de estabilidad del 11.087 Kn, con un flujo de 11.06 y un porcentaje de vacío de 3.809%.

Castillo, J. (2021), en su tesis titulado “Estudio del comportamiento físico – mecánico de una mezcla asfáltica modificada con desechos de nylon y ceniza volantes.”, tienen como resultados para una fibra de nylon de 0.15% una estabilidad de 4.36 Kn, un flujo de 3.01 mm y para el porcentaje de vacíos de 1.85%. En comparación de nuestra investigación se puede apreciar que al añadir hasta un 2.00% de fibra de nylon en una mezcla asfáltica se obtienen resultados positivos y cumpliendo con la normativa del MTC E 504 – Requisitos para mezcla de concreto bituminoso.

Adrianzen, O. (2022), en su investigación titulado “Uso de distintos tipos de fibras para mejorar propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica.”, Nos dice que las fibras la opción más adecuada para el refuerzo de pavimentos flexibles, ya que con las pruebas que se han realizado como el de Marshall, se obtuvo resultados positivos.

Limitaciones

A raíz del COVID 19, no se pudo elaborar la investigación en el campus de la Universidad Privada del Norte es por ende que se buscó otra alternativa en un laboratorio particular para que nosotros podamos elaborar nuestros ensayos.

No se ha encontrado muchos libros específicos sobre la fibra de nylon en una mezcla asfáltica a nivel nacional por lo que se recurrió a material de otros países y a algunas tesis realizadas en el país.

Otra limitación fue la carencia de los ensayos de Marshall en los laboratorios en la Ciudad de Jaén, ya que la cantera procedente del material queda en San Ignacio y el traslado de estos agregados a la Ciudad de Trujillo.

Implicancia

A raíz de los datos obtenidos, implicó poder comparar los resultados con la normativa del MTC E 504 los parámetros para una mezcla de concreto bituminoso.

La falta de información de la fibra de nylon en una mezcla asfáltica implicó buscar información en tesis de otros países.

Adquirir el material de fibra de nylon implicó la búsqueda exhausta en ferreterías y proveedores por internet.

4.2. CONCLUSIONES

Se determinó que la adición de fibra de nylon en la mezcla asfáltica genera una mejora en los parámetros de evaluación de una mezcla asfáltica por lo tanto el empleo de la fibra de nylon es factible si se busca mejorar las capacidades de un asfalto.

Se determinó, además, en la presente investigación que la proporción óptima de agregados para el asfalto tradicional es de 55% de grava de ¾" y 45% de arena, siendo esta la proporción que contiene menor cantidad de vacíos, con la cual se pudo realizar la dosificación adecuada para la mezcla asfáltica, estableciéndose que con un 5% de asfalto (60g.), grava de 627gr. y por último arena con 513 gr.

Se estableció que la dosificación óptima para una mezcla asfáltica con adición de fibra de nylon es la 2% con (24 gr.), de grava de ¾" con (627 gr.) y de arena con (513 gr.) por tener una mayor mejora en los parámetros del asfalto tales como: ESTABILIDAD DE LA MEZCLA, PORCENTAJE DE FLUJO Y PORCENTAJE DE VACIOS.

Se determinó que en una mezcla al 2% de fibra de nylon se mejora la estabilidad de la mezcla de 11.087 Kn, para el porcentaje de flujo es de 11.060 mm y para el porcentaje de vacíos fue de 3.809%.

Se pudo comparar que con respecto a un asfalto tradicional. el asfalto con adición de fibra de Nylon se obtiene una mejora en la ESTABILIDAD DE LA MEZCLA, PORCENTAJE DE FLUJO Y PORCENTAJE DE VACIOS. Al añadir un 2% en la mezcla. En el asfalto tradicional se obtuvo un 9.143 Kn, en la estabilidad, en comparación con la adición optima de fibra de nylon con 11.087 Kn. en el porcentaje de flujo en el tradicional se obtuvo 9.800 mm, mientras que el que incluye fibra de nylon es de 11.060 mm y por último en el porcentaje de vacíos en el tradicional fue de 4.044% y el que incluye fibra de nylon es de 3.809%. obteniéndose una mejora en todos los parámetros del asfalto.

4.3. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar cada uno de los ensayos con un mínimo de 3 muestras, para obtenerse mejores resultados.
- Realizar más estudios para las mezclas asfálticas incluyéndose otras adicciones.
- Se recomienda seguir los lineamientos de las normas de caracterización y del asfalto con la finalidad de obtener ensayos fiables.
- Realizar otras investigaciones empleando agregados de otros tamaños máximo nominal.

REFERENCIAS

Aliaga, (2017). *“Aplicación del caucho reciclado para la mejora de las propiedades de la carpeta asfáltica en pavimentación de la Av. Bertello, Santa Rosa, Lima 2017”* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.

Fernández, Morales y Soto, (2016). *“Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días”* (Tesis de pregrado). Universidad de Carabobo, Venezuela.

Flores y Flores, (2020). *“Influencia de los aditivos con enzimas orgánicas Terrasil y Perma Zyme para la estabilización de la subrasante de una carretera no pavimentada, mache Otuzco, La Libertad 2019”* (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte.

Goigochea, (2019). *“Estudio de un asfalto con adición de caucho de neumático reciclado como polímero base, chachapoyas – Amazonas - 2017”* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú.

Jhossler, Gonzalo & Carlos, (2017). *“Comparación del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica tipo MDC-19 adicionada con fibras de Terlenka y una mezcla asfáltica convencional”* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Colombia.

Juan & Jesus, (2019). *“Mejoramiento de mezcla asfálticas porosas a través de la incorporación de fibras de nylon y polipropileno”* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Colombia.

Juan, (2021). *“Estudio del comportamiento físico-mecánico de una mezcla asfáltica modificada con desechos de nylon y ceniza volantes”* (Tesis de pregrado). Universidad Santo Tomás, Colombia.

Juan, (2021). *“Influencia del Polvo de neumático en una mezcla asfáltica por vía seca para vías locales con pavimento flexible”* (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Perú.

Lozano y Tabares, (2005). *“Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio ciudadela del café – vía la badea”* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Nestor & Carlos, (2015). *“Perfiles de Ingeniería”* (Revista). Universidad Ricardo Palma, Perú.

Rodríguez & Rodríguez, (2005). *“Reutilización de pavimentos asfálticos reciclados en frío, como alternativa para la construcción de vías provisionales en asentamientos humanos en la ciudad de Lima – Perú”* (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Perú.

Safiqur & Khadeeja, (2008). *“Three – dimensional finite element model for flexible pavement analyses base don field modulus measurement”* (Revista). Arabian Journal for Science and Engineering, Chile.

Valverde, D. E., (2019). *“Caracterización piezoresistiva de hormigón reforzado con fibras de carbono reciclado con aplicaciones autosensoriales”* (Tesis de posgrado). Escola de Camins, España.

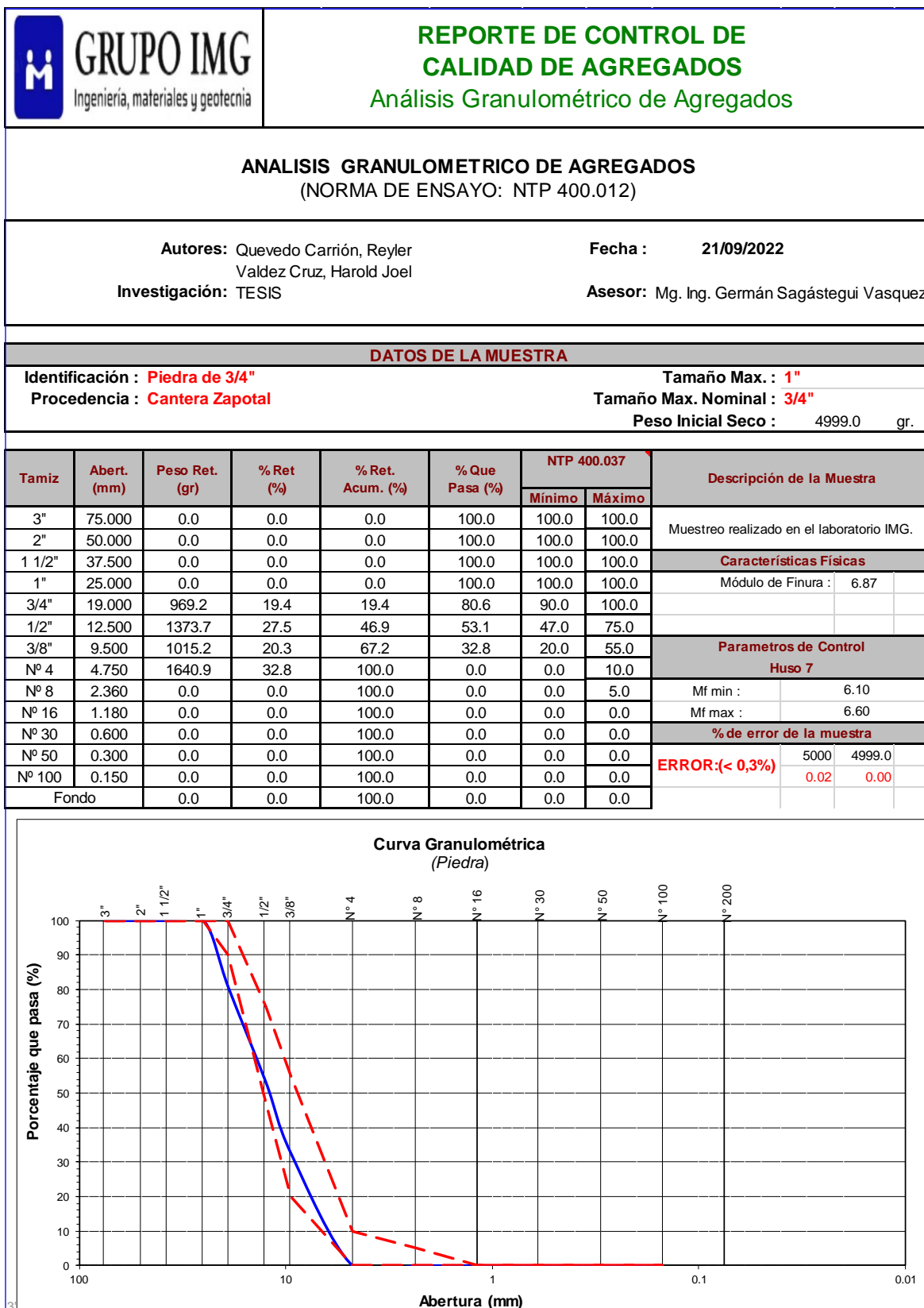
Vanegas, J. (2016), en su trabajo de investigación titulado *“Caracterización mecánica de una mezcla asfáltico modificada con fibras sintéticas”*

Vega, (2016). *“Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico”* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Villagaray, (2017). *“Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la Avenida TrapicheComas (Remanso) 2017”* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.

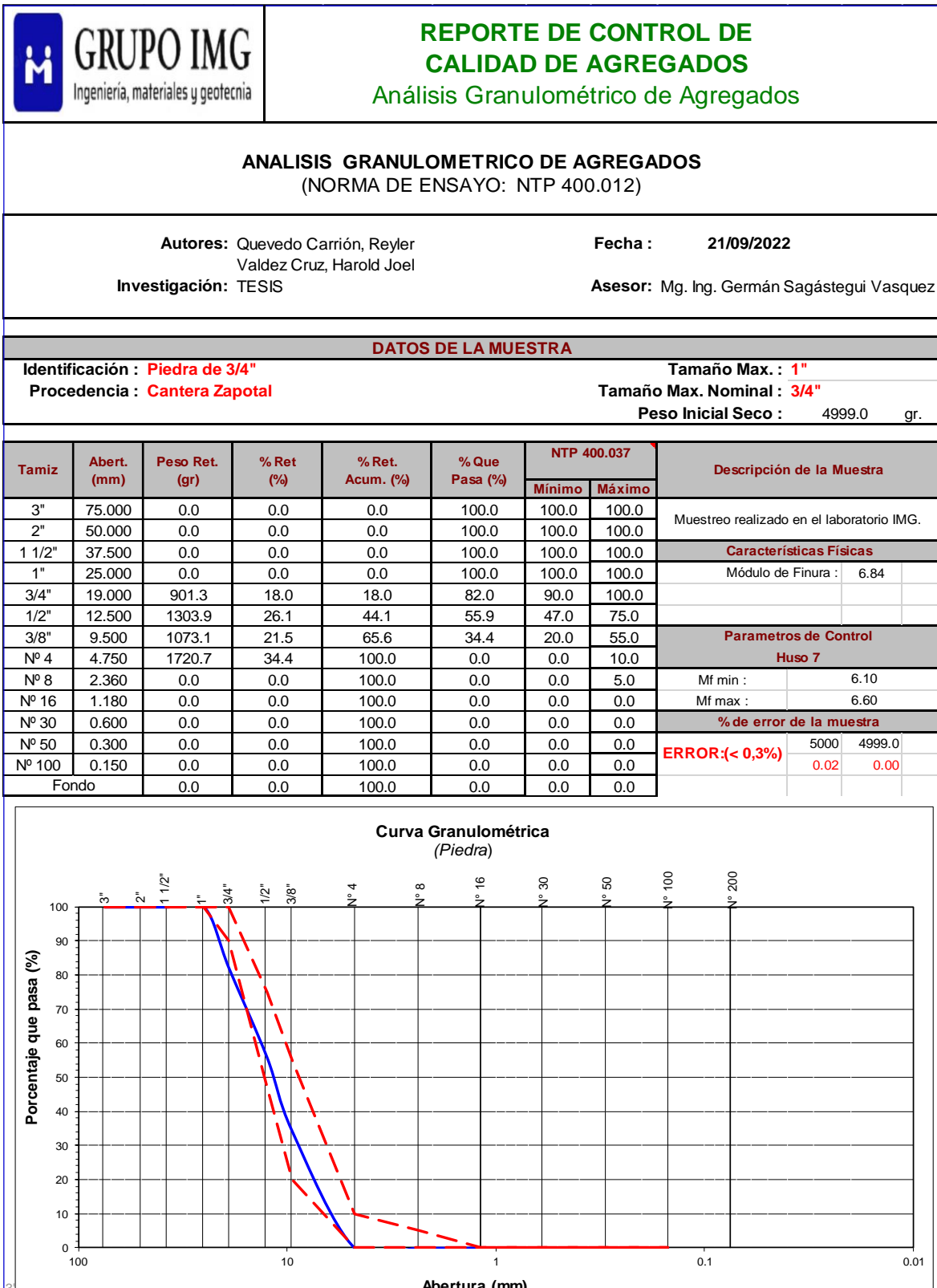
ANEXOS

I. GUÍAS DE OBSERVACIÓN.



Anexo I-01: Resultados de la granulometría del agregado grueso 01

Fuente: Elaboración propia, 2022.

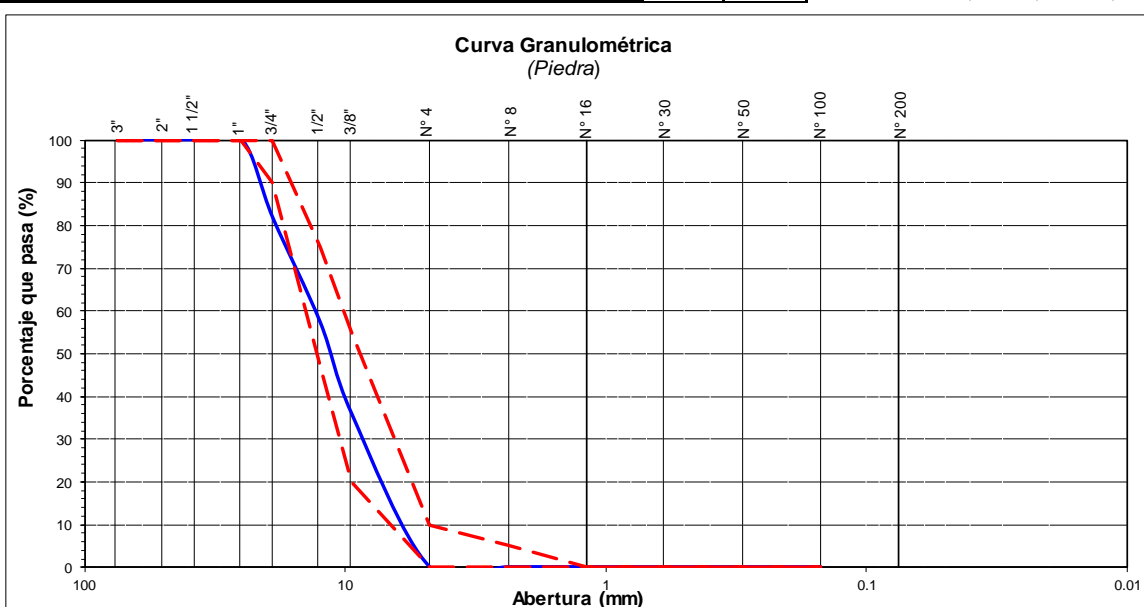


Anexo I-02: Resultados de la granulometría del agregado grueso 02.

Fuente: Elaboración propia, 2022.


GRUPO IMG		REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS Análisis Granulométrico de Agregados						
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.012)								
Autores: Quevedo Carrión, Reyler Valdez Cruz, Harold Joel Investigación: TESIS				Fecha : 21/09/2022 Asesor: Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez				
DATOS DE LA MUESTRA								
Identificación : Piedra de 3/4" Procedencia : Cantera Zapotal				Tamaño Max. : 1" Tamaño Max. Nominal : 3/4" Peso Inicial Seco : 4999.1 gr.				
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037		Descripción de la Muestra
						Mínimo	Máximo	
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	Muestreo realizado en el laboratorio IMG.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	Características Físicas
3/4"	19.000	916.7	18.3	18.3	81.7	90.0	100.0	Módulo de Finura : 6.82
1/2"	12.500	1220.9	24.4	42.8	57.2	47.0	75.0	
3/8"	9.500	1059.5	21.2	64.0	36.0	20.0	55.0	Parametros de Control
Nº 4	4.750	1802.0	36.0	100.0	0.0	0.0	10.0	Huso 7
Nº 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	5.0	Mf min : 6.10
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	Mf max : 6.60
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	% de error de la muestra
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	ERROR:(< 0,3%) 5000 : 0.02 4999.1 : 0.00
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	

Curva Granulométrica (Piedra)




Anexo I-03: Resultados de la granulometría del agregado grueso 03.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

 GRUPO IMG Ingeniería, materiales y geotecnia	REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS Peso Unitario Especifico del Agregado																																																										
DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.022/ASTM C127)																																																											
Integrantes: Quevedo Carrión, Reyler Valdez Cruz, Harold Joel Investigación: TESIS	Fecha : 22/09/2022 Asesor: Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez																																																										
DATOS DE LA MUESTRA																																																											
Identificación : Piedra de 3/4" Procedencia : Cantera Zapotal	Hora: 10:30 a.m Peso Natural : 400.000 gr																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #cccccc;">Fórmula</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="text-align: center;"> $Pea = \left[\frac{\text{Peso de la muestra sacada del horno}}{\text{peso de la muesra sacada del horno} - \text{peso de la muestra S}} \right]$ </td> </tr> </table>				Fórmula			$Pea = \left[\frac{\text{Peso de la muestra sacada del horno}}{\text{peso de la muesra sacada del horno} - \text{peso de la muestra S}} \right]$																																																				
Fórmula																																																											
	$Pea = \left[\frac{\text{Peso de la muestra sacada del horno}}{\text{peso de la muesra sacada del horno} - \text{peso de la muestra S}} \right]$																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #cccccc;">PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">MUESTRA</th> <th style="width: 20%;">Muestra #1</th> <th style="width: 20%;">Muestra #2</th> <th style="width: 20%;">Muestra #3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA (g)</td> <td style="text-align: center;">400.000</td> <td style="text-align: center;">400.000</td> <td style="text-align: center;">400.000</td> </tr> <tr> <td>(B): PESO DE LA MUESTRA SSS (Kg)</td> <td style="text-align: center;">419.700</td> <td style="text-align: center;">420.5</td> <td style="text-align: center;">418.7</td> </tr> <tr> <td>(C): PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA S (Kg)</td> <td style="text-align: center;">258.600</td> <td style="text-align: center;">263.700</td> <td style="text-align: center;">259.800</td> </tr> <tr> <td>(A): PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (Kg)</td> <td style="text-align: center;">408.600</td> <td style="text-align: center;">407.800</td> <td style="text-align: center;">409.500</td> </tr> <tr> <td>Pem = A/(B-C)</td> <td style="text-align: center;">2536.313</td> <td style="text-align: center;">2600.765</td> <td style="text-align: center;">2577.093</td> </tr> <tr> <td>Promedio del peso específico (Kg/m3)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">2571.390</td> </tr> <tr> <td>PmSSS = B/(B-C)</td> <td style="text-align: center;">2605.214</td> <td style="text-align: center;">2681.760</td> <td style="text-align: center;">2634.991</td> </tr> <tr> <td>Pess promedio</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">2640.655</td> </tr> <tr> <td>Pea = A/(A-C)</td> <td style="text-align: center;">2724.000</td> <td style="text-align: center;">2829.979</td> <td style="text-align: center;">2735.471</td> </tr> <tr> <td>Pea promedio</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">2763.150</td> </tr> <tr> <td>% ABS = ((B-A)/A)*100</td> <td style="text-align: center;">2.72</td> <td style="text-align: center;">3.114</td> <td style="text-align: center;">2.247</td> </tr> <tr> <td>Promedio de la absorcion</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">2.69</td> </tr> </tbody> </table>				PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN				MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3	PESO DE LA MUESTRA (g)	400.000	400.000	400.000	(B): PESO DE LA MUESTRA SSS (Kg)	419.700	420.5	418.7	(C): PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA S (Kg)	258.600	263.700	259.800	(A): PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (Kg)	408.600	407.800	409.500	Pem = A/(B-C)	2536.313	2600.765	2577.093	Promedio del peso específico (Kg/m3)	2571.390			PmSSS = B/(B-C)	2605.214	2681.760	2634.991	Pess promedio	2640.655			Pea = A/(A-C)	2724.000	2829.979	2735.471	Pea promedio	2763.150			% ABS = ((B-A)/A)*100	2.72	3.114	2.247	Promedio de la absorcion	2.69		
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN																																																											
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3																																																								
PESO DE LA MUESTRA (g)	400.000	400.000	400.000																																																								
(B): PESO DE LA MUESTRA SSS (Kg)	419.700	420.5	418.7																																																								
(C): PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA S (Kg)	258.600	263.700	259.800																																																								
(A): PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (Kg)	408.600	407.800	409.500																																																								
Pem = A/(B-C)	2536.313	2600.765	2577.093																																																								
Promedio del peso específico (Kg/m3)	2571.390																																																										
PmSSS = B/(B-C)	2605.214	2681.760	2634.991																																																								
Pess promedio	2640.655																																																										
Pea = A/(A-C)	2724.000	2829.979	2735.471																																																								
Pea promedio	2763.150																																																										
% ABS = ((B-A)/A)*100	2.72	3.114	2.247																																																								
Promedio de la absorcion	2.69																																																										


Anexo I-04: Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso .

Fuente: Elaboración propia, 2022.

 GRUPO IMG Ingeniería, materiales y geotecnia		REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS Peso Unitario Seco Suelto (PUSS)				
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SECO SUELTO DE LOS AGREGADOS (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017/ASTM C29)						
Integrantes: Quevedo Carrión, Reyler Valdez Cruz, Harold Joel Investigación: TESIS		Fecha: 22/09/2022 Asesor: Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez				
DATOS DE LA MUESTRA						
Identificación: Piedra de 3/4" Procedencia: Cantera Zapotal		Hora: 11.00 a.m Peso Natural: 17.36 kg.				
VOLUMEN DEL MOLDE CILÍNDRICO						
MUESTRA	ALTURA DEL MOLDE (m)	DIAMETRO DEL MOLDE (m)	RADIO DEL MOLDE (m)	VOLUMEN DEL MOLDE (m3)		
VOLUMEN DEL MOLDE	0.15	0.3	0.15	0.01060		
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th style="text-align: center;">Fórmula</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> $PUS = \left[\frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]$ </td> </tr> </table>					Fórmula	$PUS = \left[\frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]$
Fórmula						
$PUS = \left[\frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]$						
PESO UNITARIO SUELTO						
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3			
PESO DEL MOLDE (Kg)	1.2	1.2	1.2			
PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)	18.520	18.62	18.54			
PESO DE LA PIEDRA (Kg)	17.32	17.42	17.34			
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.0106	0.0106	0.0106			
PUS (Kg/m3)	1633.96	1643.40	1635.85			
PROMEDIO P.U.S. (kg/m3)	1637.74					


Anexo I-05: Resultados del peso unitario seco suelto de los agregados .

Fuente: Elaboración propia, 2022.

 <p>GRUPO IMG Ingeniería, materiales y geotecnia</p>	<p>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS Peso Unitario Seco Compactado (PUSC)</p>																																			
<p>DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SECO COMPACTADO DE LOS AGREGADOS (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017/ASTM C29)</p>																																				
<p>Integrantes: Quevedo Carrión, Reyler Valdez Cruz, Harold Joel</p> <p>Investigación: TESIS</p>		<p>Fecha: 22/09/2022</p> <p>Asesor: Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez</p>																																		
<p>DATOS DE LA MUESTRA</p>																																				
<p>Identificación: Piedra de 3/4"</p> <p>Procedencia: Cantera Zapotal</p>		<p>Hora: 11:30 a.m</p> <p>Peso Natural: 20.360 kg.</p>																																		
<p>VOLUMEN DEL MOLDE CILÍNDRICO</p>																																				
<p>MUESTRA</p>	<p>ALTURA DEL MOLDE (m)</p>	<p>DIAMETRO DEL MOLDE (m)</p>	<p>RADIO DEL MOLDE (m)</p>	<p>VOLUMEN DEL MOLDE (m3)</p>																																
<p>VOLUMEN DEL MOLDE</p>	<p>0.15</p>	<p>0.3</p>	<p>0.15</p>	<p>0.01060</p>																																
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Fórmula</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> $PUC = \left[\frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]$ </td> </tr> </table>					Fórmula		$PUC = \left[\frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]$																													
Fórmula																																				
$PUC = \left[\frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]$																																				
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">PESO UNITARIO COMPACTADO</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">MUESTRA</th> <th style="text-align: center;">Muestra #1</th> <th style="text-align: center;">Muestra #2</th> <th style="text-align: center;">Muestra #3</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO DEL MOLDE (Kg)</td> <td style="text-align: center;">1.2</td> <td style="text-align: center;">1.2</td> <td style="text-align: center;">1.2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)</td> <td style="text-align: center;">21.46</td> <td style="text-align: center;">21.68</td> <td style="text-align: center;">21.54</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO DE LA PIERA (Kg)</td> <td style="text-align: center;">20.26</td> <td style="text-align: center;">20.48</td> <td style="text-align: center;">20.34</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">VOLUMEN DEL MOLDE (m3)</td> <td style="text-align: center;">0.0106</td> <td style="text-align: center;">0.0106</td> <td style="text-align: center;">0.0106</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PUC(Kg/m3)</td> <td style="text-align: center;">1911.32</td> <td style="text-align: center;">1932.08</td> <td style="text-align: center;">1918.87</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PROMEDIO P.U.C. (kg/m3)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">1920.75</td> </tr> </table>					PESO UNITARIO COMPACTADO				MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3	PESO DEL MOLDE (Kg)	1.2	1.2	1.2	PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)	21.46	21.68	21.54	PESO DE LA PIERA (Kg)	20.26	20.48	20.34	VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.0106	0.0106	0.0106	PUC(Kg/m3)	1911.32	1932.08	1918.87	PROMEDIO P.U.C. (kg/m3)	1920.75		
PESO UNITARIO COMPACTADO																																				
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3																																	
PESO DEL MOLDE (Kg)	1.2	1.2	1.2																																	
PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)	21.46	21.68	21.54																																	
PESO DE LA PIERA (Kg)	20.26	20.48	20.34																																	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.0106	0.0106	0.0106																																	
PUC(Kg/m3)	1911.32	1932.08	1918.87																																	
PROMEDIO P.U.C. (kg/m3)	1920.75																																			

Anexo I-06: Resultados del peso unitario seco compactado de los agregados

Fuente: Elaboración propia, 2022.

 GRUPO IMG Ingeniería, materiales y geotecnia	REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS Contenido de Humedad																																
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO GRUESO (NORMA DE ENSAYO: NTP 329.185/ASTM C566)																																	
Integrantes: ✔ Quevedo Carrión, Reyler ✔ Valdez Cruz, Harold Joel Investigación: TESIS	Fecha : 23/09/2022 Asesor: ✔ Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez																																
DATOS DE LA MUESTRA																																	
Identificación : ✔ Piedra de 3/4" Procedencia : ✔ Cantera Zapotal	Hora: 12.00 a.m Peso Natural : ✔ 195.0 gr																																
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #cccccc;">Fórmula</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> $\%W = \left[\frac{PH - PS}{PS} \right] \times 100$ </td> </tr> </table>		Fórmula	$\%W = \left[\frac{PH - PS}{PS} \right] \times 100$																														
Fórmula																																	
$\%W = \left[\frac{PH - PS}{PS} \right] \times 100$																																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse; width: 80%;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #cccccc;">Ensayo</th> <th style="background-color: #cccccc;">muestra #1</th> <th style="background-color: #cccccc;">muestra #2</th> <th style="background-color: #cccccc;">muestra #3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #ffffcc;">PESO DE LA TARA (g)</td> <td style="text-align: center;">72.7</td> <td style="text-align: center;">71.6</td> <td style="text-align: center;">71.5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffffcc;">PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)</td> <td style="text-align: center;">269.3</td> <td style="text-align: center;">266.4</td> <td style="text-align: center;">265.2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffffcc;">PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (g)</td> <td style="text-align: center;">265.8</td> <td style="text-align: center;">263.2</td> <td style="text-align: center;">264.6</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffffcc;">PESO DE LA MUESTRA HUMEDA</td> <td style="text-align: center;">196.6</td> <td style="text-align: center;">194.8</td> <td style="text-align: center;">193.7</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffffcc;">PESO DE LA MUESTRA SECA</td> <td style="text-align: center;">193.1</td> <td style="text-align: center;">191.6</td> <td style="text-align: center;">193.1</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffffcc;">%W</td> <td style="text-align: center;">1.8</td> <td style="text-align: center;">1.7</td> <td style="text-align: center;">0.3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffffcc;">PROMEDIO %W</td> <td colspan="3" style="text-align: center; background-color: #cccccc;">1.30</td> </tr> </tbody> </table>		Ensayo	muestra #1	muestra #2	muestra #3	PESO DE LA TARA (g)	72.7	71.6	71.5	PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	269.3	266.4	265.2	PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (g)	265.8	263.2	264.6	PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	196.6	194.8	193.7	PESO DE LA MUESTRA SECA	193.1	191.6	193.1	%W	1.8	1.7	0.3	PROMEDIO %W	1.30		
Ensayo	muestra #1	muestra #2	muestra #3																														
PESO DE LA TARA (g)	72.7	71.6	71.5																														
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	269.3	266.4	265.2																														
PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (g)	265.8	263.2	264.6																														
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	196.6	194.8	193.7																														
PESO DE LA MUESTRA SECA	193.1	191.6	193.1																														
%W	1.8	1.7	0.3																														
PROMEDIO %W	1.30																																

Anexo I-07: Resultados del contenido de humedad natural del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia, 2022.


**DETERMINACION DEL DESGASTE AGRASIVO DE LOS ANGELES
 (NORMA DE ENSAYO: ASTM C-131)**
Integrantes: Quevedo Carrión, Reyler
 Valdez Cruz, Harold Joel
Investigación: TESIS

Fecha : 23/09/2022
Asesor: Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez

DATOS DE LA MUESTRA
Identificación : PIEDRA
Procedencia : Cantera Zapotal

Hora: 2.00 p.m


PRUEBAS	1
GRADACIÓN USADA	A
No. ESFERAS	12
No. REVOLUCIONES	500
Pa= PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO G.M.S.	5,000
Pb= PESO MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ No 12	3,861
Pa-Pb= PERDIDA	1,139
%DESGASTE= $\frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$	23%
ESPECIFICACIÓN: MENOR DE	40%

 CUMPLE: SI NO

TAMAÑOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 1/2"					2500		
2 1/2"	2"					2500		
2"	1 1/2"					5000	5000	
1 1/2"	1"	1250					5000	5000
1"	3/4"	1250						5000
3/4"	1/2"	1250	2500					
1/2"	3/8"	1250	2500					
3/8"	#3			2500				
#3	#4			2500				
#4	#8				5000			
No. DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
No. DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000


Anexo I-08: Resultados del desgaste abrasivo de los ángeles.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

 <p>GRUPO IMG Ingeniería, materiales y geotecnia</p>	<p>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS Porcentaje de Caras Fracturadas</p>																																																								
<p>DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE CARAS FRACTURARAS EN LOS AGREGADOS (NORMA DE ENSAYO: ASTM D- 5821)</p>																																																									
<p>Integrantes: <input checked="" type="checkbox"/> Quevedo Carrión, Reyler <input checked="" type="checkbox"/> Valdez Cruz, Harold Joel Investigación: TESIS</p>	<p>Fecha : 23/09/2022 Asesor: <input checked="" type="checkbox"/> Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez</p>																																																								
<p>DATOS DE LA MUESTRA</p>																																																									
<p>Identificación : PIEDRA Procedencia : Cantera Zapotal</p>	<p>Hora: 1.00 p.m Peso Natural : <input checked="" type="checkbox"/> 195.0 gr</p>																																																								
<p>Con una cara de fractura</p>																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">TAMAÑO DEL AGREGADO</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> </tr> <tr> <th>PASA</th> <th>RETENIDO</th> <th>(g)</th> <th>(g)</th> <th>(B/A)*100</th> <th>(%)</th> <th>(Cx D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2"</td> <td>1 1/2"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>1"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>3/4"</td> <td>1470.00</td> <td>195.00</td> <td>0.13</td> <td>24.30</td> <td>3.22</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>1/2"</td> <td>1290.00</td> <td>216.00</td> <td>0.17</td> <td>30.67</td> <td>5.14</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>3/8"</td> <td>240.00</td> <td>59.00</td> <td>0.25</td> <td>45.03</td> <td>11.07</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">TOTAL</td> <td>3000.00</td> <td>470.00</td> <td>0.55</td> <td>100.00</td> <td>19.43</td> </tr> </tbody> </table>		TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E	PASA	RETENIDO	(g)	(g)	(B/A)*100	(%)	(Cx D)	2"	1 1/2"						1 1/2"	1"						1"	3/4"	1470.00	195.00	0.13	24.30	3.22	3/4"	1/2"	1290.00	216.00	0.17	30.67	5.14	1/2"	3/8"	240.00	59.00	0.25	45.03	11.07	TOTAL		3000.00	470.00	0.55	100.00	19.43
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E																																																			
PASA	RETENIDO	(g)	(g)	(B/A)*100	(%)	(Cx D)																																																			
2"	1 1/2"																																																								
1 1/2"	1"																																																								
1"	3/4"	1470.00	195.00	0.13	24.30	3.22																																																			
3/4"	1/2"	1290.00	216.00	0.17	30.67	5.14																																																			
1/2"	3/8"	240.00	59.00	0.25	45.03	11.07																																																			
TOTAL		3000.00	470.00	0.55	100.00	19.43																																																			
<p>Con dos caras de fractura</p>																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">TAMAÑO DEL AGREGADO</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> </tr> <tr> <th>PASA</th> <th>RETENIDO</th> <th>(g)</th> <th>(g)</th> <th>(B/A)*100</th> <th>(%)</th> <th>(Cx D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2"</td> <td>1 1/2"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>1"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>3/4"</td> <td>1350.00</td> <td>251.00</td> <td>0.19</td> <td>27.91</td> <td>5.19</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>1/2"</td> <td>1410.00</td> <td>125.00</td> <td>0.09</td> <td>13.31</td> <td>1.18</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>3/8"</td> <td>240.00</td> <td>94.00</td> <td>0.39</td> <td>58.79</td> <td>23.02</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">TOTAL</td> <td>3000.00</td> <td>470.00</td> <td>0.67</td> <td>100.00</td> <td>29.39</td> </tr> </tbody> </table>		TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E	PASA	RETENIDO	(g)	(g)	(B/A)*100	(%)	(Cx D)	2"	1 1/2"						1 1/2"	1"						1"	3/4"	1350.00	251.00	0.19	27.91	5.19	3/4"	1/2"	1410.00	125.00	0.09	13.31	1.18	1/2"	3/8"	240.00	94.00	0.39	58.79	23.02	TOTAL		3000.00	470.00	0.67	100.00	29.39
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E																																																			
PASA	RETENIDO	(g)	(g)	(B/A)*100	(%)	(Cx D)																																																			
2"	1 1/2"																																																								
1 1/2"	1"																																																								
1"	3/4"	1350.00	251.00	0.19	27.91	5.19																																																			
3/4"	1/2"	1410.00	125.00	0.09	13.31	1.18																																																			
1/2"	3/8"	240.00	94.00	0.39	58.79	23.02																																																			
TOTAL		3000.00	470.00	0.67	100.00	29.39																																																			
<p>PARTICULAS CON UNA Ó MÁS CARAS DE FRACTURA <input checked="" type="checkbox"/> 48.82%</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CARAS DE FRACTURA=</td> <td style="text-align: center;">94.8</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0.2</td> </tr> </tbody> </table>		RESULTADOS		CARAS DE FRACTURA=	94.8		0.2																																																		
RESULTADOS																																																									
CARAS DE FRACTURA=	94.8																																																								
	0.2																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>Peso de la muestra</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Peso del material con caras de fractura</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Porcentaje de caras fracturadas</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>Porcentaje retenido, gradación original</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>Promedio de caras de fractura</td> </tr> </tbody> </table>		A	Peso de la muestra	B	Peso del material con caras de fractura	C	Porcentaje de caras fracturadas	D	Porcentaje retenido, gradación original	E	Promedio de caras de fractura																																														
A	Peso de la muestra																																																								
B	Peso del material con caras de fractura																																																								
C	Porcentaje de caras fracturadas																																																								
D	Porcentaje retenido, gradación original																																																								
E	Promedio de caras de fractura																																																								


Anexo I-09: Resultados del porcentaje de caras fracturadas en los agregados.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

 <p>GRUPO IMG Ingeniería, materiales y geotecnia</p>	<p>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</p> <p>Determinación de partículas chatas, alargadas, ó partículas chatas y alargadas en agregados gruesos</p>																																																																																																																																																																														
<p>Determinación de partículas chatas, alargadas, ó partículas chatas y alargadas en agregados gruesos.</p> <p>(NORMA DE ENSAYO: ASTM D - 4791)</p>																																																																																																																																																																															
<p>Integrantes: Quevedo Carrión, Reyler Valdez Cruz, Harold Joel</p> <p>Investigación: TESIS</p>	<p>Fecha: 24/09/2022</p> <p>Asesor: Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez</p>																																																																																																																																																																														
<p>DATOS DE LA MUESTRA</p> <p>Identificación : combinación 0.50 arena y 0.5 piedra Procedencia : MEPCO S.A.C</p>																																																																																																																																																																															
<p>Fórmula</p> $\text{Partículas chatas/Alargadas ó partículas chatas y alargadas (\%)} = \left[\left(\frac{E}{C} \times 100 \right) \left(\frac{A}{D} \times 100 \right) \right] / 100$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>A</td><td>Peso retenido en cada tamiz</td></tr> <tr><td>B</td><td>peso total de la muestra agregado granular</td></tr> <tr><td>C</td><td>%Retenido en la muestra total</td></tr> <tr><td>D</td><td>Peso de la muestra de ensayo (Retenido 3/8")</td></tr> <tr><td>E</td><td>Partículas chatas</td></tr> </table>	A	Peso retenido en cada tamiz	B	peso total de la muestra agregado granular	C	%Retenido en la muestra total	D	Peso de la muestra de ensayo (Retenido 3/8")	E	Partículas chatas																																																																																																																																																																				
A	Peso retenido en cada tamiz																																																																																																																																																																														
B	peso total de la muestra agregado granular																																																																																																																																																																														
C	%Retenido en la muestra total																																																																																																																																																																														
D	Peso de la muestra de ensayo (Retenido 3/8")																																																																																																																																																																														
E	Partículas chatas																																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th colspan="3">AGREGADO GRUESO</th> <th colspan="2">PARTICULAS CHATAS</th> <th colspan="2">PARTICULAS ALARGADAS</th> <th colspan="2">PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS</th> <th colspan="2">PARTICULAS NI CHATAS, NI ALARGADAS</th> </tr> <tr> <th>Tamiz</th> <th>Abert. (mm)</th> <th>Peso Ret. "A" (gr)</th> <th>% Ret. "C" (%)</th> <th>% Pasa (%)</th> <th>Peso Ret. "E" (gr)</th> <th>(%)</th> <th>Peso Ret. "F" (gr)</th> <th>(%)</th> <th>Peso Ret. "G" (gr)</th> <th>(%)</th> <th>Peso Ret. "H" (gr)</th> <th>(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td>3359.80</td><td>19.38</td><td>80.62</td><td>59.50</td><td>0.51</td><td>62.59</td><td>0.54</td><td>41.29</td><td>0.35</td><td>11478.12</td><td>98.60</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.700</td><td>4762.20</td><td>27.47</td><td>53.14</td><td>67.50</td><td>0.58</td><td>80.54</td><td>0.69</td><td>40.68</td><td>0.35</td><td>11452.78</td><td>98.38</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>8.750</td><td>3519.50</td><td>20.30</td><td>32.84</td><td>59.80</td><td>0.51</td><td>78.62</td><td>0.68</td><td>43.52</td><td>0.37</td><td>11459.56</td><td>98.44</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td>4456.10</td><td>25.71</td><td>7.13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº 4</td><td>4.760</td><td>1235.90</td><td>7.13</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">PESO TOTAL DE LA MUESTRA (B)</td><td>17333.50</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">PESO DE LA MUESTRA DE ENSAYO (D) (RETENIDO 3/8")</td><td>11641.50</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	MATERIAL	AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS		PARTICULAS ALARGADAS		PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS		PARTICULAS NI CHATAS, NI ALARGADAS		Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. "A" (gr)	% Ret. "C" (%)	% Pasa (%)	Peso Ret. "E" (gr)	(%)	Peso Ret. "F" (gr)	(%)	Peso Ret. "G" (gr)	(%)	Peso Ret. "H" (gr)	(%)	3"	76.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2"	50.800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1"	25.400	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3/4"	19.050	3359.80	19.38	80.62	59.50	0.51	62.59	0.54	41.29	0.35	11478.12	98.60	1/2"	12.700	4762.20	27.47	53.14	67.50	0.58	80.54	0.69	40.68	0.35	11452.78	98.38	3/8"	8.750	3519.50	20.30	32.84	59.80	0.51	78.62	0.68	43.52	0.37	11459.56	98.44	1/4"	6.350	4456.10	25.71	7.13									Nº 4	4.760	1235.90	7.13	0.00									PESO TOTAL DE LA MUESTRA (B)		17333.50											PESO DE LA MUESTRA DE ENSAYO (D) (RETENIDO 3/8")		11641.50											<p>RESULTADOS</p> <p>(PROMEDIO PONDERADO)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>PARTICULAS CHATAS</td><td>1.60%</td></tr> <tr><td>PARTICULAS ALARGADAS</td><td>1.90%</td></tr> <tr><td>PARTICULAS CHATAS ALARGADAS</td><td>1.08%</td></tr> </table>	PARTICULAS CHATAS	1.60%	PARTICULAS ALARGADAS	1.90%	PARTICULAS CHATAS ALARGADAS	1.08%
MATERIAL	AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS		PARTICULAS ALARGADAS		PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS		PARTICULAS NI CHATAS, NI ALARGADAS																																																																																																																																																																					
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. "A" (gr)	% Ret. "C" (%)	% Pasa (%)	Peso Ret. "E" (gr)	(%)	Peso Ret. "F" (gr)	(%)	Peso Ret. "G" (gr)	(%)	Peso Ret. "H" (gr)	(%)																																																																																																																																																																			
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																			
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																			
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																			
1"	25.400	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																			
3/4"	19.050	3359.80	19.38	80.62	59.50	0.51	62.59	0.54	41.29	0.35	11478.12	98.60																																																																																																																																																																			
1/2"	12.700	4762.20	27.47	53.14	67.50	0.58	80.54	0.69	40.68	0.35	11452.78	98.38																																																																																																																																																																			
3/8"	8.750	3519.50	20.30	32.84	59.80	0.51	78.62	0.68	43.52	0.37	11459.56	98.44																																																																																																																																																																			
1/4"	6.350	4456.10	25.71	7.13																																																																																																																																																																											
Nº 4	4.760	1235.90	7.13	0.00																																																																																																																																																																											
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (B)		17333.50																																																																																																																																																																													
PESO DE LA MUESTRA DE ENSAYO (D) (RETENIDO 3/8")		11641.50																																																																																																																																																																													
PARTICULAS CHATAS	1.60%																																																																																																																																																																														
PARTICULAS ALARGADAS	1.90%																																																																																																																																																																														
PARTICULAS CHATAS ALARGADAS	1.08%																																																																																																																																																																														

Anexo I-10: Resultados de las partículas chatas, alargadas ó partículas chatas y alargadas en agregados gruesos.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

 GRUPO IMG Ingeniería, materiales y geotecnia	REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS Equivalente de arena																																		
MÉTODO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA (NORMA DE ENSAYO: ASTM D- 2419 AASHTO T176-00)																																			
Integrantes: Quevedo Carrión, Reyler Valdez Cruz, Harold Joel Investigación: TESIS		Fecha : 23/09/2022 Asesor: Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez																																	
DATOS DE LA MUESTRA																																			
Identificación : Agregado fino Procedencia : Cantera Zapotal		Hora: 3.00 p.m																																	
<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Fórmula</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">$EA(\%) = [N_a / N_t] * 100$</td> </tr> </table> <table border="1" style="margin: 0 auto;"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INICIO</td> <td>10:15</td> <td>11:05</td> <td>11:55</td> </tr> <tr> <td>TERMINO</td> <td>10:50</td> <td>11:40</td> <td>12:30</td> </tr> <tr> <td>LECTURA TOTAL</td> <td>4.2</td> <td>4.2</td> <td>4.2</td> </tr> <tr> <td>LECTURA DE ARENA</td> <td>3.9</td> <td>3.9</td> <td>3.9</td> </tr> <tr> <td>EQ. ARENA (%)</td> <td>92.9</td> <td>92.9</td> <td>92.9</td> </tr> <tr> <td>EQ. ARENA PROM. (%)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">92.9</td> </tr> </tbody> </table>				Fórmula		$EA(\%) = [N_a / N_t] * 100$		MUESTRA	1	2	3	INICIO	10:15	11:05	11:55	TERMINO	10:50	11:40	12:30	LECTURA TOTAL	4.2	4.2	4.2	LECTURA DE ARENA	3.9	3.9	3.9	EQ. ARENA (%)	92.9	92.9	92.9	EQ. ARENA PROM. (%)	92.9		
Fórmula																																			
$EA(\%) = [N_a / N_t] * 100$																																			
MUESTRA	1	2	3																																
INICIO	10:15	11:05	11:55																																
TERMINO	10:50	11:40	12:30																																
LECTURA TOTAL	4.2	4.2	4.2																																
LECTURA DE ARENA	3.9	3.9	3.9																																
EQ. ARENA (%)	92.9	92.9	92.9																																
EQ. ARENA PROM. (%)	92.9																																		

Anexo I-II: Resultados del equivalente de arena.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

 GRUPO IMG Ingeniería, materiales y geotecnia	REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS Adherencia en bandeja																																		
ADHERENCIA EN BANDEJA (NORMA DE ENSAYO: I.N.V. E 740 - 07)																																			
Integrantes: <input checked="" type="checkbox"/> Quevedo Carrión, Reyler <input checked="" type="checkbox"/> Valdez Cruz, Harold Joel Investigación: TESIS	Fecha : 23/09/2022 Asesor: <input checked="" type="checkbox"/> Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez																																		
DATOS DE LA MUESTRA																																			
Identificación : AGREGADOS Procedencia : Cantera Zapotal	Hora: 3.30 p.m																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DATOS</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CANTIDAD DE MUESTRA #</td> <td>50.00</td> <td>50.00</td> <td>50.00</td> </tr> <tr> <td>CANTIDAD DE CEMENTO ASFALTICO ml</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>TEMPERATURA DE CA (°C)</td> <td>140.00</td> <td>140.00</td> <td>140.00</td> </tr> <tr> <td># DE PARTICULAS RECUBIERTAS</td> <td>48.00</td> <td>48.00</td> <td>48.00</td> </tr> <tr> <td># DE PARTICULAS NO RECUBIERTAS</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>ADHERENCIA (%)</td> <td>96.00</td> <td>96.00</td> <td>96.00</td> </tr> <tr> <td>ADHERENCIA PROM. (%)</td> <td></td> <td>96.00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				DATOS	1	2	3	CANTIDAD DE MUESTRA #	50.00	50.00	50.00	CANTIDAD DE CEMENTO ASFALTICO ml	100.00	100.00	100.00	TEMPERATURA DE CA (°C)	140.00	140.00	140.00	# DE PARTICULAS RECUBIERTAS	48.00	48.00	48.00	# DE PARTICULAS NO RECUBIERTAS	1.00	1.00	1.00	ADHERENCIA (%)	96.00	96.00	96.00	ADHERENCIA PROM. (%)		96.00	
DATOS	1	2	3																																
CANTIDAD DE MUESTRA #	50.00	50.00	50.00																																
CANTIDAD DE CEMENTO ASFALTICO ml	100.00	100.00	100.00																																
TEMPERATURA DE CA (°C)	140.00	140.00	140.00																																
# DE PARTICULAS RECUBIERTAS	48.00	48.00	48.00																																
# DE PARTICULAS NO RECUBIERTAS	1.00	1.00	1.00																																
ADHERENCIA (%)	96.00	96.00	96.00																																
ADHERENCIA PROM. (%)		96.00																																	

Anexo I-12: Resultados de adherencia en bandeja.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD ENSAYO DE MARSHALL

ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1559

Integrantes: Quevedo Carrión, Reyler
Valdez Cruz, Harold Joel
Investigación: TESIS

Fecha: 26/09/2022
Asesor: Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez

DATOS DE LA MUESTRA
Identificación: **AGREGADOS**
Procedencia: **Cantera Zapotal**
Hora: 9.00 p.m

1. DETERMINACION DE CANTIDADES NECESARIAS DE AGREGADOS Y ASFALTO

Peso total de la Briqueta:		1200	gr.
ASFALTO		AGREGADOS	
% DE ASFALTO	ASFALTO(gr.)	55%	0%
		grava de 3/4" (gr.)	grava de 1/2" (gr.)
		grava de 3/8" (gr.)	Arena (gr.)
4.00%	48	633.60	0.00
4.50%	54	630.30	0.00
5.00%	60	627.00	0.00
5.50%	66	623.70	0.00
6.00%	72	620.40	0.00

2. DETERMINACION DEL ESPESOR, DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMACTADA

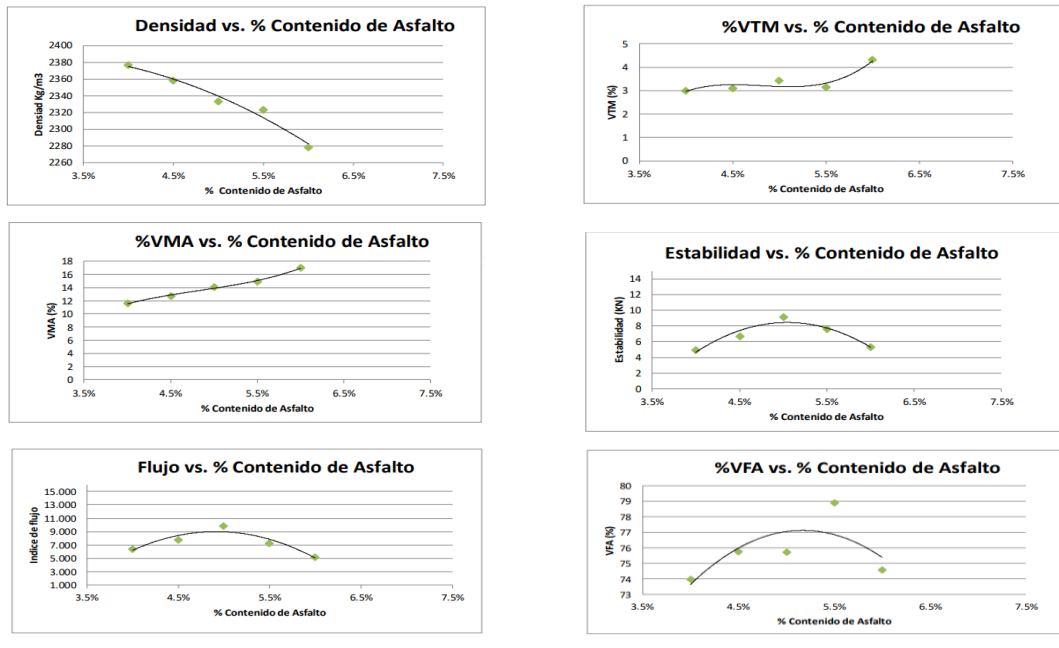
Espesor y/o altura de las probetas briquetas					
% DE ASFALTO	Altura de las probetas o briquetas				
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₃ (cm)	Promedio (cm)
4.00%	6.75	6.74	6.76	6.75	6.75
4.50%	6.71	6.72	6.7	6.71	6.71
5.00%	6.91	6.93	6.91	6.90	6.91
5.50%	6.73	6.74	6.75	6.73	6.74
6.00%	6.74	6.73	6.71	6.72	6.73

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMACTADA					
% DE ASFALTO	M _s	M _{SS}	M _{SUM}	G (Kg/m3)	G _{mb}
4.00%	1175.00	1194.00	699.60	2376.62	2.377
4.50%	1178.00	1196.00	696.50	2358.36	2.358
5.00%	1179.00	1197.00	691.70	2333.27	2.333
5.50%	1154.00	1197.00	700.30	2323.33	2.323
6.00%	1158.00	1198.00	689.80	2278.63	2.279

3. DETERMINACION DE LA ESTABILIDAD Y FLUJO

% DE ASFALTO	Lectura de dial	Estabilidad KN	Indice de flujo (Pulg.)	Indice de Flujo (mm)
4.00%	52.00	5.24	0.251	6.37
4.50%	27.00	8.06	0.307	7.81
5.00%	90.00	9.09	0.388	9.86
5.50%	128.00	7.85	0.287	7.29
6.00%	128.00	5.26	0.204	5.18

<p>Gravedad específica en Agregados Gruesos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.6520$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.6350$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{s,b} = 2.6410$ % de Agregado Grueso $\%P = 55.00\%$</p>	<p>Gravedad específica en Agregados Finos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.5880$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.5160$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{s,b} = 2.5440$ % de Agregado Grueso $\%P = 45.00\%$</p>	<p>Gravedad específica en Agregados Gruesos. Tipo de cemento Asfáltico según el Grado de Penetración 85 – 100 Densidad del cemento Asfáltico (Kg/m³) $P_{asfaltos} = 1025.00$ Gravedad específica del Cemento Asfáltico $G_b = 1.0250$</p>
Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados $G_{sb} = 2.5801$	Gravedad Especifica Seca Aparente de la Combinación de $G_{sa} = 2.6228$	



Anexo I-13: Resultado de Marshall sin Fibra de Nylon Ensayo 1.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1559

Integrantes: Quevedo Carrión, Reyler
Valdez Cruz, Harold Joel
Investigación: TESIS

Fecha: 26/09/2022
Asesor: Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación: **AGREGADOS**
Procedencia: **Cantera Zapotal**

Hora: 9:30 p.m

1. DETERMINACION DE CANTIDADES NECESARIAS DE AGREGADOS Y ASFALTO

Peso total de la Briqueleta:		1200				gr.
ASFALTO		AGREGADOS				
% DE ASFALTO	ASFALTO(gr.)	55%	0%	0%	45%	
		grava de 3/4" (gr.)	grava de 1/2" (gr.)	grava de 3/8" (gr.)	Arena (gr.)	
4.00%	48	833.60	0.00	0.00	0.00	516.40
4.50%	54	830.30	0.00	0.00	0.00	516.70
5.00%	60	827.00	0.00	0.00	0.00	517.00
5.50%	66	823.70	0.00	0.00	0.00	517.30
6.00%	72	820.40	0.00	0.00	0.00	517.60

2. DETERMINACION DEL ESPESOR, DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMACTADA

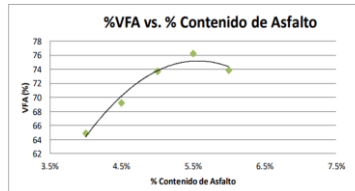
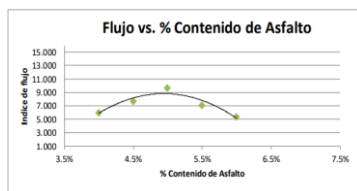
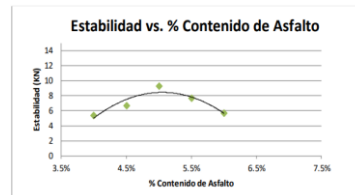
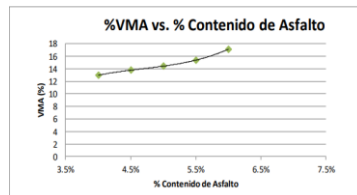
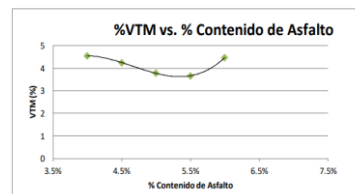
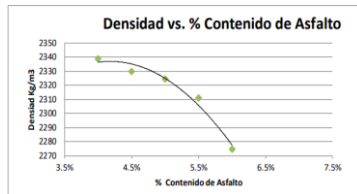
Espesor y/o altura de las probetas o briqueletas						
% DE ASFALTO	Altura de las probetas o briqueletas					Promedio (cm)
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)		
4.00%	6.73	6.72	6.74	6.72	6.73	6.73
4.50%	6.82	6.81	6.83	6.85	6.82	6.82
5.00%	6.83	6.84	6.82	6.83	6.83	6.83
5.50%	6.78	6.77	6.79	6.78	6.77	6.77
6.00%	6.79	6.78	6.77	6.78	6.78	6.78

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMACTADA					
% DE ASFALTO	M _s	M _{ESS}	M _{SON}	G (Kg/m ³)	G _{sub}
4.00%	1186.00	1194.00	686.90	2338.79	2.339
4.50%	1189.00	1196.00	685.70	2330.00	2.336
5.00%	1191.00	1197.00	686.90	2324.35	2.324
5.50%	1175.00	1197.00	688.60	2311.17	2.311
6.00%	1189.00	1198.00	684.10	2274.76	2.275

3. DETERMINACION DE LA ESTABILIDAD Y FLUJO

% DE ASFALTO	Lectura de dial	Estabilidad KN	Indice de Flujo (Pulg.)	Indice de Flujo (mm)
4.00%	52.00	5.67	0.235	5.98
4.50%	27.00	8.03	0.303	7.69
5.00%	90.00	9.19	0.381	9.68
5.50%	126.00	7.34	0.280	7.11
6.00%	126.00	5.81	0.210	5.34

Gravedad específica en Agregados Gruesos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.6230$ Gravedad Especifica Seca Bulk: $G_{sb} = 2.6399$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk: $G_{ss} = 2.6410$ % de Agregado Grueso: 55.00%	Gravedad específica en Agregados Finos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.5889$ Gravedad Especifica Seca Bulk: $G_{sb} = 2.5160$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk: $G_{ss} = 2.5440$ % de Agregado Grueso: 45.00%	Gravedad específica en Agregados Gruesos. Tipo de cemento Asfáltico según el Grado de Penetración: 85 - 100 Densidad del cemento Asfáltico (Kg/m ³): $P_{asfáltico} = 1025.00$ Gravedad específica del Cemento Asfáltico: $G_p = 1.0250$
Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados: $G_{sb} = 2.5801$	Gravedad Especifica Seca Aparente de la Combinación de Agregados: $G_{sa} = 2.6228$	




Anexo I-14: Resultado de Marshall sin Fibra de Nylon Ensayo 2.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

GRUPO IMG Ingeniería, materiales y geotecnia		REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD ENSAYO DE MARSHALL																																																							
ENSAYO DE MARSHALL ASTM D-1559																																																									
Integrantes: Quevedo Carrión, Reyler Valdez Cruz, Harold Joel Investigación: TESIS		Fecha: 26/09/2022 Asesor: Mg. Ing. Germán Sagastegui Vasquez																																																							
DATOS DE LA MUESTRA																																																									
Identificación: AGREGADOS Procedencia: Cartera Zapotal		Hora: 10:00 p.m.																																																							
1.DETERMINACION DE CANTIDADES NECESARIAS DE AGREGADOS Y ASFALTO																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Peso total de la Briqueza:</th> <th colspan="4">1500 gr.</th> </tr> <tr> <th colspan="2">ASFALTO</th> <th colspan="4">AGREGADOS</th> </tr> <tr> <th>% DE ASFALTO</th> <th>ASFALTO (gr.)</th> <th>50%</th> <th>0%</th> <th>0%</th> <th>40%</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <th>grava de 3/4" (gr.)</th> <th>grava de 1/2" (gr.)</th> <th>grava de 3/8" (gr.)</th> <th>Arena (gr.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.00%</td> <td>48</td> <td>833.60</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>598.40</td> </tr> <tr> <td>4.50%</td> <td>54</td> <td>830.30</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>595.70</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>60</td> <td>827.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>593.00</td> </tr> <tr> <td>5.50%</td> <td>66</td> <td>823.70</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>590.30</td> </tr> <tr> <td>6.00%</td> <td>72</td> <td>820.40</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>587.60</td> </tr> </tbody> </table>		Peso total de la Briqueza:		1500 gr.				ASFALTO		AGREGADOS				% DE ASFALTO	ASFALTO (gr.)	50%	0%	0%	40%			grava de 3/4" (gr.)	grava de 1/2" (gr.)	grava de 3/8" (gr.)	Arena (gr.)	4.00%	48	833.60	0.00	0.00	598.40	4.50%	54	830.30	0.00	0.00	595.70	5.00%	60	827.00	0.00	0.00	593.00	5.50%	66	823.70	0.00	0.00	590.30	6.00%	72	820.40	0.00	0.00	587.60		
Peso total de la Briqueza:		1500 gr.																																																							
ASFALTO		AGREGADOS																																																							
% DE ASFALTO	ASFALTO (gr.)	50%	0%	0%	40%																																																				
		grava de 3/4" (gr.)	grava de 1/2" (gr.)	grava de 3/8" (gr.)	Arena (gr.)																																																				
4.00%	48	833.60	0.00	0.00	598.40																																																				
4.50%	54	830.30	0.00	0.00	595.70																																																				
5.00%	60	827.00	0.00	0.00	593.00																																																				
5.50%	66	823.70	0.00	0.00	590.30																																																				
6.00%	72	820.40	0.00	0.00	587.60																																																				
2.DETERMINACION DEL ESPESOR, DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">% DE ASFALTO</th> <th colspan="2">Espesor a lo altura de las probetas/briquezas</th> <th colspan="3">Altura de las probetas/briquezas</th> </tr> <tr> <th>H₁ (cm)</th> <th>H₂ (cm)</th> <th>H₁ (cm)</th> <th>H₂ (cm)</th> <th>Promedio (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.00%</td> <td>8.42</td> <td>8.81</td> <td>8.82</td> <td>8.81</td> <td>8.82</td> </tr> <tr> <td>4.50%</td> <td>8.61</td> <td>8.80</td> <td>8.79</td> <td>8.82</td> <td>8.81</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>8.87</td> <td>8.88</td> <td>8.86</td> <td>8.87</td> <td>8.87</td> </tr> <tr> <td>5.50%</td> <td>8.78</td> <td>8.79</td> <td>8.77</td> <td>8.79</td> <td>8.78</td> </tr> <tr> <td>6.00%</td> <td>8.8</td> <td>8.79</td> <td>8.79</td> <td>8.81</td> <td>8.80</td> </tr> </tbody> </table>		% DE ASFALTO	Espesor a lo altura de las probetas/briquezas		Altura de las probetas/briquezas			H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	Promedio (cm)	4.00%	8.42	8.81	8.82	8.81	8.82	4.50%	8.61	8.80	8.79	8.82	8.81	5.00%	8.87	8.88	8.86	8.87	8.87	5.50%	8.78	8.79	8.77	8.79	8.78	6.00%	8.8	8.79	8.79	8.81	8.80															
% DE ASFALTO	Espesor a lo altura de las probetas/briquezas		Altura de las probetas/briquezas																																																						
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	Promedio (cm)																																																				
4.00%	8.42	8.81	8.82	8.81	8.82																																																				
4.50%	8.61	8.80	8.79	8.82	8.81																																																				
5.00%	8.87	8.88	8.86	8.87	8.87																																																				
5.50%	8.78	8.79	8.77	8.79	8.78																																																				
6.00%	8.8	8.79	8.79	8.81	8.80																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA</th> </tr> <tr> <th>% DE ASFALTO</th> <th>M_f</th> <th>M_{bulk}</th> <th>M_{bulk}</th> <th>G (Kg/m³)</th> <th>G_{mb}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.00%</td> <td>1184.00</td> <td>1184.00</td> <td>109.50</td> <td>2305.25</td> <td>2.300</td> </tr> <tr> <td>4.50%</td> <td>1189.00</td> <td>1187.00</td> <td>101.70</td> <td>2322.85</td> <td>2.303</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>1174.00</td> <td>1188.00</td> <td>106.80</td> <td>2295.94</td> <td>2.297</td> </tr> <tr> <td>5.50%</td> <td>1182.00</td> <td>1186.00</td> <td>107.40</td> <td>2279.21</td> <td>2.279</td> </tr> <tr> <td>6.00%</td> <td>1187.00</td> <td>1187.00</td> <td>108.50</td> <td>2275.32</td> <td>2.275</td> </tr> </tbody> </table>		DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA						% DE ASFALTO	M _f	M _{bulk}	M _{bulk}	G (Kg/m ³)	G _{mb}	4.00%	1184.00	1184.00	109.50	2305.25	2.300	4.50%	1189.00	1187.00	101.70	2322.85	2.303	5.00%	1174.00	1188.00	106.80	2295.94	2.297	5.50%	1182.00	1186.00	107.40	2279.21	2.279	6.00%	1187.00	1187.00	108.50	2275.32	2.275														
DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA																																																									
% DE ASFALTO	M _f	M _{bulk}	M _{bulk}	G (Kg/m ³)	G _{mb}																																																				
4.00%	1184.00	1184.00	109.50	2305.25	2.300																																																				
4.50%	1189.00	1187.00	101.70	2322.85	2.303																																																				
5.00%	1174.00	1188.00	106.80	2295.94	2.297																																																				
5.50%	1182.00	1186.00	107.40	2279.21	2.279																																																				
6.00%	1187.00	1187.00	108.50	2275.32	2.275																																																				
3.DETERMINACION DE LA ESTABILIDAD Y FLUJO																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>% DE ASFALTO</th> <th>Lectura de dial</th> <th>Estabilidad FN</th> <th>Indice de Flujo (Pulg.)</th> <th>Indice de Flujo (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.00%</td> <td>52.00</td> <td>8.24</td> <td>0.225</td> <td>5.70</td> </tr> <tr> <td>4.50%</td> <td>27.00</td> <td>8.52</td> <td>0.207</td> <td>5.21</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>30.00</td> <td>8.15</td> <td>0.388</td> <td>9.86</td> </tr> <tr> <td>5.50%</td> <td>102.00</td> <td>7.84</td> <td>0.287</td> <td>7.29</td> </tr> <tr> <td>6.00%</td> <td>126.00</td> <td>8.42</td> <td>0.204</td> <td>5.18</td> </tr> </tbody> </table>		% DE ASFALTO	Lectura de dial	Estabilidad FN	Indice de Flujo (Pulg.)	Indice de Flujo (mm)	4.00%	52.00	8.24	0.225	5.70	4.50%	27.00	8.52	0.207	5.21	5.00%	30.00	8.15	0.388	9.86	5.50%	102.00	7.84	0.287	7.29	6.00%	126.00	8.42	0.204	5.18																										
% DE ASFALTO	Lectura de dial	Estabilidad FN	Indice de Flujo (Pulg.)	Indice de Flujo (mm)																																																					
4.00%	52.00	8.24	0.225	5.70																																																					
4.50%	27.00	8.52	0.207	5.21																																																					
5.00%	30.00	8.15	0.388	9.86																																																					
5.50%	102.00	7.84	0.287	7.29																																																					
6.00%	126.00	8.42	0.204	5.18																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Gravedad especifica en Agregados Gruesos.</th> <th colspan="2">Gravedad especifica en Agregados Finos.</th> <th colspan="2">Gravedad especifica en Agregados Gruesos.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gravedad especifica Seca Agregado</td> <td>G_{sa}= 2.6580</td> <td>Gravedad especifica Seca Agregado</td> <td>G_{sa}= 2.6880</td> <td>Tipo de cemento Adáltico según el Grado de Penetración</td> <td>85 - 100</td> </tr> <tr> <td>Gravedad Especifica Seca Bulk</td> <td>G_{sb}= 2.6560</td> <td>Gravedad Especifica Seca Bulk</td> <td>G_{sb}= 2.6860</td> <td>Densidad del cemento Adáltico (Kg/m³)</td> <td>P_{adalt}= 1025.00</td> </tr> <tr> <td>Gravedad Especifica Saturada Superficialmente</td> <td>G_{su}= 2.6400</td> <td>Gravedad Especifica Saturada Superficialmente</td> <td>G_{su}= 2.5400</td> <td>Gravedad especifica del Cemento Adáltico</td> <td>G_c= 1.0200</td> </tr> <tr> <td>Saca de Bulk</td> <td>NP=35.00%</td> <td>Saca de Bulk</td> <td>NP=45.00%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% de Agregado Grueso</td> <td></td> <td>% de Agregado Grueso</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Gravedad especifica en Agregados Gruesos.		Gravedad especifica en Agregados Finos.		Gravedad especifica en Agregados Gruesos.		Gravedad especifica Seca Agregado	G _{sa} = 2.6580	Gravedad especifica Seca Agregado	G _{sa} = 2.6880	Tipo de cemento Adáltico según el Grado de Penetración	85 - 100	Gravedad Especifica Seca Bulk	G _{sb} = 2.6560	Gravedad Especifica Seca Bulk	G _{sb} = 2.6860	Densidad del cemento Adáltico (Kg/m ³)	P _{adalt} = 1025.00	Gravedad Especifica Saturada Superficialmente	G _{su} = 2.6400	Gravedad Especifica Saturada Superficialmente	G _{su} = 2.5400	Gravedad especifica del Cemento Adáltico	G _c = 1.0200	Saca de Bulk	NP=35.00%	Saca de Bulk	NP=45.00%			% de Agregado Grueso		% de Agregado Grueso																							
Gravedad especifica en Agregados Gruesos.		Gravedad especifica en Agregados Finos.		Gravedad especifica en Agregados Gruesos.																																																					
Gravedad especifica Seca Agregado	G _{sa} = 2.6580	Gravedad especifica Seca Agregado	G _{sa} = 2.6880	Tipo de cemento Adáltico según el Grado de Penetración	85 - 100																																																				
Gravedad Especifica Seca Bulk	G _{sb} = 2.6560	Gravedad Especifica Seca Bulk	G _{sb} = 2.6860	Densidad del cemento Adáltico (Kg/m ³)	P _{adalt} = 1025.00																																																				
Gravedad Especifica Saturada Superficialmente	G _{su} = 2.6400	Gravedad Especifica Saturada Superficialmente	G _{su} = 2.5400	Gravedad especifica del Cemento Adáltico	G _c = 1.0200																																																				
Saca de Bulk	NP=35.00%	Saca de Bulk	NP=45.00%																																																						
% de Agregado Grueso		% de Agregado Grueso																																																							
Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados		G _{sb} = 2.5861																																																							
Gravedad Especifica Seca Agregado de la Combinación de Agregados		G _{sa} = 2.6228																																																							

Anexo I-15: Resultado de Marshall sin Fibra de Nylon Ensayo 3

Fuente: Elaboración propia, 2022.

 GRUPO IMG Ingeniería, materiales y geotecnia	REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD ENSAYO DE MARSHALL																																																					
ENSAYO DE MARSHALL ASTM D-1559																																																						
Integrantes: Quevedo Carrión, Reyler Valdez Cruz, Harold Joel Investigación: TESIS	Fecha : 26/09/2022 Asesor: Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez																																																					
DATOS DE LA MUESTRA																																																						
Identificación : AGREGADOS + FIBRA DE NYLON Procedencia : Cantera Zapotal	Hora: 11.00 p.m																																																					
1.DETERMINACION DE CANTIDADES NECESARIAS DE AGREGADOS Y ASFALTO																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Peso total de la Briqueta:</th> <th colspan="4">1200</th> <th>gr.</th> </tr> <tr> <th colspan="3">ASFALTO</th> <th colspan="4">AGREGADOS</th> <th></th> </tr> <tr> <th rowspan="2">% DE DE FIBRA DE NYLON</th> <th rowspan="2">FIBRA DE NYLON (gr.)</th> <th rowspan="2">ASFALTO (gr.)</th> <th>55%</th> <th>0%</th> <th>0%</th> <th>45%</th> <th></th> </tr> <tr> <th>grava de 3/4" (gr.)</th> <th>grava de 1/2" (gr.)</th> <th>grava de 3/8" (gr.)</th> <th>Arena (gr.)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.00%</td> <td>12</td> <td>60</td> <td>627.00</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>513.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.50%</td> <td>18</td> <td>60</td> <td>627.00</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>513.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.00%</td> <td>24</td> <td>60</td> <td>627.00</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>513.00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Peso total de la Briqueta:			1200				gr.	ASFALTO			AGREGADOS					% DE DE FIBRA DE NYLON	FIBRA DE NYLON (gr.)	ASFALTO (gr.)	55%	0%	0%	45%		grava de 3/4" (gr.)	grava de 1/2" (gr.)	grava de 3/8" (gr.)	Arena (gr.)		1.00%	12	60	627.00	0	0.00	513.00		1.50%	18	60	627.00	0	0.00	513.00		2.00%	24	60	627.00	0	0.00	513.00	
Peso total de la Briqueta:			1200				gr.																																															
ASFALTO			AGREGADOS																																																			
% DE DE FIBRA DE NYLON	FIBRA DE NYLON (gr.)	ASFALTO (gr.)	55%	0%	0%	45%																																																
			grava de 3/4" (gr.)	grava de 1/2" (gr.)	grava de 3/8" (gr.)	Arena (gr.)																																																
1.00%	12	60	627.00	0	0.00	513.00																																																
1.50%	18	60	627.00	0	0.00	513.00																																																
2.00%	24	60	627.00	0	0.00	513.00																																																
2.DETERMINACION DEL ESPESOR, DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMACTADA																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="5">Espesor y/o altura de las probetas briquetas</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">% DE ASFALTO</th> <th rowspan="2">% DE DE FIBRA DE NYLON</th> <th colspan="5">Altura de las probetas o briquetas</th> </tr> <tr> <th>H₁ (cm)</th> <th>H₂ (cm)</th> <th>H₃ (cm)</th> <th>H₃ (cm)</th> <th>Promedio (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.00%</td> <td>1.00%</td> <td>6.59</td> <td>6.57</td> <td>6.59</td> <td>6.57</td> <td>6.58</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>1.50%</td> <td>6.61</td> <td>6.62</td> <td>6.61</td> <td>6.61</td> <td>6.61</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>2.00%</td> <td>6.62</td> <td>6.63</td> <td>6.64</td> <td>6.62</td> <td>6.63</td> </tr> </tbody> </table>				Espesor y/o altura de las probetas briquetas					% DE ASFALTO	% DE DE FIBRA DE NYLON	Altura de las probetas o briquetas					H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₃ (cm)	Promedio (cm)	5.00%	1.00%	6.59	6.57	6.59	6.57	6.58	5.00%	1.50%	6.61	6.62	6.61	6.61	6.61	5.00%	2.00%	6.62	6.63	6.64	6.62	6.63													
		Espesor y/o altura de las probetas briquetas																																																				
% DE ASFALTO	% DE DE FIBRA DE NYLON	Altura de las probetas o briquetas																																																				
		H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₃ (cm)	Promedio (cm)																																																
5.00%	1.00%	6.59	6.57	6.59	6.57	6.58																																																
5.00%	1.50%	6.61	6.62	6.61	6.61	6.61																																																
5.00%	2.00%	6.62	6.63	6.64	6.62	6.63																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="7">DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMACTADA</th> </tr> <tr> <th>% DE ASFALTO</th> <th>% DE DE FIBRA DE NYLON</th> <th>M_s</th> <th>M_{SSS}</th> <th>M_{SUM}</th> <th>G (Kg/m³)</th> <th>G_{mb}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.00%</td> <td>1.00%</td> <td>1154.00</td> <td>1176.00</td> <td>681.00</td> <td>2333.67</td> <td>2.334</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>1.50%</td> <td>1163.00</td> <td>1189.00</td> <td>684.90</td> <td>2307.08</td> <td>2.307</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>2.00%</td> <td>1169.00</td> <td>1192.00</td> <td>682.70</td> <td>2295.31</td> <td>2.295</td> </tr> </tbody> </table>		DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMACTADA							% DE ASFALTO	% DE DE FIBRA DE NYLON	M _s	M _{SSS}	M _{SUM}	G (Kg/m ³)	G _{mb}	5.00%	1.00%	1154.00	1176.00	681.00	2333.67	2.334	5.00%	1.50%	1163.00	1189.00	684.90	2307.08	2.307	5.00%	2.00%	1169.00	1192.00	682.70	2295.31	2.295																		
DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMACTADA																																																						
% DE ASFALTO	% DE DE FIBRA DE NYLON	M _s	M _{SSS}	M _{SUM}	G (Kg/m ³)	G _{mb}																																																
5.00%	1.00%	1154.00	1176.00	681.00	2333.67	2.334																																																
5.00%	1.50%	1163.00	1189.00	684.90	2307.08	2.307																																																
5.00%	2.00%	1169.00	1192.00	682.70	2295.31	2.295																																																
3.DETERMINACION DE LA ESTABILIDAD Y FLUJO																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>% DE ASFALTO</th> <th>% DE DE FIBRA DE NYLON</th> <th>Lectura de dial</th> <th>Estabilidad KN</th> <th>Indco de flujo (Pulg.)</th> <th>Indice de Flujo (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.00%</td> <td>1.00%</td> <td>10.90</td> <td>9.35</td> <td>0.387</td> <td>9.82</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>1.50%</td> <td>52.00</td> <td>9.82</td> <td>0.404</td> <td>10.25</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>2.00%</td> <td>27.00</td> <td>10.67</td> <td>0.425</td> <td>10.79</td> </tr> </tbody> </table>		% DE ASFALTO	% DE DE FIBRA DE NYLON	Lectura de dial	Estabilidad KN	Indco de flujo (Pulg.)	Indice de Flujo (mm)	5.00%	1.00%	10.90	9.35	0.387	9.82	5.00%	1.50%	52.00	9.82	0.404	10.25	5.00%	2.00%	27.00	10.67	0.425	10.79																													
% DE ASFALTO	% DE DE FIBRA DE NYLON	Lectura de dial	Estabilidad KN	Indco de flujo (Pulg.)	Indice de Flujo (mm)																																																	
5.00%	1.00%	10.90	9.35	0.387	9.82																																																	
5.00%	1.50%	52.00	9.82	0.404	10.25																																																	
5.00%	2.00%	27.00	10.67	0.425	10.79																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"> Gravedad específica en Agregados Gruesos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.6520$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.6350$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{sbs} = 2.6410$ % de Agregado Grueso $\%P = 55.00\%$ </td> <td style="width: 33%;"> Gravedad específica en Agregados Finos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.5880$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.5160$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{sbs} = 2.5440$ % de Agregado Grueso $\%P = 45.00\%$ </td> <td style="width: 33%;"> Gravedad específica en Agregados Gruesos. Tipo de cemento Asfáltico según el Grado de Penetración 85 – 100 Densidad del cemento Asfáltico (Kg/m³) $P_{Asfalt} = 1025.00$ Gravedad específica del Cemento Asfáltico $G_b = 1.0250$ </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados $G_{sb} = 2.5801$ </td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Gravedad Especifica Seca Aparente de la Combinación de Agregados $G_{sa} = 2.6228$ </td> <td></td> </tr> </table>		Gravedad específica en Agregados Gruesos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.6520$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.6350$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{sbs} = 2.6410$ % de Agregado Grueso $\%P = 55.00\%$	Gravedad específica en Agregados Finos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.5880$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.5160$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{sbs} = 2.5440$ % de Agregado Grueso $\%P = 45.00\%$	Gravedad específica en Agregados Gruesos. Tipo de cemento Asfáltico según el Grado de Penetración 85 – 100 Densidad del cemento Asfáltico (Kg/m ³) $P_{Asfalt} = 1025.00$ Gravedad específica del Cemento Asfáltico $G_b = 1.0250$	Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados $G_{sb} = 2.5801$			Gravedad Especifica Seca Aparente de la Combinación de Agregados $G_{sa} = 2.6228$																																														
Gravedad específica en Agregados Gruesos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.6520$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.6350$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{sbs} = 2.6410$ % de Agregado Grueso $\%P = 55.00\%$	Gravedad específica en Agregados Finos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.5880$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.5160$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{sbs} = 2.5440$ % de Agregado Grueso $\%P = 45.00\%$	Gravedad específica en Agregados Gruesos. Tipo de cemento Asfáltico según el Grado de Penetración 85 – 100 Densidad del cemento Asfáltico (Kg/m ³) $P_{Asfalt} = 1025.00$ Gravedad específica del Cemento Asfáltico $G_b = 1.0250$																																																				
Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados $G_{sb} = 2.5801$																																																						
Gravedad Especifica Seca Aparente de la Combinación de Agregados $G_{sa} = 2.6228$																																																						

Anexo I-16: Resultado de Marshall con Fibra de Nylon Ensayo 1.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD
ENSAYO DE MARSHALL

ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1559

Integrantes: Quevedo Carrión, Reyler
Valdez Cruz, Harold Joel
Investigación: TESIS

Fecha: 26/09/2022
Asesor: Mg. Ing. Germán Sagástegui Vasquez

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación: **AGREGADOS + FIBRA DE NYLON**
Procedencia: **Cantera Zapotal**

Hora: 11.30 p.m

1.DETERMINACION DE CANTIDADES NECESARIAS DE AGREGADOS Y ASFALTO

Peso total de la Briqueta:			1200				gr.
ASFALTO			AGREGADOS				
% DE FIBRA DE NYLON	FIBRA DE NYLON (gr.)	ASFALTO (gr.)	55%	0%	0%	45%	
			grava de 3/4" (gr.)	grava de 1/2" (gr.)	grava de 3/8" (gr.)	Arena (gr.)	
1.00%	12	60	627.00	0	0.00	513.00	
1.50%	18	60	627.00	0	0.00	513.00	
2.00%	24	60	627.00	0	0.00	513.00	

2.DETERMINACION DEL ESPESOR, DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMPACTADA

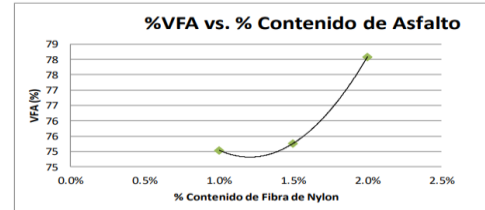
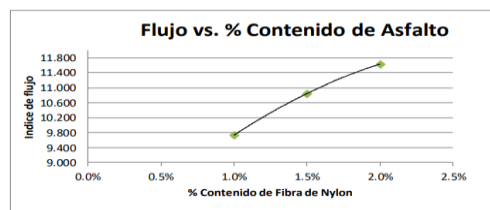
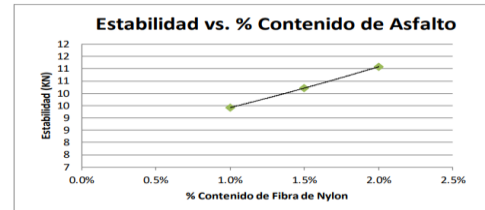
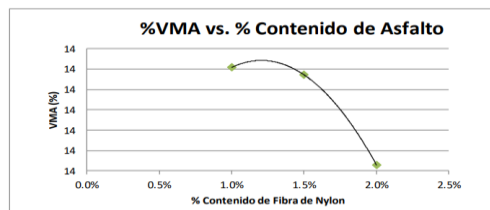
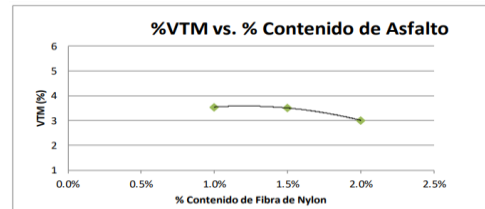
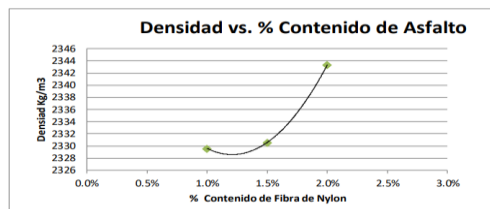
Espesor y/o altura de las probetas o briquetas						
% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Altura de las probetas o briquetas				Promedio (cm)
		H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₃ (cm)	
5.00%	1.00%	6.65	6.64	6.64	6.63	6.64
5.00%	1.50%	6.72	6.71	6.7	6.71	6.71
5.00%	2.00%	6.71	6.72	6.73	6.72	6.72

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMPACTADA						
% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	M _S	M _{SSS}	M _{SUM}	G (Kg/m ³)	G _{mb}
5.00%	1.00%	1162.00	1182.00	683.20	2329.59	2.330
5.00%	1.50%	1159.00	1179.00	681.70	2330.59	2.331
5.00%	2.00%	1152.00	1181.00	689.40	2343.37	2.343

3.DETERMINACION DE LA ESTABILIDAD Y FLUJO


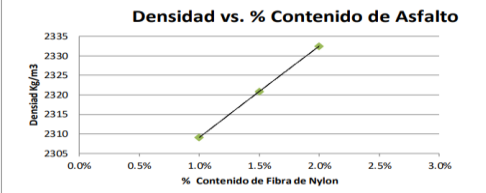
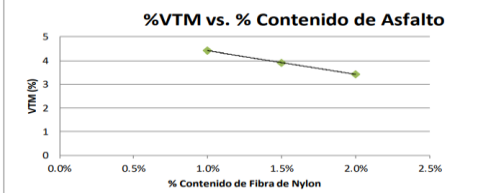
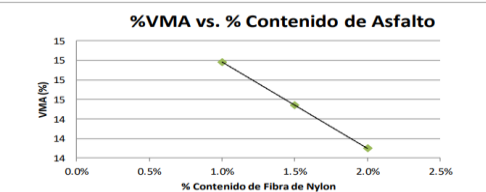
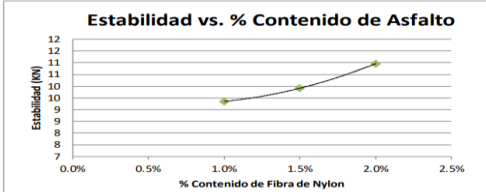
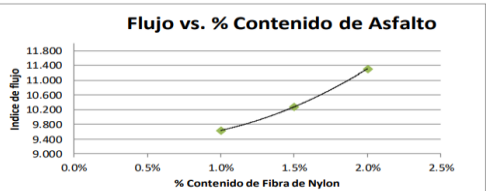
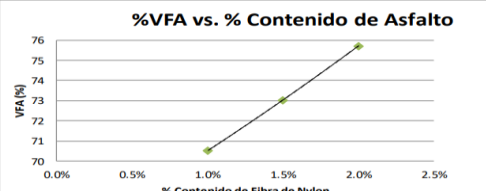
% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Lectura de dial	Estabilidad KN	Indice de flujo (Pulg.)	Indice de Flujo (mm)
5.00%	1.00%	10.90	9.42	0.383	9.74
5.00%	1.50%	52.00	10.21	0.427	10.85
5.00%	2.00%	27.00	11.08	0.458	11.63

Gravedad específica en Agregados Gruesos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.6520$ Gravedad Especifica Seca Bulk: $G_{sb} = 2.6350$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk: $G_{sxb} = 2.6410$ % de Agregado Grueso: %P= 55.00%	Gravedad específica en Agregados Finos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.5880$ Gravedad Especifica Seca Bulk: $G_{sb} = 2.5160$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk: $G_{sxb} = 2.5440$ % de Agregado Grueso: %P= 45.00%	Gravedad específica en Agregados Gruesos. Tipo de cemento Asfáltico según el Grado de Penetración: 85 – 100 Densidad del cemento Asfáltico (Kg/m ³): $P_{asfalt} = 1025.00$ Gravedad específica del Cemento Asfáltico: $G_b = 1.0250$
Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados: $G_{sb} = 2.5801$		
Gravedad Especifica Seca Aparente de la Combinación de Agregados: $G_{sa} = 2.6228$		



Anexo I-17: Resultado de Marshall con Fibra de Nylon Ensayo 2.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

 <p>GRUPO IMG Ingeniería, materiales y geotecnia</p>	<p>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD ENSAYO DE MARSHALL</p>																																																																						
<p>ENSAYO DE MARSHALL ASTM D-1559</p>																																																																							
<p>Integrantes: Quevedo Carrión, Reyler Valdez Cruz, Harold Joel Investigación: TESIS</p>	<p>Fecha: 26/09/2022 Asesor: Mg. Ing. Germán Sagastegui Vasquez</p>																																																																						
<p>DATOS DE LA MUESTRA</p>																																																																							
<p>Identificación: AGREGADOS + FIBRA DE NYLON Procedencia: Cantera Zapotal</p>	<p>Hora: 12.00 p.m</p>																																																																						
<p>1.DETERMINACION DE CANTIDADES NECESARIAS DE AGREGADOS Y ASFALTO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Peso total de la Briqueta:</th> <th colspan="4">1200</th> <th>gr.</th> </tr> <tr> <th colspan="3">ASFALTO</th> <th colspan="4">AGREGADOS</th> <th></th> </tr> <tr> <th rowspan="2">% DE FIBRA DE NYLON</th> <th rowspan="2">FIBRA DE NYLON (gr.)</th> <th rowspan="2">ASFALTO (gr.)</th> <th>55%</th> <th>0%</th> <th>0%</th> <th>45%</th> <th></th> </tr> <tr> <th>grava de 3/4" (gr.)</th> <th>grava de 1/2" (gr.)</th> <th>grava de 3/8" (gr.)</th> <th>Arena (gr.)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.00%</td> <td>12</td> <td>60</td> <td>627.00</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>513.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.50%</td> <td>18</td> <td>60</td> <td>627.00</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>513.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.00%</td> <td>24</td> <td>60</td> <td>627.00</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>513.00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Peso total de la Briqueta:			1200				gr.	ASFALTO			AGREGADOS					% DE FIBRA DE NYLON	FIBRA DE NYLON (gr.)	ASFALTO (gr.)	55%	0%	0%	45%		grava de 3/4" (gr.)	grava de 1/2" (gr.)	grava de 3/8" (gr.)	Arena (gr.)		1.00%	12	60	627.00	0	0.00	513.00		1.50%	18	60	627.00	0	0.00	513.00		2.00%	24	60	627.00	0	0.00	513.00																		
Peso total de la Briqueta:			1200				gr.																																																																
ASFALTO			AGREGADOS																																																																				
% DE FIBRA DE NYLON	FIBRA DE NYLON (gr.)	ASFALTO (gr.)	55%	0%	0%	45%																																																																	
			grava de 3/4" (gr.)	grava de 1/2" (gr.)	grava de 3/8" (gr.)	Arena (gr.)																																																																	
1.00%	12	60	627.00	0	0.00	513.00																																																																	
1.50%	18	60	627.00	0	0.00	513.00																																																																	
2.00%	24	60	627.00	0	0.00	513.00																																																																	
<p>2.DETERMINACION DEL ESPESOR, DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMACTADA</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="6">Espesor y/o altura de las probetas briquetas</th> </tr> <tr> <th colspan="6">Altura de las probetas o briquetas</th> </tr> <tr> <th>% DE ASFALTO</th> <th>% DE FIBRA DE NYLON</th> <th>H₁ (cm)</th> <th>H₂ (cm)</th> <th>H₃ (cm)</th> <th>Promedio (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.00%</td> <td>1.00%</td> <td>6.69</td> <td>6.70</td> <td>6.71</td> <td>6.70</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>1.50%</td> <td>6.71</td> <td>6.72</td> <td>6.7</td> <td>6.71</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>2.00%</td> <td>7.73</td> <td>6.72</td> <td>6.73</td> <td>6.71</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="6">DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMACTADA</th> </tr> <tr> <th>% DE ASFALTO</th> <th>% DE FIBRA DE NYLON</th> <th>M_S</th> <th>M_{SSS}</th> <th>M_{SUM}</th> <th>G (Kg/m³)</th> <th>G_{mb}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.00%</td> <td>1.00%</td> <td>1158.00</td> <td>1182.00</td> <td>680.50</td> <td>2309.07</td> <td>2.309</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>1.50%</td> <td>1163.00</td> <td>1184.00</td> <td>682.90</td> <td>2320.89</td> <td>2.321</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>2.00%</td> <td>1149.00</td> <td>1176.00</td> <td>683.40</td> <td>2332.52</td> <td>2.330</td> </tr> </tbody> </table>		Espesor y/o altura de las probetas briquetas						Altura de las probetas o briquetas						% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	Promedio (cm)	5.00%	1.00%	6.69	6.70	6.71	6.70	5.00%	1.50%	6.71	6.72	6.7	6.71	5.00%	2.00%	7.73	6.72	6.73	6.71	DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMACTADA						% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	M _S	M _{SSS}	M _{SUM}	G (Kg/m ³)	G _{mb}	5.00%	1.00%	1158.00	1182.00	680.50	2309.07	2.309	5.00%	1.50%	1163.00	1184.00	682.90	2320.89	2.321	5.00%	2.00%	1149.00	1176.00	683.40	2332.52	2.330
Espesor y/o altura de las probetas briquetas																																																																							
Altura de las probetas o briquetas																																																																							
% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	Promedio (cm)																																																																		
5.00%	1.00%	6.69	6.70	6.71	6.70																																																																		
5.00%	1.50%	6.71	6.72	6.7	6.71																																																																		
5.00%	2.00%	7.73	6.72	6.73	6.71																																																																		
DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BUK DE LA MEZCLA COMACTADA																																																																							
% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	M _S	M _{SSS}	M _{SUM}	G (Kg/m ³)	G _{mb}																																																																	
5.00%	1.00%	1158.00	1182.00	680.50	2309.07	2.309																																																																	
5.00%	1.50%	1163.00	1184.00	682.90	2320.89	2.321																																																																	
5.00%	2.00%	1149.00	1176.00	683.40	2332.52	2.330																																																																	
<p>3.DETERMINACION DE LA ESTABILIDAD Y FLUJO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>% DE ASFALTO</th> <th>% DE FIBRA DE NYLON</th> <th>Lectura de dial</th> <th>Estabilidad KN</th> <th>Indice de flujo (Pulg.)</th> <th>Indice de Flujo (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.00%</td> <td>1.00%</td> <td>10.90</td> <td>9.35</td> <td>0.380</td> <td>9.64</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>1.50%</td> <td>52.00</td> <td>9.91</td> <td>0.405</td> <td>10.28</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>2.00%</td> <td>27.00</td> <td>10.96</td> <td>0.445</td> <td>11.31</td> </tr> </tbody> </table>		% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Lectura de dial	Estabilidad KN	Indice de flujo (Pulg.)	Indice de Flujo (mm)	5.00%	1.00%	10.90	9.35	0.380	9.64	5.00%	1.50%	52.00	9.91	0.405	10.28	5.00%	2.00%	27.00	10.96	0.445	11.31																																														
% DE ASFALTO	% DE FIBRA DE NYLON	Lectura de dial	Estabilidad KN	Indice de flujo (Pulg.)	Indice de Flujo (mm)																																																																		
5.00%	1.00%	10.90	9.35	0.380	9.64																																																																		
5.00%	1.50%	52.00	9.91	0.405	10.28																																																																		
5.00%	2.00%	27.00	10.96	0.445	11.31																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"> <p>Gravedad específica en Agregados Gruesos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.6520$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.6350$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{s,b} = 2.6410$ % de Agregado Grueso $\%P = 55.00\%$</p> </td> <td style="width: 33%;"> <p>Gravedad específica en Agregados Finos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.5880$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.5160$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{s,b} = 2.5440$ % de Agregado Grueso $\%P = 45.00\%$</p> </td> <td style="width: 33%;"> <p>Gravedad específica en Agregados Gruesos. Tipo de cemento Asfáltico según el Grado de Penetración 85 – 100 $P_{asfalto} = 1025.00$ Densidad del cemento Asfáltico (Kg/m³) $G_b = 1.0250$ Gravedad específica del Cemento Asfáltico $G_b = 1.0250$</p> </td> </tr> <tr> <td>Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados $G_{sb} = 2.5801$</td> <td>Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados $G_{sb} = 2.6228$</td> <td></td> </tr> </table>		<p>Gravedad específica en Agregados Gruesos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.6520$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.6350$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{s,b} = 2.6410$ % de Agregado Grueso $\%P = 55.00\%$</p>	<p>Gravedad específica en Agregados Finos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.5880$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.5160$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{s,b} = 2.5440$ % de Agregado Grueso $\%P = 45.00\%$</p>	<p>Gravedad específica en Agregados Gruesos. Tipo de cemento Asfáltico según el Grado de Penetración 85 – 100 $P_{asfalto} = 1025.00$ Densidad del cemento Asfáltico (Kg/m³) $G_b = 1.0250$ Gravedad específica del Cemento Asfáltico $G_b = 1.0250$</p>	Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados $G_{sb} = 2.5801$	Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados $G_{sb} = 2.6228$																																																																	
<p>Gravedad específica en Agregados Gruesos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.6520$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.6350$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{s,b} = 2.6410$ % de Agregado Grueso $\%P = 55.00\%$</p>	<p>Gravedad específica en Agregados Finos. Gravedad específica Seca Aparente: $G_{sa} = 2.5880$ Gravedad Especifica Seca Bulk $G_{sb} = 2.5160$ Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca de Bulk $G_{s,b} = 2.5440$ % de Agregado Grueso $\%P = 45.00\%$</p>	<p>Gravedad específica en Agregados Gruesos. Tipo de cemento Asfáltico según el Grado de Penetración 85 – 100 $P_{asfalto} = 1025.00$ Densidad del cemento Asfáltico (Kg/m³) $G_b = 1.0250$ Gravedad específica del Cemento Asfáltico $G_b = 1.0250$</p>																																																																					
Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados $G_{sb} = 2.5801$	Gravedad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregados $G_{sb} = 2.6228$																																																																						
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;">  <p>Densidad vs. % Contenido de Asfalto</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>%VTM vs. % Contenido de Asfalto</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>%VMA vs. % Contenido de Asfalto</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>Estabilidad vs. % Contenido de Asfalto</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>Flujo vs. % Contenido de Asfalto</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>%VFA vs. % Contenido de Asfalto</p> </div> </div>																																																																							

Anexo I-17: Resultado de Marshall con Fibra de Nylon Ensayo 3.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

II. PANEL FOTOGRÁFICO.



Anexo II-1: Extracción del Agregado Fino de la Cantera Zapotal, caserío de puerto Chinchipe, Distrito de San Ignacio, Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-2: Extracción del Agregado Grueso de la Cantera Zapotal, caserío de puerto Chinchipe, Distrito de San Ignacio, Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-3: Transporte de los Agregados al Laboratorio Grupo IMG en la Ciudad de Trujillo.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-4: Proceso de Tamizaje del Agregado Grueso.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-5: Pesado del Cemento Asfáltico.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-6: Pesado del Agregado Fino.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-7: Pesado del Agregado Grueso.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



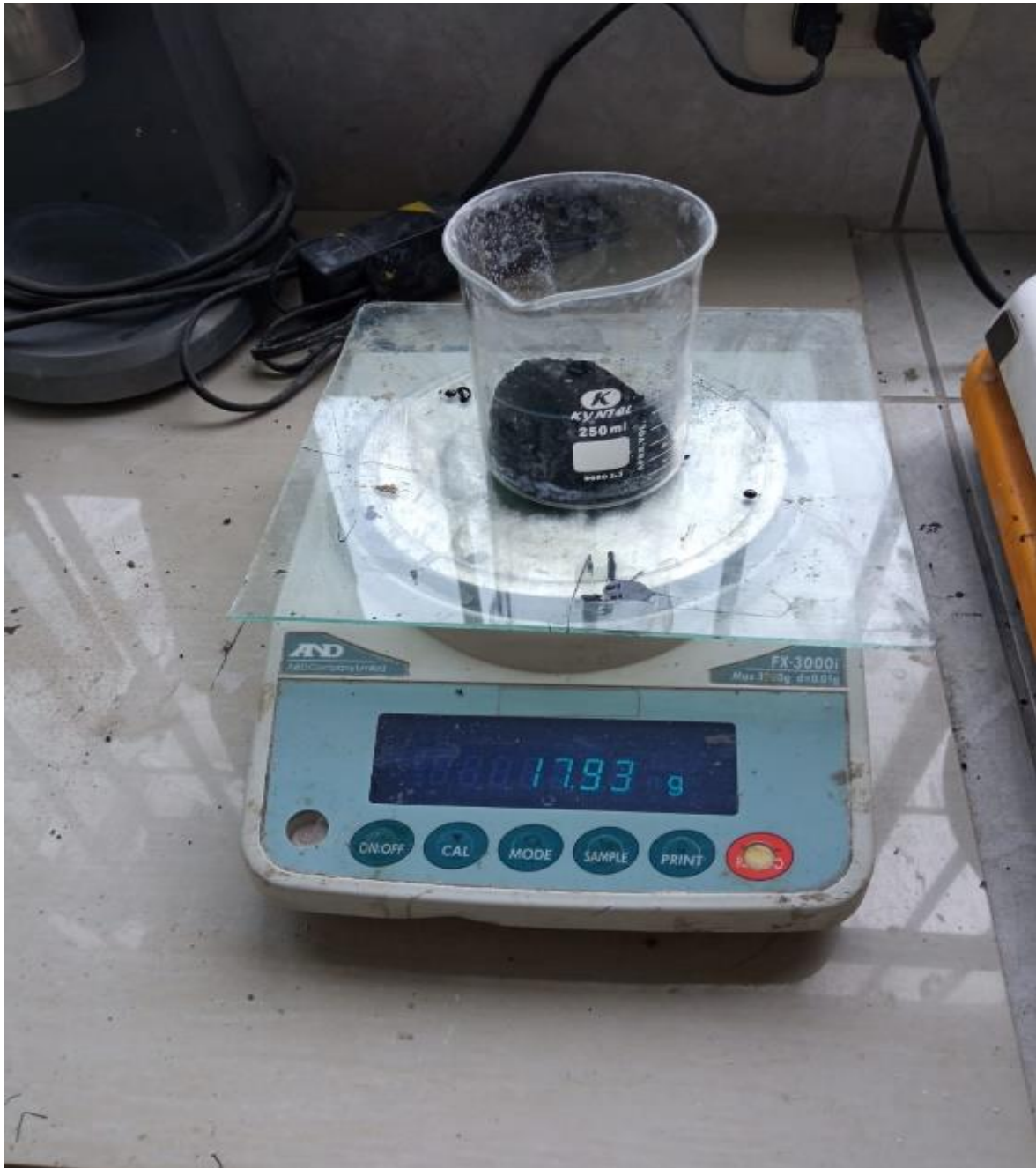
Anexo II-8: Proceso de mezclado de los Agregados.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-9: Proceso del pre-mezclado de la Mezcla Asfáltica según su porcentaje.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-10: Pesado del porcentaje de la mezcla asfáltica.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-11: Proceso del Mezclado de los Agregados y la Mezcla Asfáltica.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-12: Proceso de conformación de las probetas.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-13: Briquetas conformadas.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-14: Diámetro de briquetas.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-15: Altura de briquetas.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-16: Peso de briquetas.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



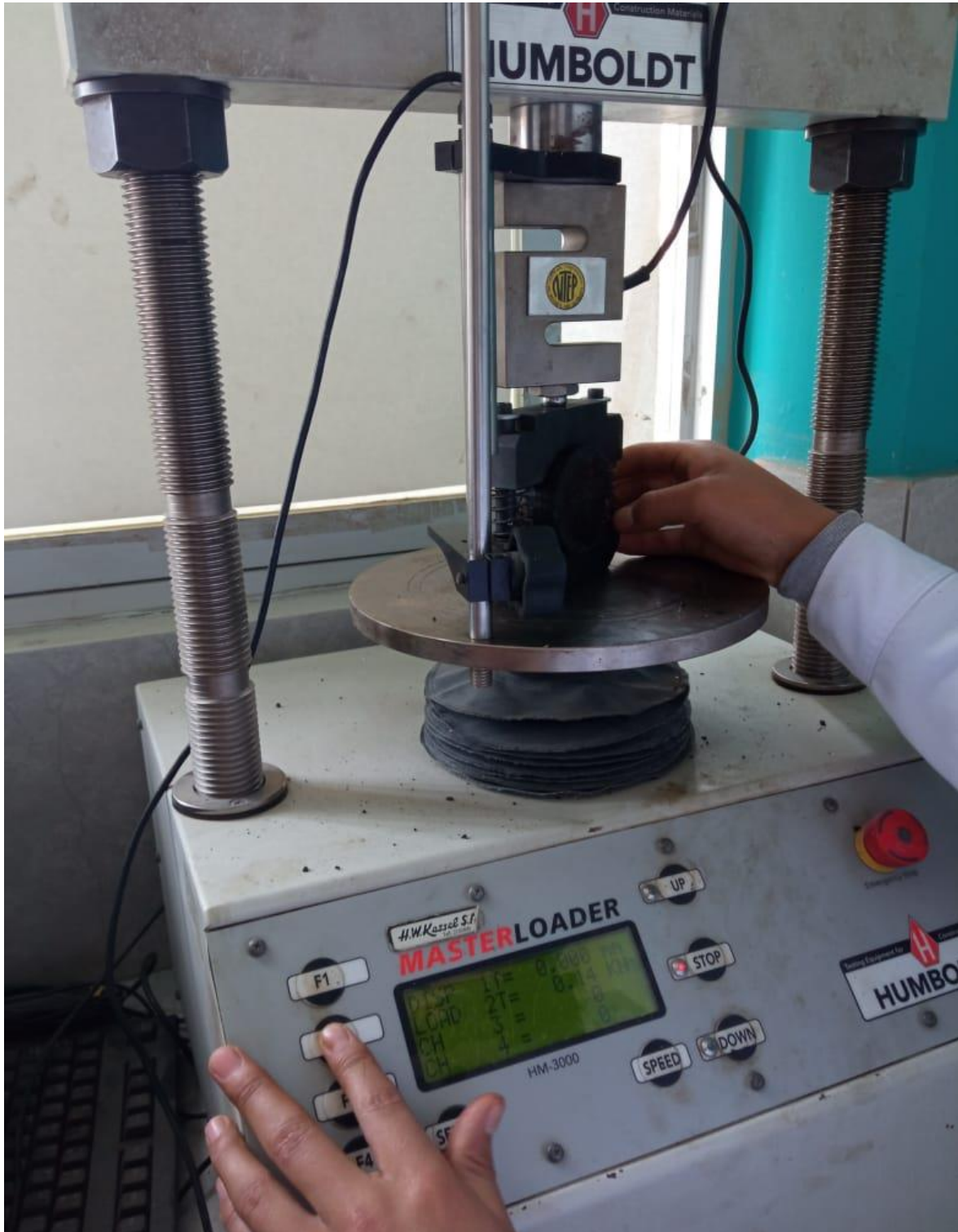
Anexo II-17: Ensayo de densidad teórica.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-18: Ensayo de Absorción.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-19: Ensayo de Marshall para determinar Estabilidad, Flujo y Vacíos.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Anexo II-20: Briquetas después de estar en la prensa Marshall.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

III. GUÍAS VALIDADAS.



CONDUCTIVIDAD Y PH

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	: AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	: AGREGADOS
AUTORES	: QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

	Codigo	Nivel de pH	Conductividad (uS/cm)
Agregado grueso	A1	7	822.6
	A2	7	821.4
	A3	7	825.8
	Promedio	7.00	823.3
Agregado fino	P1	7.1	1981
	P2	7.2	1984
	P2	7	1982
	Promedio	7.10	1982.3
Agua potable		8	1403.00
H2O destilada		6.9	170.50



ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
RIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo III-1: Ensayo de conductividad y PH.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO
NTP. 400.022 / ASTM C127

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	: AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO
AUTORES	: QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
B = Peso de la muestra SSS	g	419.70	420.50	418.70
C = Peso de la muestra SSS en el agua	g	258.60	263.70	259.80
Peso de bandeja	g	86.00	86.00	86.00
Peso de bandeja + Muestra seca	g	1001.50	1003.70	1002.40
A = Peso de la muestra secada en el horno	g	408.60	407.80	409.50
Peso específico de masa SSS	kg/m ³	2605.21	2681.76	2634.99
Peso específico aparente	kg/m ³	1348.10	1356.35	1349.85
Peso específico de masa	kg/m ³	2536	2601	2577
Promedio del peso específico de masa	kg/m ³	2571		
Peso específico de masa:	2571	kg/m³		


ing. Jorge Barrantes Vilanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

AV DANIEL ALCIDES CARRION 278 – URB SAN NICOLAS – TRUJILLO
CA VENEZIA MZ LTE 18 – LLANAVILLA – VILLA EL SALVADOR - LIMA

2

Anexo III-2: Ensayo del peso específico del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
NTP. 400.022 / ASTM C127

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	: AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO
AUTORES	: QUEVEDO CARRIÓN REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-1	M-2	M-3
B = Peso de la muestra SSS	kg	419.70	420.50	418.70
A = Peso de la muestra secada en el horno	kg	408.60	407.80	409.50
Porcentaje de absorción (%)	%	2.7	3.1	2.2
Promedio	%	2.7		
Absorción:	2.7	%		


ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo III-3: Ensayo de absorción del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



PESO UNITARIO SECO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO
NTP. 400.017 / ASTM C29

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	: AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO
AUTORES	: QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

PESO UNITARIO SECO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de molde	kg	1.2	1.2	1.2
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diametro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m ³	0.01060	0.01060	0.01060
Peso de molde + Muestra	kg	18.52	18.62	18.54
Peso Unitario Suelto (P.U.S.)	kg/m ³	1634	1643	1635
Promedio	kg/m ³	1637		
Peso Unitario Suelto (P.U.S.)	1637	kg/m³		



 Ing. Jorge Barrientes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

AV DANIEL ALCIDES CARRION 278 – URB SAN NICOLAS – TRUJILLO
 CA VENEZIA MZ LTE 18 – LLANAVILLA – VILLA EL SALVADOR - LIMA

4

Anexo III-4: Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO
NTP. 400.017 / ASTM C29

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	: AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO
AUTORES	: QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de molde	kg	1.2	1.2	1.2
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diametro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m ³	0.01060	0.01060	0.01060
Peso de molde + Muestra	kg	21.46	21.68	21.54
Peso Unitario Compactado (P.U.C.)	kg/m³	1911	1932	1918
Promedio	kg/m³	1920		
Peso Unitario Compactado (P.U.C.)	1920	kg/m³		



 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Anexo III-5: Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia, 2022.


CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO
 NTP. 329.185 / ASTM C566

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	: AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO
AUTORES	: QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de tara	g	72.68	71.58	71.49
Peso de la muestra natural	g	196.58	194.81	193.67
Peso de muestra seca + Tara	g	265.81	263.16	264.58
Contenido de humedad	%	1.8	1.7	0.3
Promedio	%	1.3		
Contenido de humedad:	1.3	%		



ing. Jorge Barrientes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 ZIP N° 197384
 GRUPO IMG

Anexo III-6: Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia, 2022.


DESGASTE ABRASIVO DE LOS ANGELES
ASTM C - 131

PROYECTO	:	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	:	AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	:	AGREGADO GRUESO
AUTORES	:	QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

PRUEBAS	1
GRADACIÓN USADA	A
No. ESFERAS	12
No. REVOLUCIONES	500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO, G.M.S.	5,000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ No. 12	3,861
Pa - Pb = PERDIDA	1,139
% DESGASTE = $\frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$	22.8%
ESPECIFICACIÓN : MENOR DE	40%

 CUMPLE SI NO

TAMAÑOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA, G.M.S.		A	B	C	D	E	F	G
PASA	RETENIDO							
3"	2 1/2"					2500		
2 1/2"	2"					2500		
2"	1 1/2"					5000	5000	
1 1/2"	1"	1250					5000	5000
1"	3/4"	1250						5000
3/4"	1/2"	1250	2500					
1/2"	3/8"	1250	2500					
3/8"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
No. DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
No. DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000


 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

 AV DANIEL ALCIDES CARRION 278 – URB SAN NICOLAS – TRUJILLO
 CA VENEZIA MZ LTE 18 – LLANAVILLA – VILLA EL SALVADOR - LIMA

7

Anexo III-7: Ensayo de desgaste de abrasivo de los ángeles.
Fuente: Elaboración propia, 2022.



**PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS
MTC E 210 (ASTM D - 5821)**

PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION :	AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL :	AGREGADO GRUESO
AUTORES :	QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

Con Una Cara de Fractura

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa	Retenido	(g)	(g)	$\{(B / A) \times 100\}$	(%)	(C x D)
2"	1 / 1/2"					
1 / 1/2"	1"					
1"	3 / 4 "	1470	195.0	0.13	24.30	3.22
3 / 4 "	1/2"	1290	216.0	0.17	30.67	5.14
1/2"	3 / 8"	240	59.0	0.25	45.03	11.07
Total		3000	470.0	0.55	100.00	19.43

Porcentaje de Partículas con una Cara Fracturada (Total E / Total D)	19.4%
--	-------

Con Dos Caras de Fractura

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa	Retenido	(g)	(g)	$\{(B / A) \times 100\}$	(%)	(C x D)
2"	1 / 1/2"					
1 / 1/2"	1"					
1"	3 / 4 "	1350	251.0	0.19	33.44	6.22
3 / 4 "	1/2"	1410	125.0	0.13	23.38	3.04
1/2"	3 / 8"	240	94.0	0.24	43.17	10.36
Total		3000	470.0	0.56	100.00	19.62

Porcentaje de Partículas con dos o mas Caras de Fractura (Total E / Total D)	19.6%
--	-------

Partículas con una ó mas caras de Fractura	39.0%
--	-------

Resultados

CARAS DE FRACTURA =	94.8
	0.2

A	Peso de la Muestra
B	Peso del material con caras de Fractura
C	Porcentaje de Caras Fracturadas
D	Porcentaje Retenido, Gradación Original
E	Promedio de Caras de Fractura


Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo III-8: Ensayo de caras fracturadas en los agregados.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS, ALARGADAS, ó PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS GRANULARES
ASTM D - 4791

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
 UBICACION : AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 AUTORES : QUEVEDO CARRION REYLER
 VALDEZ CRUZ HAROLD

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTÍCULAS CHATAS		PARTÍCULAS ALARGADAS		PARTÍCULAS CHATAS y ALARGADAS		PARTÍCULAS NI CHATAS, NI ALARGADAS	
TAMIZ	Abertura	PESO (A)	RETENE (C)	PASA	PESO (E)	(%)	PESO (F)	(%)	PESO (G)	(%)	PESO (H)	(%)
(pulg)	(mm)	(g)	(%)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
3"	76.200											
2"	50.800											
1 1/2"	38.100											
1"	25.400			100.00								
3/4"	19.050	3359.8	19.38	80.62	59.50	0.51	62.59	0.54	41.29	0.35	11478.12	98.60
1/2"	12.700	4762.2	27.47	53.14	67.50	0.58	80.54	0.69	40.68	0.35	11452.78	98.38
3/8"	8.750	3519.5	20.30	32.84	59.80	0.51	78.62	0.68	43.52	0.37	11459.56	98.44
1/4"	6.350	4456.1	25.71	7.13								
Nº 04	4.760	1235.9	7.13	0.00								
Peso Total de la Muestra (B)		17 333.5										
Peso de la Muestra de Ensayo (D) (Retenido 3/8")		11 641.5										

RESULTADOS
(Promedio Ponderado)

PARTÍCULAS CHATAS	1.60 %
PARTÍCULAS ALARGADAS	1.90 %
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS	1.08 %

Fórmulas.

$$\text{Partículas Chatas y Alargadas (\%)} = \left[\left(\frac{E}{A} \times 100 \right) + \left(\frac{F}{D} \times 100 \right) \right] / 100$$

Donde:

- | | | | |
|---|--|---|-----------------------------------|
| A | Peso retenido en cada tamiz | F | Partículas Alargadas |
| B | Peso Total de la Muestra Agregado Granular | G | Partículas Chatas y Alargadas |
| C | % Retenido en la muestra total | H | Partículas ni Chatas ni Alargadas |
| D | Peso de la Muestra de Ensayo (Retenido 3/8") | | |
| E | Partículas Chatas | | |

Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 S.R.L. Nº 157384
 GRUPO IMG

Anexo III-9: Ensayo de determinación de partículas chatas, alargadas ó partículas chatas y alargadas en agregados granulares.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



**MÉTODO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA
(ASTM D-2419 AASHTO T176-00)**

PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION :	AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL :	AGREGADO FINO
AUTORES :	QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

Muestra	1	2	3
Inicio	10:15	11:05	11:55
Termino	10:50	11:40	12:30
Lectura total	4.2	4.2	4.2
Lectura de arena	3.9	3.9	3.9
Eq. Arena (%)	92.9	92.9	92.9
Eq. Arena (%)	92.9		


ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo III-10: Ensayo para determinar el equivalente de arena.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



ADHERENCIA EN BANDEJA (I.N.V. E 740 - 07)

PROYECTO	:	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	:	AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	:	AGREGADOS
AUTORES	:	QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

DATOS	1	2	3
CANTIDAD DE MUESTRA #	50	50	50
CANTIDAD DE CEMENTO ASFALTICO ml	100	100	100
TEMPERATURA DE CA (°C)	140	140	140
# DE PARTICULAS RECUBIERTAS	48	48	48
# DE PARTICULAS NO RECUBIERTAS	1	1	1
ADHERENCIA(%)	96	96	96
ADHERENCIA(%)	96.0		



Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo III-11: Ensayos para la adherencia en bandeja.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1559

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	: AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	: MEZCLA ASFÁLTICA - PATRÓN - R1
AUTORES	: QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

Determinación de la Cantidades Necesarias de Agregado y Asfalto

ASfalto		AGREGADOS			gr
% de Asfalto	Asfalto (gr)	55.0% Grava de 3/4" (gr)	0.0% Grava de 1/2" (gr)	0.0% Grava de 3/8" (gr)	45.0% Arena (gr)
4.00%	48	633.60	0.00	0.00	518.40
4.50%	54	630.30	0.00	0.00	515.70
5.00%	60	627.00	0.00	0.00	513.00
5.50%	66	623.70	0.00	0.00	510.30
6.00%	72	620.40	0.00	0.00	507.60

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Especifica de Bulk de la Mezcla Compactada

% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
4.00%	6.75	6.74	6.76	6.75	6.75
4.50%	6.71	6.72	6.7	6.71	6.71
5.00%	6.81	6.83	6.81	6.8	6.81
5.50%	6.73	6.74	6.75	6.73	6.74
6.00%	6.74	6.73	6.71	6.72	6.73

% Asfalto	M _s	M _{SS}	M _{SUM}	G (kg/m ³)	G _{mb}
4.00%	1175	1194	699.6	2376.62	2.377
4.50%	1178	1196	696.5	2358.36	2.358
5.00%	1179	1197	691.7	2333.27	2.333
5.50%	1154	1197	700.3	2323.33	2.323
6.00%	1158	1198	689.8	2278.63	2.279

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad KN	Indice de Flujo (PULG)	Indice de Flujo (mm)
4.00%	52	5.24	0.251	6.37
4.50%	27	8.06	0.307	7.81
5.00%	90	9.09	0.388	9.86
5.50%	126	7.85	0.287	7.29
6.00%	126	5.26	0.204	5.18


Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
ZIP N° 197384
GRUPO IMG

AV DANIEL ALCIDES CARRION 278 – URB SAN NICOLAS – TRUJILLO
CA VENECIA MZ LTE 18 – LLANAVILLA – VILLA EL SALVADOR - LIMA

1

Anexo III-12: Ensayos de Marshall sin la fibra de Nylon Ensayo 1.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-4659

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION : AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAAMARCA
MATERIAL : MEZCLA ASFÁLTICA - PATRON - R1
AUTORES : QUEVEDO CARRION REYLER,
VALDEZ CRUZ HAROLD

Gravidad Específica en Agregados Gruesos		Gravidad Específica en Agregados Finos		Gravidad Específica del Cemento Aditivo	
G_m	G_{mm}	G_m	G_{mm}	G_c	P_c
2.620	2.539	2.580	2.560	102.1000	85.10
2.640	2.540	2.540	2.540	1.0250	1.0250
% de Agregado Grueso = 55.00%		% de Agregado Fino = 45.00%		Densidad del cemento Aditivo (kg/m ³)	

$C_{sp} = 2.5011$
 $C_{sp} = 2.6228$

% de Atrilho	Altura de las Brinquetas (cm)	Peso de las Brinquetas			Volumen (cm ³)	Densidad Real G (g/cm ³)	Gravidad Específica de la Mezcla Compuesta G_m	Gravidad Específica Efectiva del Mezcla G_{me}	Gravidad Específica Agregada G_a	Porcentaje de Atrilho Absorbido P_a	Porcentaje de Atrilho Efectivo P_e	% Vacios en Mezcla VMA	% Vacios de Aire en la Mezcla VTH	Lectura del Indicador de Aire de Vacío VFA	Estabilidad Marshall		Índice de Flujos (mm)	Índice de Flujos (puls)	Índice Relativo
		M ₁ (gr)	M ₂ (gr)	M ₃ (gr)											Estabilidad KN	Factor de Corrección			
0.0%	0.750	1178.00	1104.00	600.00	2882.00	2.375	2.611	2.611	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
1.5%	0.750	1178.00	1126.00	695.50	2999.50	2.338	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
3.0%	0.750	1178.00	1147.00	691.70	3066.70	2.333	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
4.5%	0.750	1178.00	1168.00	687.90	3133.90	2.328	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
6.0%	0.750	1178.00	1189.00	684.10	3201.10	2.323	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
7.5%	0.750	1178.00	1210.00	680.30	3268.30	2.318	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
9.0%	0.750	1178.00	1231.00	676.50	3335.50	2.313	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
10.5%	0.750	1178.00	1252.00	672.70	3402.70	2.308	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
12.0%	0.750	1178.00	1273.00	668.90	3470.90	2.303	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
13.5%	0.750	1178.00	1294.00	665.10	3538.10	2.298	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
15.0%	0.750	1178.00	1315.00	661.30	3605.30	2.293	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
16.5%	0.750	1178.00	1336.00	657.50	3672.50	2.288	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
18.0%	0.750	1178.00	1357.00	653.70	3739.70	2.283	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
19.5%	0.750	1178.00	1378.00	649.90	3806.90	2.278	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
21.0%	0.750	1178.00	1399.00	646.10	3873.90	2.273	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
22.5%	0.750	1178.00	1420.00	642.30	3940.90	2.268	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
24.0%	0.750	1178.00	1441.00	638.50	4007.90	2.263	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
25.5%	0.750	1178.00	1462.00	634.70	4074.90	2.258	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
27.0%	0.750	1178.00	1483.00	630.90	4141.90	2.253	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
28.5%	0.750	1178.00	1504.00	627.10	4208.90	2.248	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
30.0%	0.750	1178.00	1525.00	623.30	4275.90	2.243	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
31.5%	0.750	1178.00	1546.00	619.50	4342.90	2.238	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
33.0%	0.750	1178.00	1567.00	615.70	4409.90	2.233	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
34.5%	0.750	1178.00	1588.00	611.90	4476.90	2.228	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
36.0%	0.750	1178.00	1609.00	608.10	4543.90	2.223	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
37.5%	0.750	1178.00	1630.00	604.30	4610.90	2.218	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
39.0%	0.750	1178.00	1651.00	600.50	4677.90	2.213	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
40.5%	0.750	1178.00	1672.00	596.70	4744.90	2.208	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
42.0%	0.750	1178.00	1693.00	592.90	4811.90	2.203	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
43.5%	0.750	1178.00	1714.00	589.10	4878.90	2.198	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
45.0%	0.750	1178.00	1735.00	585.30	4945.90	2.193	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
46.5%	0.750	1178.00	1756.00	581.50	5012.90	2.188	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
48.0%	0.750	1178.00	1777.00	577.70	5079.90	2.183	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
49.5%	0.750	1178.00	1798.00	573.90	5146.90	2.178	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
51.0%	0.750	1178.00	1819.00	570.10	5213.90	2.173	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
52.5%	0.750	1178.00	1840.00	566.30	5280.90	2.168	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
54.0%	0.750	1178.00	1861.00	562.50	5347.90	2.163	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
55.5%	0.750	1178.00	1882.00	558.70	5414.90	2.158	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
57.0%	0.750	1178.00	1903.00	554.90	5481.90	2.153	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
58.5%	0.750	1178.00	1924.00	551.10	5548.90	2.148	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
60.0%	0.750	1178.00	1945.00	547.30	5615.90	2.143	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
61.5%	0.750	1178.00	1966.00	543.50	5682.90	2.138	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
63.0%	0.750	1178.00	1987.00	539.70	5749.90	2.133	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
64.5%	0.750	1178.00	2008.00	535.90	5816.90	2.128	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
66.0%	0.750	1178.00	2029.00	532.10	5883.90	2.123	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
67.5%	0.750	1178.00	2050.00	528.30	5950.90	2.118	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
69.0%	0.750	1178.00	2071.00	524.50	6017.90	2.113	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
70.5%	0.750	1178.00	2092.00	520.70	6084.90	2.108	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.877	75.203	2.240	4.915	5.370	0.251	19.982	
72.0%	0.750	1178.00	2113.00	516.90	6151.90	2.103	2.610	2.610	0.326	0.674	11.652	14.							


ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1559

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	: AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	: MEZCLA ASFÁLTICA - PATRÓN - R2
AUTORES	: QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

Determinación de la Cantidades Necesarias de Agregado y Asfalto

ASFALTO		AGREGADOS			
% de Asfalto	Asfalto (gr)	Peso total de la Briqueta: 1200 gr			
		55.0% Grava de 3/4" (gr)	0.0% Grava de 1/2" (gr)	0.0% Grava de 3/8" (gr)	45.0% Arena (gr)
4.00%	48	633.60	0.00	0.00	518.40
4.50%	54	630.30	0.00	0.00	515.70
5.00%	60	627.00	0.00	0.00	513.00
5.50%	66	623.70	0.00	0.00	510.30
6.00%	72	620.40	0.00	0.00	507.60

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Especifica de Bulk de la Mezcla Compactada

% de Asfalto	ESPESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"				
	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
4.00%	6.73	6.72	6.74	6.72	6.73
4.50%	6.82	6.81	6.83	6.8	6.82
5.00%	6.83	6.84	6.82	6.83	6.83
5.50%	6.76	6.77	6.79	6.76	6.77
6.00%	6.79	6.78	6.77	6.78	6.78

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA					
% Asfalto	M _S	M _{SSS}	M _{SUM}	G (kg/m ³)	G _{mb}
4.00%	1186	1194	686.9	2338.79	2.339
4.50%	1189	1196	685.7	2330.00	2.330
5.00%	1181	1197	688.9	2324.35	2.324
5.50%	1175	1197	688.6	2311.17	2.311
6.00%	1169	1198	684.1	2274.76	2.275

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Letura del Dial	Estabilidad KN	Indice de Flujo (PULG)	Indice de Flujo (mm)
4.00%	52	5.67	0.235	5.98
4.50%	27	8.03	0.303	7.69
5.00%	90	9.19	0.381	9.68
5.50%	126	7.94	0.280	7.11
6.00%	126	5.61	0.210	5.34


 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 ZIP N° 197384
 GRUPO IMG

 AV DANIEL ALCIDES CARRION 278 – URB SAN NICOLAS – TRUJILLO
 CA VENEZIA MZ LTE 18 – LLANAVILLA – VILLA EL SALVADOR - LIMA

5

Anexo III-14: Ensayos de Marshall sin la fibra de Nylon Ensayo 2.
Fuente: Elaboración propia, 2022.



ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1659

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION : AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAMARCA
MATERIA : MEZCLA ASFÁLTICA - PATRON - R2
AUTORES : QUIVEDO CARRION REYLER
VALDEZ CRUZ HAROLD

POSIFICACION MARSHALL

Gravidad Específica Agregados Gruesos G _{sp} ^m = 2.653	Gravidad Específica del Cemento, g _{sp} ^m = 3.150	Gravidad Específica del Cemento, g _{sp} ^m = 3.150
Gravidad Específica Saca Asumite G _{sp} ^m = 2.650	Gravidad Específica Saca Bala G _{sp} ^m = 2.540	Gravidad Específica Saca Asumite G _{sp} ^m = 2.580
Gravidad Específica Saca Bala G _{sp} ^m = 2.610	Gravidad Específica Saca Asumite G _{sp} ^m = 2.540	Gravidad Específica Saca Bala G _{sp} ^m = 2.580
% de Agregado Fino	% de Agregado Fino	% de Agregado Fino
% Pas = 55.00%	% Pas = 55.00%	% Pas = 55.00%
C ₁ = 2.501	C ₁ = 2.501	C ₁ = 2.501
C ₂ = 2.623	C ₂ = 2.623	C ₂ = 2.623

% de Acilillo	Altura de las Briquetas (mm)	Pesos de las Briquetas			Volumen (cm ³)	Densidad Real G ₁	Cantidad Escrita de Bala de la muestra (g)	Gravidad Específica Máxima G _{mm}	Gravidad Específica Efectiva del Agregado G _{se}	Porcentaje de Acilillo Absorbido P _a	Porcentaje de Acilillo Efectivo P _e	% Vacío en el Agregado Mineral V _{MA}	% Vacío de Aire en la Mezcla Compuesta V _{TM}	% Vacío de Líquido en el Acilillo V _{LA}	Lectura del Dial	Facilidad Marshall		Índice de Pilo (mm)	Índice de Pilo (kg)	Índice de Pilo
		M ₁ (gr)	M ₂ (gr)	M ₃ (gr)												Factor de Corrección	Eventualidad KN			
4.0%	6.50	118.00	111.00	68.00	627.00	235.30	3.32000	2.445	2.501	0.35	0.587	14.02	3.75	3.75	52.00	0.98	5.138	5.340	0.235	22.2016238
4.5%	6.50	118.00	111.00	68.00	510.80	233.02	2.32000	2.453	2.601	0.35	0.588	15.72	4.38	4.38	52.00	1.03	5.218	5.680	0.381	24.1865201
5.0%	6.50	118.00	111.00	68.00	358.40	251.75	2.31000	2.389	2.601	0.35	0.592	14.82	3.76	3.76	51.00	1.03	5.218	5.680	0.381	24.1865201
5.5%	6.50	118.00	111.00	68.00	313.90	253.38	2.29000	2.382	2.601	0.35	0.595	14.52	3.60	3.60	50.00	1.01	5.027	5.340	0.281	21.1215338

[Firma]
Ing. Daniel Alcides Carrion 278
Reyler Wladimir Valdez Cruz
Harold Joel Valdez Cruz
GRUPO IMG

AV DANIEL ALCIDES CARRION 278 – URB SAN NICOLAS – TRUJILLO
CA VENECIA MZ LTE 18 – LLANAVILLA – VILLA EL SALVADOR - LIMA

Anexo III-15: Ensayos de Marshall sin la fibra de nylon resumen Ensayo 2.
Fuente: Elaboración propia, 2022.



ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1559

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	: AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	: MEZCLA ASFÁLTICA - PATRÓN - R3
AUTORES	: QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

Determinación de la Cantidades Necesarias de Agregado y Asfalto

ASfalto		AGREGADOS			
% de Asfalto	Asfalto (gr)	Peso total de la Briqueta: 1200 gr			
		55.0%	0.0%	0.0%	45.0%
		Grava de 3/4" (gr)	Grava de 1/2" (gr)	Grava de 3/8" (gr)	Arena (gr)
4.00%	48	633.60	0.00	0.00	518.40
4.50%	54	630.30	0.00	0.00	515.70
5.00%	60	627.00	0.00	0.00	513.00
5.50%	66	623.70	0.00	0.00	510.30
6.00%	72	620.40	0.00	0.00	507.60

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Especifica de Bulk de la Mezcla Compactada

ESPESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"					
% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
4.00%	6.82	6.81	6.82	6.81	6.82
4.50%	6.81	6.8	6.79	6.82	6.81
5.00%	6.87	6.88	6.86	6.87	6.87
5.50%	6.78	6.79	6.77	6.78	6.78
6.00%	6.80	6.79	6.78	6.81	6.80

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA					
% Asfalto	M _s	M _{SS}	M _{SUM}	G (kg/m ³)	G _{mb}
4.00%	1184	1194	685.9	2330.25	2.330
4.50%	1183	1191	681.7	2322.80	2.323
5.00%	1174	1188	676.9	2297.01	2.297
5.50%	1182	1196	677.4	2279.21	2.279
6.00%	1157	1187	678.5	2275.32	2.275

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad KN	Indice de Flujo (PULG)	Indice de Flujo (mm)
4.00%	52	6.24	0.251	6.37
4.50%	27	8.02	0.307	7.81
5.00%	90	9.15	0.388	9.86
5.50%	126	7.81	0.287	7.29
6.00%	126	5.42	0.204	5.18

JAV
Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

AV DANIEL ALCIDES CARRION 278 – URB SAN NICOLAS – TRUJILLO
CA VENEZIA MZ LTE 18 – LLANAVILLA – VILLA EL SALVADOR - LIMA

9

Anexo III-16: Ensayos de Marshall sin la fibra de Nylon Ensayo 3.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1659

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION : AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAMARCA
MATERIAL : MEZCLA ASFÁLTICA - PATRON - R3
AUTORES : QUEVEDO CARRION: REYLER
VALDEZ CRUZ HAROLD

Gravidad Especifica en Agregado: Gravelos		Gravidad Especifica en Mezclas: Bitum		Gravidad Especifica del Cemento: Celditas	
Gravidad Especifica Seca Aparente	$G_m = 2.620$	Gravidad Especifica Seca Aparente	$G_m = 2.589$	Tipos de cemento Asfaltico según el Grado de Plastificacion	85-100
Gravidad Especifica Seca Bulk	$G_b = 2.650$	Gravidad Especifica Seca Bulk	$G_b = 2.610$	Densidad del cemento Asfaltico (t/m ³)	1023.000
Gravidad Especifica Sólida Superiormente Seca	$G_s = 2.640$	Gravidad Especifica Sólida Superiormente Seca de	$G_s = 2.540$	Gravidad Especifica del Cemento Asfaltico	$G_c = 1.020$
% de Agregado Gravelos	$\% P_m = 55.00\%$	% de Agregado Fino	$\% P_m = 45.00\%$		
Gravidad Especifica Seca Bulk de la Combinación de Agregado		$G_m = 2.591$			
Gravidad Especifica Seca Aparente de la Combinación de Agregado		$G_m = 2.6228$			

% de Acido	Brigantes (ton)	Peso de las Esferas		Volumen (cc)	Densidad Real G	Gravidad Especifica Bulk de la mezcla (compensada)	Gravidad Especifica Efectiva del Agregado G_m	Gravidad Especifica Efectiva del Agregado G_a	Porcentaje de Acido Absorbido P_a	% Vacios en Mezcla V_m	% Vacios en Llamas de Avulsion V_L	Lecturas del Dial	Estabilidad Marshall		Índice de Flujo (puls)	Índice de Flujo (mm)	Índice de Rigidez
		Mg (gr)	Mx (gr)										Estabilidad IN	Factor de Corrección			
4.0%	0.920	1184.000	1184.000	685.000	2.610	2.601	2.601	2.601	0.320	13.332	0.298	0.000	3.530	0.828	6.070	0.251	21.3300000
4.5%	0.910	1185.000	1191.000	685.700	2.6228	2.610	2.601	2.601	0.320	14.015	0.298	0.000	3.530	0.828	6.070	0.251	21.3300000
5.0%	0.900	1186.000	1198.000	686.400	2.6356	2.610	2.601	2.601	0.320	14.718	0.298	0.000	3.530	0.828	6.070	0.251	21.3300000
5.5%	0.890	1187.000	1205.000	687.100	2.6484	2.610	2.601	2.601	0.320	15.421	0.298	0.000	3.530	0.828	6.070	0.251	21.3300000
6.0%	0.880	1188.000	1212.000	687.800	2.6612	2.610	2.601	2.601	0.320	16.124	0.298	0.000	3.530	0.828	6.070	0.251	21.3300000

Reyler Quevedo Carrion
Ingeniero Civil
Registro Profesional: 157384
GRUPO IMG

AV DANIEL ALCIDES CARRION 278 – URB SAN NICOLAS – TRUJILLO
CA VENEZIA MZ LTE 18 – LLANAVILLA – VILLA EL SALVADOR - LIMA

Anexo III-17: Ensayos de Marshall sin la fibra de nylon resumen Ensayo 3.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



**ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1559**

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	: AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	: MEZCLA ASFÁLTICA - % FIBRA DE NYLON - R1
AUTORES	: QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

Determinación de las Cantidades Necesarias de Agregado y Asfalto

Peso total de la Briqueta:			1200			gr
ASFALTO			AGREGADOS			
% de Fibra de Nylon	Fibra de Nylon (gr)	Asfalto (gr)	55.0%	0.0%	0.0%	45.0%
			Grava de 3/4" (gr)	Grava de 1/2" (gr)	Grava de 3/8" (gr)	Arena (gr)
1.00%	12	60	627.00	0.00	0.00	513.00
1.50%	18	60	627.00	0.00	0.00	513.00
2.00%	24	60	627.00	0.00	0.00	513.00

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada

ESPESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"					
% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				Promedio (cm)
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	
1.00%	6.59	6.57	6.59	6.57	6.58
1.50%	6.61	6.62	6.61	6.61	6.61
2.00%	6.62	6.63	6.64	6.62	6.63

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA					
% Asfalto	M _s	M _{SSS}	M _{SUM}	G (kg/m ³)	G _{mb}
1.00%	1154	1176	681.5	2333.67	2.334
1.50%	1163	1189	684.9	2307.08	2.307
2.00%	1169	1192	682.7	2295.31	2.295

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad KN	Indice de Flujo (PULG)	Indice de Flujo (mm)
1.00%	10.9	9.35	0.387	9.82
1.50%	52	9.82	0.404	10.25
2.00%	27	10.67	0.425	10.79

Jon
ing. Jorge Armando Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo III-18: Ensayos de Marshall con la fibra de nylon Ensayo 1.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1559

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION : AV. EL MAESTRO EN SAN IG
MATERIAL : MEZCLA ASFÁLTICA - % FIBRA DE NYLON - RI
AUTORES : HAROLD JOEL VALDEZ CRUZ, REYLER WLADIMIR VALDEZ CRUZ, HAROLD JOEL VALDEZ CRUZ HAROLD

DOSEIFICACION MARSHALL

Gravidad Específica en Agregado Grueso G _{se} = 2.6320	Gravidad Específica del Cemento Adifilico G _{ce} = 3.1500
Gravidad Específica Seca Bulk G _{sb} = 2.6150	Tipo de cemento Adifilico según el Grado de Penetración: 85.100
Gravidad Específica Seca de Bulk G _{sb} = 2.6110	Densidad del cemento Adifilico (kg/m ³): 1025.0000
% de Agregado Grueso: 55.07%	Gravidad Específica del Cemento Adifilico G _{ce} = 1.0290
% de Agregado Fino: 44.93%	Porcentaje de Adifilico: 5.00%

% de Fibra de Nylon	Peso de las Bricquetas			Gravidad Específica Bulk de la mezcla Componentes G _{sm}	Gravidad Específica Efectiva del Agregado G _{se}	Gravidad Específica Absorbida P _a	Porcentaje de Adifilico Efectivo P _e	% Vacíos en el Agregado (Norma VMA)	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compuesta VTM	Lectura del Dial	Estabilidad Marshall		Índice de Flujos (part)	Índice de Flujos (mm)	Índice de Flujos (part)	Índice de Flujos (mm)
	M (gr)	M ₁₀ (gr)	M ₂₀ (gr)								Estabilidad KN	Factor de Corrección KN				
1.0%	6.450	1154.000	1176.000	2.58200	2.416	0.326	4.669	14.001	3.381	10.900	9.550	0.886	9.820	18.750	0.887	24.1820466
1.5%	6.610	1161.000	1180.000	2.58200	2.416	0.326	4.669	14.001	3.381	10.900	9.550	0.886	9.820	18.750	0.887	24.1820466
2.0%	6.630	1169.000	1192.000	2.58200	2.416	0.326	4.669	14.001	3.381	10.900	9.550	0.886	9.820	18.750	0.887	24.1820466

Harold Joel Valdez Cruz
Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
GRUPO IMG

AV DANIEL ALCIDES CARRION 278 – URB SAN NICOLAS – TRUJILLO
CA VENECIA MZ LTE 18 – LLANAVILLA – VILLA EL SALVADOR - LIMA

Anexo III-19: Ensayos de Marshall con la fibra de nylon resumen Ensayo 1.
Fuente: Elaboración propia, 2022.


ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1559

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	: AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	: MEZCLA ASFÁLTICA - % FIBRA DE NYLON - R2
AUTORES	: QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

Determinación de la Cantidades Necesarias de Agregado y Asfalto

Peso total de la Briqueta:			1200			gr
ASFALTO			AGREGADOS			
% de Fibra de Nylon	Fibra de Nylon (gr)	Asfalto (gr)	55.0%	0.0%	0.0%	45.0%
			Grava de 3/4" (gr)	Grava de 1/2" (gr)	Grava de 3/8" (gr)	Arena (gr)
1.00%	12	60	627.00	0.00	0.00	513.00
1.50%	18	60	627.00	0.00	0.00	513.00
2.00%	24	60	627.00	0.00	0.00	513.00

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Especifica de Bulk de la Mezcla Compactada

ESPESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"					
% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
1.00%	6.65	6.64	6.64	6.63	6.64
1.50%	6.72	6.71	6.70	6.71	6.71
2.00%	6.71	6.72	6.73	6.72	6.72

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA					
% Asfalto	M _s	M _{SSS}	M _{SUM}	G (kg/m3)	G _{mb}
1.00%	1162	1182	683.2	2329.59	2.330
1.50%	1159	1179	681.7	2330.59	2.331
2.00%	1152	1181	689.4	2343.37	2.343

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad KN	Indice de Flujo (PULG)	Indice de Flujo (mm)
1.00%	10.9	9.42	0.383	9.74
1.50%	52	10.21	0.427	10.85
2.00%	27	11.08	0.458	11.63


 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Anexo III-20: Ensayos de Marshall con la fibra de nylon Ensayo 2.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1559

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION : AV. EL MAESTRO EN SAN IG
MATERIAL : MEZCLA ASFÁLTICA - % FIBRA DE NYLON : R2
AUTORES : QUINTERO REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

DOSEIFICACION MARSHALL

Gravidad Especifica en Agregados Gruesos $G_{se} = 2.620$ **Gravidad Especifica del Cemento Asfáltico** $G_{ca} = 1.025$
Gravidad Especifica Secc Aparente $G_{sa} = 2.620$ **Gravidad Especifica Secc Aparente** $G_{sa} = 2.580$
Gravidad Especifica Secc Bulk $G_{sb} = 2.650$ **Gravidad Especifica Secc Bulk** $G_{sb} = 2.516$
Gravidad Especifica Sumada Independientemente Secc Bulk $G_{sb} = 2.640$ **Gravidad Especifica Sumada Independientemente Secc Bulk** $G_{sb} = 2.540$
% de Agregado Gccso $\% P_w = 55.00\%$ **% de Agregado Fino** $\% P_w = 45.00\%$
Gravidad Especifica Secc Bulk de la Combinación de Agregados $G_{sb} = 2.5801$ **% de Agregado Fino** $\% P_w = 45.00\%$
Gravidad Especifica Secc Aparente de la Combinación de Agregados $G_{sa} = 2.6228$

No. de Fibra de Nylon	Peso de las Briquetas			Densidad Real G	Gravidad Especificas Efectivas del Agregado G _{se}	Gravidad Especificas Efectivas del Agregado G _{sa}	Gravidad Especificas Efectivas del Agregado G _{sb}	Gravidad Especificas Efectivas del Agregado G _{sc}	Gravidad Especificas Efectivas del Agregado G _{sd}	Gravidad Especificas Efectivas del Agregado G _{se}	Gravidad Especificas Efectivas del Agregado G _{sa}	Gravidad Especificas Efectivas del Agregado G _{sb}	Gravidad Especificas Efectivas del Agregado G _{sc}	Gravidad Especificas Efectivas del Agregado G _{sd}	Estabilidad Marshall			Índice de Flejo (mm)	Índice de Flejo (peso)	Índ. Rigidez	
	M ₁ (gr)	M ₂ (gr)	M ₃ (gr)												Estabilidad KN	Factor de Corrección	Estabilidad KN				
1.0%	6.640	1152.000	1152.000	685.200	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	9.420	0.886	9.420	9.740	0.383	24.9568984
1.5%	6.710	1152.000	1170.000	687.200	2.528.000	2.528.000	2.528.000	2.528.000	2.528.000	2.528.000	2.528.000	2.528.000	2.528.000	2.528.000	2.528.000	9.420	0.886	9.420	9.740	0.383	24.9568984
2.0%	6.720	1152.000	1181.000	689.400	2.533.000	2.533.000	2.533.000	2.533.000	2.533.000	2.533.000	2.533.000	2.533.000	2.533.000	2.533.000	2.533.000	9.420	0.886	9.420	9.740	0.383	24.9568984

Jorge
Ing. Jorge Barrios Villanueva
Registro Profesional No. 197384
GRUPO IMG

AV DANIEL ALCIDES CARRION 278 – URB SAN NICOLAS – TRUJILLO
CA VENECIA MZ LTE 18 – LLANAVILLA – VILLA EL SALVADOR - LIMA

Anexo III-21: Ensayos de Marshall con la fibra de nylon resumen Ensayo 2.

Fuente: Elaboración propia, 2022.


ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1559

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACION	: AV. EL MAESTRO EN SAN IGNACIO DE CAJAMARCA
MATERIAL	: MEZCLA ASFÁLTICA - % FIBRA DE NYLON - R3
AUTORES	: QUEVEDO CARRION REYLER VALDEZ CRUZ HAROLD

Determinación de las Cantidades Necesarias de Agregado y Asfalto

Peso total de la Briqueta:			1200			gr
ASFALTO			AGREGADOS			
% de Fibra de Nylon	Fibra de Nylon (gr)	Asfalto (gr)	55.0%	0.0%	0.0%	45.0%
			Grava de 3/4" (gr)	Grava de 1/2" (gr)	Grava de 3/8" (gr)	Arena (gr)
1.00%	12	60	627.00	0.00	0.00	513.00
1.50%	18	60	627.00	0.00	0.00	513.00
2.00%	24	60	627.00	0.00	0.00	513.00

Determinación del Espesor, Densidad Real y Gravedad Específica de Bulk de la Mezcla Compactada

ESPESOR y/o ALTURA DE LAS PROBETAS "BRIQUETAS"					
% de Asfalto	Altura de las Probetas o Briquetas				
	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Promedio (cm)
1.00%	6.69	6.70	6.71	6.68	6.70
1.50%	6.71	6.72	6.70	6.71	6.71
2.00%	7.73	6.72	6.73	6.71	6.97

DENSIDAD REAL Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE BULK DE LA MEZCLA COMPACTADA					
% Asfalto	M _S	M _{SSS}	M _{SUM}	G (kg/m ³)	G _{mb}
1.00%	1158	1182	680.5	2309.07	2.309
1.50%	1163	1184	682.9	2320.89	2.321
2.00%	1149	1176	683.4	2332.52	2.333

Determinación de la Estabilidad y Flujo

% Asfalto	Lectura del Dial	Estabilidad KN	Indice de Flujo (PULG)	Indice de Flujo (mm)
1.00%	10.9	9.35	0.380	9.64
1.50%	52	9.91	0.405	10.28
2.00%	27	10.96	0.445	11.31



Ing. Jorge Barantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Anexo III-22: Ensayos de Marshall con la fibra de nylon Ensayo 3.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

ENSAYO DE MARSHALL
ASTM D-1559

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE NYLON EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA LA AVENIDA EL MAESTRO, SAN IGNACIO 2022
UBICACIÓN : AV. EL MAESTRO EN SAN IG
MATERIAL : MEZCLA ASFÁLTICA - % FIBRA DE NYLON - R3
AUTORES : RAÚL GONZÁLEZ REYLER
VALDEZ CRUZ HAROLD

Gravidad Específica en Agregados Gruesos		Gravidad Específica en Agregados Fines		Gravidad Específica del Cemento Asfáltico	
G_{se}	G_{sm}	G_{se}	G_{sm}	G_c	P_w
2.650	2.650	2.800	2.800	85.00	
2.650	2.650	2.510	2.510	1025.000	
2.610	2.610	2.540	2.540	1.000	
55.07%	55.07%	45.00%	45.00%		5.00%

Gravidad Específica Seca Bulk de la Combinación de Agregados		Gravidad Específica del Cemento Asfáltico	
G_{sb}	G_{st}	G_c	P_w
2.5801	2.5801	85.00	
2.6228	2.6228	1025.000	

Gravidad Específica Seca Aparente de la Combinación de Agregados		Gravidad Específica del Cemento Asfáltico	
G_{sa}	G_{st}	G_c	P_w
2.60	2.60	85.00	
2.60	2.60	1025.000	

% de Fibra de Nylon	Peso de las Brinquetas			Densidad Real G	Gravidad Específica Máxima Teórica	Gravidad Específica Efectiva del Agregado G_e	Porcentaje de Absorción del Agregado P_a	Porcentaje de Absorción Efectiva P_{ae}	% Vacíos en el Agregado (Número 1) V_a	% Vacíos de Aire en la Mezcla Compuesta V_{TM}	Letramiento del Dbl	Estabilidad Marshall		Índice de Flujo (mm)	Índice de Flujo (mm)	Ind. Regular
	M (gr)	M ₂₀ (gr)	M ₃₀ (gr)									Estabilidad KN	Factor de Corrección			
0.5%	118.000	112.000	682.000	2.601	2.416	2.601	0.326	4.699	14.982	4.416	10.000	9.350	0.886	9.440	0.380	24.8257881
1.5%	118.000	112.000	682.000	2.601	2.416	2.601	0.326	4.699	14.982	4.416	10.000	9.350	0.886	9.440	0.380	24.8257881
2.5%	118.000	112.000	682.000	2.601	2.416	2.601	0.326	4.699	14.982	4.416	10.000	9.350	0.886	9.440	0.380	24.8257881

Man
Ing. Jorge Bermúdez Villanueva
RESPONSABLE TÉCNICO
GRUPO IMG

AV DANIEL ALCIDES CARRION 278 – URB SAN NICOLAS – TRUJILLO
CA VENECIA MZ LTE 18 – LLANAVILLA – VILLA EL SALVADOR - LIMA

Anexo III-23: Ensayos de Marshall con la fibra de nylon resumen Ensayo 3.

Fuente: Elaboración propia, 2022.