

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**INCIDENCIA DE LA MINERALOGÍA DE LOS
AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN
CALIENTE**

PRESENTADO POR:

BACH. VILLA ROQUE, PERCY

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

TRANSPORTE Y URBANISMO

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ
2022

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**INCIDENCIA DE LA MINERALOGÍA DE LOS
AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN
CALIENTE**

PRESENTADO POR:

BACH. VILLA ROQUE, PERCY

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

TRANSPORTE Y URBANISMO

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2022

Asesor

Ing. Javier Amador Navarro Veliz

Dedicatoria

A mis amados padres por haberme forjarme como la persona que soy en el presente; todos mis logros se los debo a ustedes los que incluyo este. Me forjaron con valores, reglas y con cierta libertad, pero al fin de todo, me impulsaron asiduamente para adquirir mis anhelos y mis objetivos

Bach. Villa Roque, Percy

Agradecimiento

A mis padres que fueron mis mayores promotores durante este proceso, por depositar su confianza, creer en mí y en mis capacidades, a esta vida por un nuevo triunfo a todas las personas que me respaldaron y creyeron durante la realización de esta tesis.

Bach. Villa Roque, Percy

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS MIEMBROS DEL JURADO



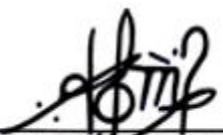
DR. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA
DECANO



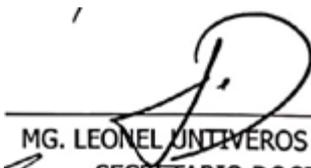
MG. JEANNETTE SOFIA HERRERA MONTES
JURADO



MG. HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL
JURADO



DR. ABEL ALBERTO MUÑOZ PAUCARMAYTA
JURADO



MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

Índice

Asesor	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
Índice.....	vii
Índice de Tablas	x
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Introducción	xvi
CAPITULO I.....	18
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	19
1.2.1. <i>Problema general</i>	19
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	20
1.3. Justificación	20
1.3.1. <i>Practica o social</i>	20
1.3.2. <i>Científica o teórica</i>	20
1.3.3. <i>Metodológica</i>	21
1.4. Delimitaciones	21
1.4.1. <i>Espacial</i>	21
1.4.2. <i>Temporal</i>	21
1.4.3. <i>Económica</i>	22
1.4.4. <i>Conceptual</i>	22
1.5. Limitaciones	22
1.6. Objetivos	23
1.6.1. <i>Objetivo General</i>	23
1.6.2. <i>Objetivos Específicos</i>	23
CAPITULO II.....	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes de la investigación	24
2.1.1. <i>Antecedentes nacionales</i>	24
2.1.2. <i>Antecedentes internacionales</i>	26
2.2. Marco Conceptual	29
2.3. Definición de términos	67
2.4. Hipótesis	69

2.4.1.	<i>Hipótesis general</i>	69
2.4.2.	<i>Hipótesis específicas</i>	69
2.5.	VARIABLES	69
2.5.1.	<i>Definición conceptual de variables</i>	69
2.5.2.	<i>Definición operacional de variables.</i>	70
2.5.3.	<i>Operacionalización de variables</i>	70
CAPITULO III.....		72
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		72
3.1.	Método de investigación	72
3.1.1.	<i>Método General</i>	72
3.1.2.	<i>Método específico</i>	72
3.2.	Tipo de investigación	72
3.3.	Nivel de investigación	73
3.4.	Diseño de investigación	73
3.5.	Población y muestra	74
3.5.1.	<i>Población</i>	74
3.5.2.	<i>Muestra</i>	74
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	75
3.6.1.	<i>Técnicas</i>	75
3.6.2.	<i>Instrumentos</i>	75
3.7.	Procesamiento de la información	76
3.8.	Técnicas y análisis de datos	78
CAPITULO IV		79
RESULTADOS		79
4.1.	Descripción de resultados	79
4.1.1.	<i>Análisis de agregado de cerro</i>	79
4.1.2.	<i>Análisis del agregado de rio</i>	82
4.1.3.	<i>Análisis comparativo de los agregados de rio VS cerro</i>	85
4.1.4.	<i>Diseño teórico de la mezcla Asfáltica por método Marshall</i>	91
4.1.5.	<i>Ensayo lavado asfáltico</i>	95
4.2.	Contrastación de hipótesis	96
4.2.1.	<i>Sobre el primer objetivo específico: “La composición química de los agregados en las mezclas asfálticas en calientes</i>	96
4.2.2.	<i>Sobre el segundo objetivo específico. Las propiedades físicas de los agregados en las mezclas asfálticas en calientes.</i>	97
4.2.3.	<i>Sobre el tercer objetivo específico. Determinar las propiedades fisicoquímicas de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente.</i>	97

4.2.4. <i>Sobre el objetivo general. Determinar de qué manera incide la mineralogía de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente.</i>	98
CAPITULO V	99
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	99
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
ANEXOS	110
Anexo 1 Matriz de consistencia	111
Anexo 2 Panel Fotográfico	112
Anexo 3 Certificado de los Ensayos	120

Índice de Tablas

Tabla 1: Clasificación general de los agregados.....	33
Tabla 2: Requisitos de los agregados pétreos para un nivel de tránsito NT2.	52
Tabla 3: Mezcla densa en Caliente (MDC-25).	59
Tabla 4: Características del Asfalto en caliente.....	64
Tabla 5: Operacionalización de variables.....	70
Tabla 6 Población de la tesis.....	74
Tabla 7: Cantidad Mínima de la muestra de agregado grueso o global.....	76
Tabla 8: Cantera “Orcotuna”: Resumen de ensayos de la arena triturada (Agregado de Cerro)	80
Tabla 9: Cantera “Orcotuna”: Ensayos de grava de cerro (Agregado de Cerro).....	81
Tabla 10: Cantera “3 de diciembre” - Resumen de ensayos de la arena natural (Agregado de Río).....	82
Tabla 11: Cantera “3 de diciembre” - Resumen de ensayos de grava de río (Agregado de Río)	84
Tabla 12: Abrasión los Ángeles (MTC E 207).....	85
Tabla 13: Partículas chatas y alargadas (MTC E 223).....	86
Tabla 14: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (MTC E 205).....	86
Tabla 15: Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (MTC E 205).....	87
Tabla 16: Cantidad de material Fino que pasa por el Tamiz N° 200 por lavado (MTC E 202)	88
Tabla 17: Equivalente de Arena (MTC E 114).....	88
Tabla 18: Durabilidad al Sulfato de Magnesio (Agregado Fino) (MTC E 209).....	89
Tabla 19: Durabilidad al Sulfato de Magnesio (Agregado Grueso) (MTC E 209).....	89
Tabla 20: Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E219).....	90

Tabla 21: Ensayo Marshall – Agregado de Cerro.....	92
Tabla 22: Ensayo Marshall – Agregado de Rio	94
Tabla 23: Comparación Ensayo Marshall – Agregado de Rio y Cerro	95
Tabla 24: Lavado Asfaltico del Agregado de Cerro VS de Rio	96
Tabla 25: Resultados de propiedades físicas y químicas	98

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación geográfica de las canteras	22
Figura 2: Roca intrusiva-granito.	34
Figura 3: Roca extrusiva-basalto.	34
Figura 4: Rocas filonianas.	35
Figura 5: Rocas sedimentarias detríticas-conglomerado.	36
Figura 6: Roca sedimentaria no detrítica-caliza.....	36
Figura 7: Roca metamórfica-gneis.....	37
Figura 8: Diagrama de flujo planta de dosificación de mezcla asfáltica en caliente.	55
Figura 9: Vacíos de la mezcla asfáltica.....	62
Figura 10: Vacíos llenos de la mezcla asfáltica.	63
Figura 11: Moldes con orificios.....	66
Figura 12: Prensa de compactación.	67
Figura 13: Cantera “Orcotuna”: Resumen de ensayos de la arena triturada.....	80
Figura 14: Cantera “Orcotuna”: Resumen de ensayos de grava de cerro	82
Figura 15: Cantera “3 de diciembre” - Resumen de ensayos de arena natural	83
Figura 16: Resumen de ensayos de grava de rio.....	84
Figura 17: Curva Granulométrica de la combinación de agregados de Cerro.....	90
Figura 18: Curva granulométrica de la combinación de agregados de Rio	91
Figura 19: Peso Unitario vs % de CA.....	92
Figura 20: Vacíos vs % de CA.....	92
Figura 21: V.M.A vs % de CA	93
Figura 22: Vacíos llenos de CA vs % de CA.....	93
Figura 23: Flujo vs % de CA	93

Figura 24: Estabilidad vs % de CA.....	93
Figura 25: Peso Unitario vs % de CA.....	94
Figura 26: V.M.A vs % de.....	94
Figura 27: Vacíos vs % de CA.....	95
Figura 28: Vacíos llenos de CA vs % de CA.....	95

Resumen

La presente investigación se ha planteado como objetivo determinar de qué manera incide la mineralogía de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente, para el desarrollo de la teoría de la investigación se consideraron teorías en lo que permitieron acrecentar conocimientos a ambas variables. La metodología estuvo basado a un método experimental-estadístico, de tipo experimental, nivel descriptivo y para el diseño dio uso a un esquema experimental, teniendo en cuenta que el análisis a realizarse es teórico. Concerniente a la población lo compone las canteras de agregado de rio “cantera 3 de diciembre” y agregado de cerro “cantera de Orcotuna”, tomando una muestra seleccionada de 15 briquetas con el mejor comportamiento de la mezcla asfáltica caliente. Las técnicas e instrumentos de adquisición de datos fueron la prueba de campo y pruebas de laboratorio. Para el análisis de datos se dieron uso al Microsoft Excel y el SPSS.V24, asimismo, para el procesamiento se emplearon el ensayo de Marshall. Por tanto, Se concluye que la incidencia de la mineralogía en las mezclas asfálticas en caliente se refleja en el comportamiento físico y mecánico del asfalto. En lo que se recomienda hacer los ensayos de abrasión los ángeles, ya que con este ensayo podemos saber sobre la resistencia de nuestro agregado y durabilidad al sulfato de magnesio, con el cual se sabrá cómo será afectado el agregado al efecto de la lluvia e intemperie, esto con el fin de tener una referencia de cómo va a influir el agregado en el diseño de mezcla asfáltica.

Palabras claves: Mineralogía, agregado pétreo, mezcla asfáltica.

Abstract

The objective of this research has been to determine how the mineralogy of aggregates affects hot asphalt mixtures, for the development of the research theories were considered in which they allowed to increase knowledge of both variables. The methodology was based on an experimental-statistical method, of an experimental type, descriptive level and for the design it used an experimental scheme, considering that the analysis to be carried out is theoretical. Concerning the population, it is made up of the river aggregate quarries “quarry 3 de diciembre” and “cantera de Orcotuna” aggregate, taking a selected sample of 15 briquettes with the best performance of the hot asphalt mix. The data collection techniques and instruments were the field test and laboratory tests. For data analysis, Microsoft Excel and SPSS.V24 were used, and the Marshall test was used for processing. Therefore, it is concluded that the incidence of mineralogy in hot asphalt mixtures is reflected in the physical and mechanical behavior of asphalt. In which it is recommended to do the abrasion tests the angels, since with this test we can know about the resistance of our aggregate and durability to magnesium sulfate, with which we will know how the aggregate will be affected to the effect of rain and bad weather., this in order to have a reference of how the aggregate will influence the asphalt mix design.

Keywords: Mineralogy, stone aggregate, asphalt mix

Introducción

Las propiedades mineralógicas de los agregados conllevan a determinar la idoneidad para un determinado uso en particular, asimismo, previene las deficiencias que pueden darse al combinarse el agregado con otras sustancias para la composición de la vía. Por ello es importante conocer con exactitud los materiales con el que se va trabajar. La problemática nace de la adhesión entre los materiales de asfalto y agregado generado el deterioro de la capacidad estructural de la mezcla y el diseño de las mezclas son efectuadas usualmente en desarrollo empírico de laboratorio, lo que significa que se requiere de experiencia en campo para determinar si el análisis de laboratorio tiene correlación con el comportamiento de pavimento.

En ese contexto, se ha planteado como objetivo determinar de qué manera incide la mineralogía de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente.

Para el desarrollo de este estudio estuvo basado a un método experimental- estadístico, de tipo experimental, nivel descriptivo y para el diseño dio uso a un esquema experimental, teniendo en cuenta que el análisis a realizarse es teórico. Concerniente a la población lo compone las canteras de agregado de río “cantera 3 de diciembre” y agregado de cerro “cantera de Orcotuna”, siendo su población total de 250 briquetas utilizadas, que serán igual a la muestra, no obstante, se seleccionaron 15 briquetas con el mejor comportamiento de la mezcla asfáltica caliente. Las técnicas e instrumentos de adquisición de datos fueron la prueba de campo y pruebas de laboratorio.

Para el análisis de datos se dieron uso al Microsoft Excel y el SPSS.V24, asimismo, para el procesamiento se emplearon el ensayo de Marshall- Agregado de Río y Cerro (cantera 3 de diciembre” y “cantera de Orcotuna” respectivamente).

Por tanto, Se concluye que la incidencia de la mineralogía en las mezclas asfálticas en caliente se refleja en el comportamiento físico y mecánico del asfalto. El comportamiento físico-químico y mecánico de los agregados tanto en resistencia y durabilidad, demostrándose así que la mezcla en caliente con agregado de río presenta una conducta superior a la mezcla con agregado de cerro. En lo que se recomienda hacer los ensayos de abrasión los ángeles, ya que con este ensayo podemos saber sobre la resistencia de nuestro agregado y durabilidad al sulfato de magnesio, con el cual se sabrá cómo será afectado el agregado al efecto de la lluvia e intemperie, esto con el fin de tener una referencia de cómo va a influir el agregado en el diseño de mezcla asfáltica.

La investigación consta de 5 capítulos, conformándose de la siguiente manera: I Capítulo, Planteamiento del Problema, en el cual se presenta el planteamiento del problema, el problema general, los problemas específicos, el objetivo general, los objetivos específicos de la investigación, la justificación de la investigación y las limitaciones de la investigación. II Capítulo, Marco Teórico, se desarrolla los antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, el marco teórico, la base teórica, las definiciones de concepto. III Capítulo, Hipótesis, donde se formula tanto generales y específicas, además, se identifica las variables definiéndolas y su operacionalización. IV Capítulo, Metodología de la Investigación, definiendo el método, tipo, nivel y diseño de investigación, a su vez, se determina la población y muestra, seguido se detalla las técnicas e instrumentos de recolección de datos y también para el procesamiento y análisis de datos, finalizando el capítulo con aspectos éticos de la investigación. V Capítulo, que consta de los Resultados, en la que se presenta la descripción de resultados y el contraste de hipótesis. Posterior se efectúa con el análisis y discusión de resultados, conclusiones, finalizando con las recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos respectivos.

El autor.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La construcción de pavimentos flexibles ha llevado a un ámbito nacional con un alto índice de crecimiento por poder conectar las ciudades y reducir el tiempo de transporte de productos, costos en intercambios de productos, logrando así que estos lleguen a su destino con óptimas condiciones, es por ello que la construcción de estas vías tiene que cumplir todos los estándares de calidad y mantener una superficie uniforme, lisa para reducir tiempos y conformidad de las vías, siendo la construcción de estos pavimentos se emplean los agregados pétreos de las zonas siendo diferentes para cada ciudad o localidad.

Según (Urrego Alguilera & Ruiz Ramirez, 2016) indica que el pavimento de la vía debe cumplir ciertos requisitos para garantizar las principales y más relevantes condiciones de uso del usuario, por ello es crucial que la elección de agregados y cemento asfáltico cumplen un papel fundamental al momento de utilizar el diseño de mezcla. Los agregados constituyen entre el 90% y 95% de la mayoría de la estructura de pavimento en su peso del volumen.

Según la clasificación de las vías según su función tenemos a la red vial primaria (Sistema Nacional) la cual están conformadas por las vías que conectan las principales ciudades de las naciones con puertos y fronteras, y a la red vial secundaria (Sistema departamental) que constituye las redes viales circunscritas esencialmente en zonas de un departamento, división política de un estado peruano, o zonas de un departamento, división política de la nación, o zonas de influencias económicas, constituye las carreteras troncales departamentales. Para aquellos proyectos de infraestructuras viales ejecutados en la región Junín, estos agregados obtenidos para la construcción de pavimentos flexibles son

principalmente de ríos y/o canteras; si son sometidos a la ayuda de ensayos convencionales y los expuestos anteriormente, ello permitirá que todo constructor conozca más a fondo, las propiedades de aquellos agregados para elegir el adecuado y con un mejor comportamiento entre el ligante y los agregados pétreos.

Si bien, los agregados son elementos esenciales en el concreto dado que ayuda a incrementar su resistencia, a su vez, hace la mezcla más compacta que esta sea utilizado, además, aporta cualidades estéticas al concreto. Tomando a los reportes de (IAGUA, 2019) resalta que por cada día se explota 18 kilos de arena y grava por cada habitante en el mundo, dado que sirve para la fabricación de concretos, asfaltos y vidrios, la demanda de estas supera la cifra de cincuenta millones de toneladas por año, que al mismo no son reconocidos de la economía, sin embargo son materiales sólidos extraídos a nivel mundial y útiles para la construcción de escuelas, hospitales, carreteras, entre otras.

Los agregados utilizados actualmente para la edificación de vías , produce un impacto significativo en el comportamiento estructural de la carretera, por lo cual se debe trabajar una adecuada caracterización e investigación comenzando en los laboratorios, para reconocer sus propiedades físicas y químicas; sin embargo, en términos de normatividad en el nuestra nación, se requieren ensayos los que evalúen los comportamientos mecánicos y, poco se indagan sobre la característica mineralógica y micro estructural.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera incide la mineralogía de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo es la composición química de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente?
- ¿De qué manera interviene las propiedades físicas de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente?
- ¿De qué manera interviene las propiedades fisicoquímicas y estructurales de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

Según Baena (2017), manifiesta que una investigación podrá generar aportes prácticos directos o indirectos en relación a la problemática real del estudio. La justificación práctica de la investigación nos va permitir y/o determinar los comportamientos físicos-mecánicos y estructurales de las mezclas asfálticas considerando la composición mineralógica de los agregados. El cual permitirá obtener un aspecto teórico/práctico acerca del tema enfocando la presente investigación para resolver un problema real (Hernández, Fernández, & Lucio, 2006).

1.3.2. Científica o teórica

La justificación teórica se da por el Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, la cual nos permitirá obtener la composición mineralogía, su reacción y composición del pavimento a través del ligante asfáltico ya que en estos manuales estipula los requerimientos básicos a considerar que tiene que cumplir el pavimento endurecido con relación a las sollicitaciones a la que es requerida.

1.3.3. Metodológica

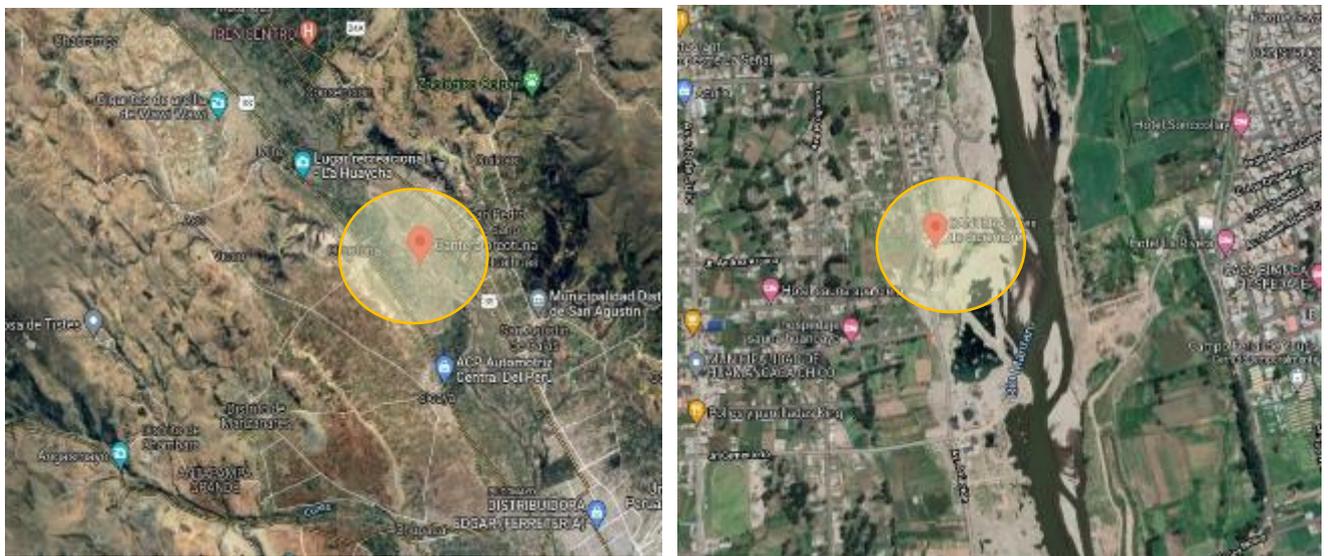
Con la presente investigación se pretende que nos ayude en cuanto a la evaluación y mejora del instrumento en la recolección de datos, y esta corresponde a la observación en qué grado de la importancia entre los agregados y su procedencia, dichas fichas nos servirán como antecedentes que pueden ser utilizados en futuras construcciones de nuestro medio local, relacionado a la durabilidad de los pavimentos flexibles.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La delimitación representa el agregado de río y de cerro dentro de la provincia de Huancayo, en la cual se tomó la cantera de 3 de diciembre (agregado de río) y cantera de Orcotuna (agregado de cerro)

Figura 1 Ubicación geográfica de las canteras



Fuente: Google earth

1.4.2. Temporal

El periodo a considerarse es en el periodo 2020 con desarrollo en el 2021

1.4.3. Económica

El presente estudio se realizó sin financiamiento externo, limitado solo a los recursos propios del investigador.

1.4.4. Conceptual

El tema de la investigación está regido por las normas y condiciones establecidas en el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para lo cual se realizará estudios a agregados de procedencia de ríos y canteras para poder determinar el grado de correlación sobre sus propiedades mineralógicas de los agregados pétreos, determinando así el comportamiento a largo plazo del pavimento flexible.

1.5. Limitaciones

Existieron algunas limitaciones debido a la naturaleza del estudio:

- La muestra es no probabilística por conveniencia donde se tomó como muestra habiéndose considerado, la cateria de 3 de Diciembre (rio) y la cantera de Orcotuna (cerro) para conocer el contenido químico;
- Se realizaron los ensayos de Marshall y ensayos de chatas y alargadas para ambas muestras.
- El estudio topográfico y geológico no fue posible realizarlo por el tiempo y el factor económico.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar de qué manera incide la mineralogía de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Identificar la composición química de los agregados en las mezclas asfálticas en calientes.

- Evaluar las propiedades físicas de los agregados en las mezclas asfálticas en calientes.

- Determinar las propiedades fisicoquímicas de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

(Aranguri Linares & Valverde Villacorta, 2018) presenta la tesis de pregrado cuyo título es “*Análisis comparativo del comportamiento estructural de mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas emulsionadas en los pavimentos*”, el cual fija como objetivo general determinar el análisis comparativo de mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas emulsionadas en los pavimentos, utilizando agregados de la cantera Bauner, ubicada en la vía panamericana norte km 570.5 el Milagro - Trujillo, empleando la metodología descriptivo y explicativo, obteniendo como resultado que, el comportamiento de estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con su óptimo contenido de asfalto 5.47% tiene un valor de 10.19 kN (10.39.09 Kg) y en el diseño de mezclas asfálticas con su óptimo contenido de asfalto 6.63% tiene un valor de 8.17 kN (833.11 Kg), donde concluyo que, mencionando sobre los ensayos de laboratorio con la metodología Marshall, el porcentaje de asfalto óptimo para un diseño de mezclas asfálticas en caliente se ha determinado es de 5.47 % con un cemento asfáltico PEN 60/70, con 30% de agregados gruesos y 70% de agregados finos.

(Ramírez Montenegro, 2015) presenta la tesis de posgrado con título “*Evaluación de compatibilidad de mezclas asfálticas, utilizando agregados de la cantera San Martín con cemento asfáltico PEN60/70 y emulsión asfáltica CSS-1HP*”, el cual tiene como objetivo *que se determine* el grado de compatibilidad entre los agregados de la cantera San Martín, en la preparación de mezcla asfáltica en caliente y cemento asfáltico tipo PEN 60/70 y preparación de mezcla asfáltica en frío con Emulsión Asfáltica CSS-1HP, Trujillo, región

la libertad, empleando la metodología desde un enfoque cuantitativo, cuyo tipo de investigación fue experimental, cuyo resultado final, que el comportamiento de la estabilidad de la mezclas asfálticas en Caliente con un óptimo contenido de asfalto 6% tiene un valor de 11817 N (1205 kg) con un aumento de 47.6% superior que los parámetros del instituto del asfalto americano, y finalmente concluyo mencionando que las mezclas asfálticas son óptimas para diseños de mezclas en caliente es de 6% con un cemento asfáltico PEN 60/70, con 55% de agregado grueso y 45% de agregado fino.

(Choque Hinojosa, 2016) presento la tesis de pregrado denominado “*Viabilidad para el uso de la escoria de acería eléctrica como agregado en mezcla asfáltica en la ciudad de Chimbote*”, donde se plantea como objetivo general determinar las viabilidades técnicas del uso de la escorias de *acería* eléctrica como agregado en mezclas asfálticas en la ciudad de Chimbote de acuerdo a procedimiento y especificación normalizada, empleando la metodología desde un enfoque cuantitativo, cuyo tipo de investigación es experimental, cuyo resultado fue: Al dosificar y al combinar la escoria y agregado tradicional se consiguiendo compensar los bajos porcentajes de finos en las misma y se incrementa el porcentaje de asfalto, y finalmente concluyo, que tanto las escorias como los materiales de canteras mantienen semejantes características, la ventaja de emplear dicha escoria es que brinda la posibilidad de reciclar residuos que ocupa un espacio importantísimo.

(Rolando Franco, 2016) presento la *tesis* de pregrado denominado “*Estudio Comparativo entre Mezclas Asfálticas con Diluido RC-250 y Emulsión*”, el su objetivo es comparar la mezcla asfáltica diluido y las mezcla asfáltica con emulsión y verificar lo descrito en párrafos anteriores, empleando la metodología descriptiva y explicativo,

logrando como resultado: Que el flujo, para un contenido óptimo de asfalto, tiene el valor de 13.23 (0.25mm), siendo el rango especificado de 8-14 (0.25mm), y finalmente concluyo mencionando que, los agregados de Sojo, Cerromochó y aquellos con problemas de adherencia, no se recomienda para uso en mezclas asfálticas, a no ser que se pueda utilizar algún aditivo mejorador de adherencia, lo que conlleva, que la cantidad de aditivos debería ser severamente controlada.

2.1.2. *Antecedentes internacionales*

(Cerquera Araujo, Rodríguez Machado, & Ruano Fonseca, 2017) presento la tesis de pregrado llamado “*Análisis Mineralógico, Químico Y Porosimétrico De Los Agregados Pétreos de una cantera perteneciente A La Formación Geológica De La Sabána En El Municipio De Soacha – Cundinamarca*”, donde se plantea objetivo de Analizar la caracterización mineralógica, químico y porosimétrico del agregado pétreo de canteras de a una formaciones geológicas en el Municipio de Soacha – Cundinamarca, usando la metodología cuantitativa con una de investigación Aplicada de nivel Explicativo con un diseño Experimental, obteniendo este resultado: La principal diferencia entre los fragmentos compuestos por cuarzo se presenta en el porcentaje de caolinita presente como material intersticial pasando del fragmento Tipo 1 que tiene muy poco material, y finalmente concluyo, la muestra al tener alto contenido de cuarzo en su composición presenta buena resistencia mecánica, durabilidad, adherencia, textura superficial y estabilidad química además de una dureza de grado 7 en la escala de Mohs.

(Lopez Garavito & Sepulveda, 2015) presento la tesis de posgrado denominado “*Caracterización física de diferentes muestras de agregados pétreos para el concreto - Zona*

Norte de Bogotá”, el cual plantea como objetivo primordial Caracterizar físicamente aquellos agregados pétreos de común comercio en la zona norte de Bogotá, empleando así la metodología Cuantitativa con una de investigación Aplicada de nivel Explicativo con diseño Experimental, obteniendo como resultado: La muestra que viene del Tolima, teniendo conocimiento que las roca ígnea debido en su proceso de formación se hacen mucho más resistentes, concluyendo que el material granular contiene una mejor calidad en comparación a la de Cáqueza, y finalmente concluye: Mencionando que La muestra Cáqueza, que su coeficiente de uniformidad determinó que siendo mayor a 3 no presenta uniformidad, sumando a esto que el coeficiente de curvatura no se encuentra en el rango de 1-3 por lo que afirma que no puede ser un suelo bien gradado.

(Calderon Carrasco & Calderón Saavedra, 2020) en su estudio “*Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas comunes en caliente mediante la incorporación de organosilanos*”, donde su propósito fue Mejorar las propiedades físico mecánico de la mezcla asfáltica común en caliente a través del uso de un aditivo a base de organosilanos, empleando la metodología Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de niveles Explicativos con un diseño Experimental, resultado obteniendo como : Los agregados pétreos de la asiento minero del Colibrí supera, satisfactoriamente las característica mínima solicitada establecida en la sección 811-2.02 de las especificaciones generales para una construcción de caminos y puentes, (MOP-001- F 2002), y finalmente concluyo que, si bien la trabajabilidad no es medible teóricamente es posible estimar físicamente en un proceso de fabricación de briquetas y trabajar con asfalto, frente a lo expuesto con anteriormente se suma representar una mejoría de las propiedades físicas.

(Suarez Piñeros & Vera Castro, 2017), presento la tesis de pregrado llamado “*Caracterización físico mecánica y mineralógica de los agregados extraídos del depósito acopios en Sopó Cundinamarca para su uso en Pavimentos*”, el cual tiene como objetivo identificar el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente fabricadas con reciclado de pavimentos asfálticos, empleando la metodología Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel Explicativo con un diseño Experimental, obteniendo un resultado: De unas muestras de mano permite observar una alta madurez textural y buena cementación el cual cabe indicar la poca porosidad de dichos materiales, y finalmente concluye que, en cuanto su durabilidad, los ensayos de solidez en sulfatos resuelto la competencia de los materiales en análisis, evidenciando aquellos cambios volumétricos en los poros permeables de los agregados, están en relación a bajo los porcentajes permitidos; esto admite correlacionar una adecuada estabilidad de los materiales ante los cambios de temperaturas o intemperie.

(Ávila Martínez, 2016) presento la tesis de pregrado denominado “*Incidencia de la granulometría y de la cantidad del cemento asfáltico en las propiedades físico – mecánicas principalmente en la durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente diseñadas según la división 400, sección 401, tablas 401-1, 401-2 y 401-16 del libro de especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes, dirección general de caminos, edición septiembre 2001*”, su objetivo fue Establecer una matriz de las propiedades de las mezcla asfáltica en caliente, acorde con las especificaciones dadas por organismos internacionales, empleando la una metodología Cuantitativa con el tipo de investigación Aplicada al nivel Explicativo, cuyo resultado final es: Que la mezcla de concreto asfáltico en caliente, analizada y lograda con agregado con graduación tipo F con un porcentaje de vacíos de 4 %, cumple con todos los requisitos que exigen las especificaciones, y

finalmente concluyendo que estas mezclas necesitan una mayor cantidad de asfalto por la cantidad de finos que tienen, lo cual ayuda a que la capa que recubre el agregado sea mucho más gruesa, incrementando la durabilidad de la misma.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Mineralogía de los agregados

Para empezar los Minerales son compuestos químico sólido y homogéneo, de orígenes naturales generalmente como resultantes de un proceso inorgánico generalmente, dotado con una composición definida químicamente pero no fija y con una estructura ordenada internamente. En suma, la mineralogía es la ciencia que estudia el origen, composición y propiedades de los minerales. (Fernandez Maroto, 2018).

Origen de los Minerales

(Rodriguez Salazar, 2018) resalta que su origen es múltiple, en donde se han identificados más 5300 tipos y con el transcurso del tiempo se van encontrando de 50 a 80 tipos cada año, esta diversidad esta conexas directamente con la cantidad de elementos químicos que son encontrados en la tierra, así como en las altas temperaturas y presión en la que fueron sumergidos los elementos en el proceso de formación de la corteza.

Dentro de los factores elementales en el origen de los minerales se encuentran dos tipos:

- *Temperatura de formación:* Es la temperatura en la que se cristaliza el mineral, yendo de temperaturas bajas cuando la formación se da en rocas sedimentarias y va ascendiendo a temperaturas cuando la formación se produce en rocas ígneas.
- *Presión en la formación:* Es un factor especialmente relevante en los minerales de origen metamórfico.

En el aspecto geológico, (Rodríguez Salazar, 2018) menciona que los minerales no son lo mismo que las rocas, dado que las rocas pueden o no tener minerales en su composición y cuando los tienen pueden ser de diversos tipos. Además, señala que estos factores también influyen en el origen de los minerales por medios de:

- Procesos ígneos: Están referidos a los minerales que proceden de magma volcánico que se encuentra en el interior de la corteza terrestre, y estos producen diversos tipos de minerales como metálicos.
- Procesos metamórficos: Son formados por cambios de temperatura y presión, dando resultados minerales como los mármoles y granate.

En cuanto a las propiedades (Suarez Piñeros & Vera Castro, 2017) menciona que propiedades mineralógicas de agregados conllevan a determinar la idoneidad de los materiales para ciertos usos en particular, asimismo, previene las deficiencias que pudieran darse al combinar los agregados con otras sustancias para la composición de una carretera.

Caracterización de la mineralogía

(Suarez Piñeros & Vera Castro, 2017) señala que permite la clasificación litológicamente la roca y los minerales más comunes que originan la roca pueden asimilarse a sus niveles de muestras por medio de una lupa, ello si la dimensión del mineral nos lo permiten. Con respecto a su identificación minuciosa de los minerales, es necesario el estudio petrográfico a través de una lámina delgada

Componentes Mineralógicos de los agregados

(Suarez Piñeros & Vera Castro, 2017) indica que para la determinación de los componentes se dan uso a propiedades físicas en la que nombraremos los siguientes:

- **Dureza:** Conocido ya grado de resistencia al cual presenta un mineral a la deformación mecánica. Lo cual esto se determinó cualitativamente por medio del uso de la escala de Mohs.
- **Brillo:** Definido como la capacidad de los minerales de reflejar la luz incidente.

2.2.1.1. Agregados

Concerniente a origen de los agregados, (Tovar Castro & Posada Martin, 2018) resalta que estos son provenientes de rocas y son obtenidas mediante procesos de fragmentación natural como el intemperismo y la abrasión, mediante este proceso físico mecánico efectuado por el hombre.

Según (Cortez García, Guzmán Henríquez, & Reyes Rodríguez, 2007), define a los agregados como aquellos materiales granulares de una resistente composición mineralógica en la cual se utiliza para el mezclado de distintos tamaños de las partículas adecuadas, de tal manera que parte de las mezclas asfálticas en estado caliente. Algunos agregados comunes consideran a los materiales tales como la arena, la grava, la escoria de alto horno, o las rocas trituradas y el polvo de roca, el pavimento se comporta debido al elevado trascendente de la dicha selección adecuada del agregado, que se ocasiona por el agregado mismo el cual proporciona a la gran parte de las características de las capacidades resistentes.

Tipos de Agregados

Según las investigaciones de los autores (Cortez García, Guzmán Henríquez, & Reyes Rodríguez, 2007), nos mencionan que existe diversos, el cual se destaca los siguientes:

- **Agregado grueso:** Son aquellos agregados por la cual se retiene en el tamiz N°4.
- **Agregado fino:** Son aquellos agregados que pasan por el tamiz de 4.75 mm y son retenidos en el tamiz N°200.
- **Polvo mineral:** Es aquella sección del agregado fino el cual pasa por el tamiz N°200.
- **Relleno mineral:** Es aquel producto que es fino y se distribuye más del 70% pasante por el tamiz N°200.
- **Agregado de graduación gruesa:** Se define como aquel agregado en la cual su graduación varía desde los tamaños gruesos hasta los finos, de tal manera que prevalecen aquellos de tamaños gruesos.
- **Agregado de graduación fina:** Es aquel agregado donde presenta unas graduaciones que varías de los tamaños gruesos a los tamaños finos, en el cual prevalecen los tamaños finos.
- **Agregado densamente graduado:** Es aquel agregado en la cual se divide en tamaños de fragmentos el cual se compacta, los vacíos que se presenten en las partículas, que se expresan como aquel porcentaje del espacio total que se ocupen, es por ello que son demasiado pequeños.
- **Agregado de graduación abierta:** Es aquel agregado el cual presenta baja o ningún tipo de mineral, en donde es grande el vacío en el agregado denso.
- **Agregado bien graduado:** Este agregado presenta una graduación que varías el tamaño grande hasta el de un mineral, de tal manera tener una mezcla bituminosa que presenta aquel contenido de espacios vacíos con una elevada estabilidad.

Clasificación de los Agregados

Según (Merizalde Andrade, 2017), el agregado clasifica con respecto al fenómeno que las formó, clasificando en tres tipos:

Tabla 1: Clasificación general de los agregados.

Clase	Tipo	Familia
Sedimentaria	Calcáreas	Caliza
		Dolomita
	silíceas	Arcilla esquistosa
		Arenisca
		Horsteno (roca densa)
		Conglomerado
Metamórficas	Foliadas	Gneis
		Esquisto
		Anfibolita
		Pizarra
	No foliadas	Cuarcita
		Mármol
		Serpentina
Ígneas	Intrusivas (grano grueso)	Granito
		Sienita
		Diorita
	Extrusivas (grano fino)	Obsidiana
		Pómez
		Tufa (roca volcánica)

Fuente: Asphalt Institute (MS – 22).

a) Rocas ígneas

Son aquellos tipos de rocas por la cual están compuestos desde el enfriamiento y consolidación de una masa líquida de características de composición silicatada el cual proviene de la parte de adentro de la tierra, normalmente conocida como magma, de acuerdo a la ubicación del enfriamiento se logra clasificar en tres diferentes sub tipos de rocas.

- **Rocas intrusivas**

Es aquel tipo de roca en la que se va realizando bajo el suelo con ciertas condiciones de presiones grandes, porque llega a ser producto de ello en la cual se obtiene ya una roca densa sin porosidad, el enfriamiento de esta roca intrusiva son las más semejantes al granito.

Figura 2: Roca intrusiva-granito.



Fuente: “Clasificación de las rocas Instituto de Geociencias (CSIC-UCM)”-Ministerio de Economía y Competitividad.

- **Rocas extrusivas**

Es aquel tipo de roca en la cual son provocados cuando el producto de erupción volcánica o de actividades geológicas es parecida a los magmas, por el cual salen afuera del suelo, es por ello que se realiza un constipado rápido en el suelo a temperaturas y presiones bajas, eso a través de la razón que se presenta en la masa con cristal de un tamaño pequeño con cierta característica esponjosa, como ejemplo tenemos al basalto.

Figura 3: Roca extrusiva-basalto.



Fuente: “Clasificación de las rocas Instituto de Geociencias (CSIC-UCM)”-
Ministerio de Economía y Competitividad.

- **Rocas filonianas**

Son aquellas rocas en la cual su solidez está a una profundidad intermedia de algunos grupos en la cual se ya se nombraron.

Figura 4: Rocas filonianas.



Fuente: “Clasificación de las rocas Instituto de Geociencias (CSIC-UCM)”-
Ministerio de Economía y Competitividad.

b) Rocas sedimentarias

Este tipo de roca es aquella en la cual se van formando en el suelo, de tal manera que resulte el producto de un transcurso de metamorfismo en pocas palabras es aquella modificación en su estado correspondiente mediante el cambio en la condición de temperatura, de presión y las presencias de algún fluido químicamente activo, estas se clasifican en dos clases tales como rocas detríticas y rocas no detríticas.

- **Rocas sedimentarias detríticas**

Es aquel tipo de roca en la cual va formando producto del desasimiento, la fragmentación o sedimentación de diferentes tipos de rocas, por ejemplo, en los limos y las arcillas son aquellos que presentan un grano adentro de 0.06 mm, las

areniscas presentan tamaños intermedios que varía de 0.06 y 2 mm, que es mayor a 2 mm que son aquella partícula grande, si son redondeados son conglomerado, por lo cual se detalla en la siguiente figura 4.

Figura 5: Rocas sedimentarias detríticas-conglomerado.



Fuente: “Clasificación de las rocas Instituto de Geociencias (CSIC-UCM)”-
Ministerio de Economía y Competitividad.

- **Rocas sedimentarias no detríticas**

Es aquella roca que es elaborada por las precipitaciones con sus respectivos componentes químicos en soluciones acuosas o bien por su almacenamiento de sustancias de orígenes orgánicos, entre los más comunes encontramos la roca caliza, que se mostrará a continuación:

Figura 6: Roca sedimentaria no detrítica-caliza.



Fuente: “Clasificación de las rocas Instituto de Geociencias (CSIC-UCM)”-
Ministerio de Economía y Competitividad.

c) Rocas metamórficas

Este tipo de roca se va formando en base a las rocas sedimentarias o metamórficas presentes, por lo consiguiente al aumentar en las presiones, y así como aumentar en las temperaturas de la tierra, o a las reacciones químicas a través del procedimiento geológico como es el enterramiento, la intrusión de magma, entre otros. Esta roca se divide en foliadas y no foliadas, como ejemplo tenemos al gneis.

Figura 7: Roca metamórfica-gneis.



Fuente: “Clasificación de las rocas Instituto de Geociencias (CSIC-UCM)”-
Ministerio de Economía y Competitividad.

Propiedades de los agregados

De acuerdo con (Bravo Anaya, 2018), las propiedades de los agregados para la utilización en mezcla asfáltica caliente se clasifican en:

- Gradación y tamaño máximo
- Limpieza
- Dureza
- Forma de la partícula
- Textura
- Capacidad de absorción
- Afinidad con el asfalto
- Peso específico

Características de los Agregados

De acuerdo a (Culma Piraban & Rojas Farfan, 2018) menciona que es necesario contar con concretos de calidad, por ello es importante conocer sus características de sus componentes ya que la resistencia y durabilidad están sujetos de las propiedades químicas y físicas, por lo que en la siguiente describiremos:

1. Propiedades Químicas: Dentro de ello se encuentra la reactividad álcali-agregado y la epitaxia

- **Reacción álcali-agregado:** Es la principal causante del desgaste del concreto, la cual es generado entre los agregados reactivos y óxidos de sodio así también como potasio que se identifican en el cemento. Además, es originado en la superficie de los agregados y es producido durante la interfase de la pasta, generando un gel dilatante la cual a su vez genera presiones internas conllevando a la rotura del material.
- **Epitaxia:** Esta es una reacción química que beneficia al agregado, que mejora la adherencia entre el agregado calizos y la pasta del cemento con el transcurrir del tiempo.

2. *Propiedades físicas:* Dentro de ellas encontramos a diversas, que se describen a continuación:

- **Granulometría:** Esta consta a la distribución de tamaños de partículas que forman una masa de agregado, y para efectuar un análisis de granulométrico de la muestra sometida al agregado mediante de una sucesión de tamices. Asimismo, menciona que existen razones por las cuales se detallan los límites granulométricos que debe tener un agregado empleado en concreto, puesto que afecta las proporciones de agregados, siendo el agua, cemento, porosidad y durabilidad. En suma, un material bien gradado origina resultados óptimos y satisfactorios en las propiedades del concreto.
- **Módulo de finura:** Se determina partiendo de los descrito en la NTC 77, definiéndose como un factor que conlleva a establecer el grado de finos o gruesos es un material. Asimismo, la NTC 174 determina los módulos de finura del agregado empleado al concreto no deben ser menor de 2,3 ni superior a 3,1.
- **Tamaño máximo:** Esta refiere a la abertura que conlleva al paso del 100% del material, este afecta esencialmente la economía del concreto dado que un agregado grueso con un tamaño máximo mayor necesita mayor cantidad de agua y cemento a diferencia de tamaños menores al aumentar el área superficial.
- **Forma:** La forma de partículas está definido en función de su redondez y esfericidad, en lo que respecta redondez las partículas pueden ser angulares o redondeadas y concerniente a esfericidad refieren en forma esféricas, prismáticas, subprismáticas. En ese contexto, está relacionado con propiedades del concreto en estado fresco y endurecido

Por otro lado, es importante recalcar que las partículas planas y alargadas originan concretos de mala calidad dado que son frágiles y se pueden partir con facilidad en el proceso de fabricación del concreto.

- **Textura:** Es una de las características que depende directamente de la roca madre, pudiendo ser lisa, pulida o áspera. Esta influye directamente en la calidad del concreto fresco y en la resistencia a la compresión. Por tanto, una mayor rugosidad representa mayor superficie de contacto con la pasta de cemento, por lo que va requerir más cemento para una adecuada trabajabilidad.
- **Porosidad:** Es parte de la propiedad de los agregados que, al ser mayor, aumenta la fuerza de adhesión, por lo que los agregados gruesos que sean bajas tendrán mayor densidad y resistencia al desgaste.
- **Absorción:** Implica la cantidad de agua que es adecuada y necesaria para lograr saturar los agregados, que se expresa en relación con la masa de los materiales en estado seco. Además, en base a las condiciones de humedad, los agregados tomados en concreto pueden originar o quitar agua a la mezcla, dado que el agua libre que queda es la que reacciona con el cemento.
- **Densidad:** Esta determinada como una relación entre la masa y el volumen de una nada determinada, ello considerando las condiciones de humedad de los agregados, existen diferentes tipos: absoluta y aparente. Para la mezcla de concreto se emplea la densidad aparente que consta a la relación entre el peso seco de las partículas y el volumen incluyendo los poros saturables y no saturables.
- **Resistencia al fuego:** Representa el concreto y depende en cierta parte de la composición de los agregados empleados para su elaboración. Aquellos concretos que contienen agregados gruesos calcáreos tienen un

comportamiento superior, bajo la exposición al fuego, a diferencia de los concretos los cuales contienen cuarzo o agregados silíceos, así como el granito y cuarcita.

- **Resistencia a ácidos y otras sustancias corrosivas:** Los concretos de cemento portland puede ser atacado por soluciones acidas que se desintegran lenta o rápidamente ello dependiendo del tipo y concentración del ácido. Por otro lado, los agregados de tipo calcáreo generalmente reaccionan con los ácidos, y ante la presencia de ácidos suaves, el ácido ataca la superficie de manera equitativa, evitando pérdidas de partículas de agregados de la superficie que resulta benéfico.

3. *Propiedades mecánicas:* Consideradas propiedades en la que detallamos en la siguiente:

- **Resistencia al desgaste:** Este es un punto de referencia para determinar la calidad del agregado, en lo que es fundamental que será sujeto a las altas cargas como pavimentos y pisos de servicio pesado. Concerniente al agregado fino, están inmersas a las arenas de río dado que presentan características más benéficas puesto que están compuestas en su mayoría de cuarzo.
- **Dureza:** Concierno a la resistencia del agregado ante el roce con otras partículas y el desgaste diario.
- **Sanidad:** Esta referida a su capacidad de soporte a cambios en el ambiente como el calentamiento, enfriamiento, humedad, secado, congelamiento y deshielo. Ello depende esencialmente de algunos aspectos que son provenientes de agregado, granulometría, forma, textura y porosidad.

2.2.2. Agregados Pétreos

Para (Capote González, 2018), los agregados pétreos son utilizados para la construcción de afirmado, sub base y base en las cuales son clasificados, por el cual logran originarse de la trituración de agregados gruesos tales como las gravas y las rocas, que son aquellas que están compuestos por una mezcla de productos, de acuerdo a lo nombrado en el artículo adecuado de cada partida, las partículas de algunos agregados son resistentes y durables sin considerar muchas partículas alargadas, planas, fraccionables y sin ninguna materia orgánica.

De acuerdo con (Alvarez Briceño & Carrera Sanchez, 2017), los agregados o materiales pétreos son utilizados también de una forma de algunos fragmentos gradados, los agregados son aplicados también en las capas de base granular de la formación de la mezcla asfáltica, este agregado varía entre el 90 y 95 % en peso y entre 75 y 85% en el volumen respectivamente, comúnmente en la estructura de los pavimentos, es por eso que de tal manera se hace que la calidad del agregado sea usado en un factor correspondiente en el comportamiento del pavimento.

2.2.2.1. Tipos de agregados pétreos

Siguiendo a (Padilla Rodriguez, 2013) el agregado pétreo se determina en base a las fuentes y técnica usadas para su mejor aprovechamiento, en la cual se clasifican en tipos:

- *Agregados Naturales:* Son los que son utilizados únicamente después de un cambio de distribución de tamaño para adaptándose a la exigencia.
- *Agregados de Trituración:* Son obtenidos de la trituración de distintas rocas de cantera o de granulometrías de rechazo de agregados naturales.
- *Agregados artificiales:* Son subproductos de proceso industrial, como escorias o materiales procedencia de demoliciones aprovechables y reciclables.

- *Agregados marginales*: Son generalmente materiales que no satisfacen alguna de las especificaciones vigentes.

2.2.2.2. Propiedades de los agregados pétreos

De acuerdo a (Tovar Castro & Posada Martin, 2018, pág. 23) menciona que:

“son materiales granulares solidos inertes que se emplean en los firmes de las carreteras con o sin adición de elementos activos y con granulometrías adecuadas; se utilizan para la fabricación de productos artificiales resistentes, mediante su mezcla con materiales aglomerantes de activación hidráulica”.

Estas propiedades tienen dos perspectivas: 1. Elementos aislados o individuales y 2. en conjunto.

- Propiedades individuales*: Son agregado aislado, en la que contienen propiedades físicas macroscópicas: redondez, dimensión, formas, densidad, propiedades de superficie, permeabilidad, dureza, porosidad, etc. Además, presentan propiedades químicas de alterabilidad, hinchamiento, solubilidad, etc.
- Propiedades de conjunto*: Son su característica como un total. La distribución de redondez o desgaste del agregado es una propiedad de mucho interés, en lo que influirá sobre la rozadura de los elementos del agregado.

Es importante recalcar que son aquellos agregados que están compuestos por el 90 a 95% en peso de mezcla de pavimentación, es por ello genera la calidad del agregado utilizando este factor crítico para su comportamiento correspondiente de los pavimentos, pero también a la calidad se realizan diferentes criterios en la cual van desarrollando una parte de la elección del agregado en cierta obra de pavimentación, algunas de las

propiedades adicional a lo que ya se desarrolló, tal como menciona el autor (Ramos Mamani, 2015) son:

- c. Propiedades geométricas:* Es fundamental que la forma y la angularidad son primordiales en partículas con respecto al conjunto de la columna mineral, en la cual se analiza la división granulométrica.
- Formación de algunas partículas de los agregados gruesos en la cual daña principalmente al esqueleto mineral, de acuerdo a sus formas las partículas logran dividirse en: angulares, lajosas, redondeadas, irregulares, alargadas y agujas.
 - Los agregados con formas agujas y lajosas , logran quebrarse con simplicidad a través de la compactación o dicha acción del tráfico.
 - Algunos agregados pétreos en lo general son los más recomendados para la realización de las mezclas asfálticas en caliente, y son aquellos con elevada proporción de fragmentos con equidimensionales aproximadamente.
- d. Propiedades mecánicas:* El esqueleto mineral presenta una resistencia mecánica que es aquel factor preeminente en dichas evoluciones del comportamiento de la capa de firme, una vez puesta en servicio. Esta respectiva evaluación de la resistencia se desarrolla a través de distintos ensayos en laboratorio, es por esto que se elaboran las muestras de granulometrías aproximadamente a las que van será aplicables en obra, oprimiéndolas a un acabamiento de cierta forma indirecta, de tal manera que esta proporciona una información de la resistencia mecánica de dicha materia, esta prueba de los Ángeles es aquel ejemplo del tipo de ensayos.
- e. Impurezas:* Es importante que los agregados a ser empleados en la construcción de algunos pavimentos se encuentren sin impurezas, dado que son aptos de simular el gran comportamiento de las capas.

f. *Adhesividad*: Algunos de los agregados pétreos con aglomerantes asfálticos en la que son aplicables en construcción de pavimento, son considerados su utilización para así asegurar un excelente comportamiento en las mezclas asfálticas

g. *Propiedades mineralógicas*: Son aquellas características mineralógicas de la roca en la cual se originan, en donde se da a saber el tipo de calidad del respectivo material, por lo consiguiente se detalla una descripción corta de los minerales esenciales que normalmente se presentan en los áridos, descrito en la Norma ASTM C-295, (Ferreira Cuellar & Torres López, 2014) menciona:

- **Minerales de arcilla**: Son aquellos en donde abarca aquellos minerales con una estructura laminosa que es mínima 0.002 mm de tamaño, en la cual los minerales del agregado fino como la arcilla en la que está compuesta fundamentalmente en magnesio, aluminio hidratado y silicato de hierro, en la que los compuestos fundamentales de algunos agregados finos son las arcillas y las lutitas. Estas son blandas y se disgregan al humedecerse; determinadas arcillas son nombradas montmorillonitas en los Estados Unidos y esmécticas en el Reino Unid, en la cual sienten expansiones enormes al mojarse. Las pizarras y las arcillas no son directamente aplicadas como aquellos agregados del concreto, pero los minerales de arcilla logran estar constantes como aquel contaminante en un agregado mineral natural.

- **Minerales de carbonato**: Es aquel mineral del carbonato conocido que es la calcita o carbonato de calcio, CaCO_3 , otro mineral más usado es la dolomita, en la cual se obtiene proporciones equimoleculares de carbonato de carbonato de magnesio y calcio en la cual corresponde al 54.27 y 45.73% en peso de CaCO_3 y MgCO_3 correspondientemente, de tal manera que los

minerales de carbonato no sean los más livianos que el cuarzo y que el feldespato.

- **Minerales feldespáticos:** Aquellos minerales del conjunto del feldespato son los más numerosos por lo cual están compuestos por rocas en la corteza terrestre y son fundamentales los componentes de las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, es por ello que es tan duro como el cuarzo, los diferentes elementos del grupo en la cual se varían o diferencian por dicha composición química y algunas propiedades cristalográficas. La ortoclasa, la sanidina y la microclina son aquellos silicatos de potasio y aluminio, en la cual a menudo se les llama como feldespatos de potasio, los feldespatos de cal-sosa o conocidas como las plagioclasas consideran a los silicatos de aluminio y de la albita, los silicatos de anortita y aluminio. Algunos feldespatos alcalinos son aquellas que contienen sodio o potasio en la que se encuentran en rocas ígneas de un elevado contenido de sílice, así como los granitos y las riolitas, a través de que las que presentan más elevado el contenido de calcio, se logren presentar en las rocas ígneas de poco contenido de sílice, al igual que la diorita, el basalto y el gabro.
- **Minerales ferromagnesianos:** Se definen como aquellas que se presentan en varias rocas ígneas y metamórficas, en la cual presentan silicatos de magnesio o hierro, los minerales que presentan contenido de estructura cristalina de piroxeno y de anfibolita que son nombradas como hornblenda, el olivino es aquellos minerales hallados en algunas rocas ígneas de contenido mínimo de sílice.

- **Minerales micáceos:** Es aquella está formada por la moscovita, la vermiculita y la clorita en la que está compuesto por minerales micáceos, además presentan silicatos de aluminio, de magnesio y hierro, sin embargo, su composición estructural laminosa que se encuentra adentro es por ello que es responsable de aquella tendencia a dividirse en hojas finas, las micas son numerosas y se encuentran dentro de los tres grupos especiales y primordiales de rocas.

- **Minerales de sulfuro y sulfato:** Son aquellos sulfuros de hierro al igual que la pirita en que la marcasita y la pirrotita determinan a menudo en algunos agregados naturales, la marcasita es aquella que se localiza primordialmente en la roca sedimentaria, en la cual se oxidan ligeramente desarrollando el ácido sulfúrico e hidróxido de hierro en la cual su constitución de ácidos es despreciable, en especial similar a la vista de la erosión potencial del acero en el material de concreto pre-forzado y reforzado. Algunas formas de pirita, la marcasita y la pirrotita se dan en responsables modificaciones expansivas de volumen en el concreto, en la cual ocasiona botaduras y grietas, el sulfato del calcio hidratado y el sulfato del calcio anhidro se definen como aquellos minerales de sulfatos más excedentes en la cual logren ser existentes al igual que las impurezas en las rocas de carbonato y las pizarras, sin embargo, están se logran encontrar en algunos revestimientos de arena y grava así como el yeso al igual que la anhidrita, en la cual existen en los agregados que añaden algunos medios de ataque de sulfatos en el concreto.

2.2.2.3. Clasificación del agregado pétreo

Según las investigaciones de los autores (Alvarez Briceño & Carrera Sanchez, 2017), mencionan que el agregado pétreo es aplicable para la elaboración de diferentes tratamientos o mezclas bituminosas la cual están obligados a obtener por naturaleza que al realizarse la capa de material asfáltico se usa al trabajar, por lo cual esta no permita separarse por el acto del tránsito y el agua, de tal manera se logrará el uso de los agregados que presenten características absorbentes, si se agrega un aditivo de alguna verificada eficacia para así lograr proporcionar una excelente adhesividad. Se nombrará árido grueso a aquella sección del árido que se retiene por el tamiz N°4; el árido fino es aquella sección en un intervalo entre el tamiz de 4.75 mm y 75 mm, el cual llena al mineral que pasado por el tamiz 75 mm, el árido grueso corresponderá a originar el fraccionamiento de las rocas o de gravas, o por una mezcla de ambas; sus partículas corresponderán a ser resistentes, limpias y durables, al no presentar exceso de partículas alargadas, blandas, planas o divisibles. Es por ello que se esta se encuentra con exceso de polvillo, terrones de arcilla, tierra, o algunas otras sustancias en la cual logren obstruir la adhesión del asfalto correspondiente. El árido fino compuesto por aquella arena de trituración o una mezcla de ella con arena natural, la parte considerable a la última dentro de la agrupación se detalla en la especificación correspondiente, los granos del árido fino resultan ser duros, limpios y un área angular y rugosa. Este material se encuentra libre para diferentes sustancias en la cual obstruya la adhesión del asfalto y lograr obtener la satisfacción de los requisitos de calidad.

Por su parte, (Tovar Castro & Posada Martin, 2018) desde una perspectiva práctica, los agregados se clasifican en 3 grupos: calizos, silíceos e ígneos y metamórficos.

- a) *Agregados Calizos*: Resaltan que son muy comunes, abundantes y económicas en el proceso de trituración, son empleados casi siempre en todas las capas de los firmes, a excepción en los agregados grueso en capas de rodadura, dado que existe facilidad

de pulimentarse en condiciones de servicio. En temas de mezcla asfálticas, son utilizados mejorando esa característica cuando son empleados adicionalmente a otro tipo de agregado más duro, a su vez mas ácido (silíceos, pórfidos, etc.)

- b) *Agregados Silíceos*: Son provenientes de trituraciones de gravas de origen natural, son materiales con amplia utilización en todas las capas de los firmes, estos son extraídos de fuentes granulares, donde partículas de superior dimensión se separan por cribado, y partiendo por trituración sucesiva, y se obtienen fracciones de inferior tamaño. Existe la probabilidad de no aportar suficiente adhesividad con aquellos ligantes asfálticos, pero, si el material obtenido contiene elevado sílice y caras de fractura, sus características mecánicas y de rozamiento interno brindan un esqueleto mineral bueno a ser utilizado.
- c) *Agregados ígneos y metamórficos*: Por sus propiedades son ideales en el uso como agregado grueso en capas de rodadura, incluidos los granitos, cuarcitas, basaltos, gabros, pórfidos, etc. Sus cualidades antipulimento permiten garantizar adecuadamente Textura superficial necesaria a lo largo del tiempo, incluso con mucho tráfico y denso.

2.2.2.4. Ensayos a los materiales pétreos

De acuerdo con los autores (Alvarez Briceño & Carrera Sanchez, 2017), comprueba el cumplimiento de algunas normas nacionales tanto como las internacionales de algunos áridos en la cual se desarrolla una lista de ensayos de laboratorio, es por ello que se clasifican en:

a) Equivalente de arena (ASTM D-2419 AASHTO T176-00)

Es aquel ensayo en la que se realiza la proporción del polvo fino y arcilla en la división del agregado en la cual pasado por el tamiz N°4, por lo consiguiente existe una relación de la arcilla con respecto a la arena que son realizadas en probeta.

b) Deterioro en la máquina de los ángeles (MTC E 207 ASTM C 131 AASHTO T96)

Es aquel tipo de método en la cual se pronuncia en el proceso por el cual se logra continuar para desarrollar ensayo de deterioro de áridos grueso igual a 37.5 mm por el cual la máquina de los ángeles, se considera que, para hallar el soporte del deterioro de los áridos naturales o partidos, utilizando la citada máquina que tienen una carga abrasiva, en la cual se analiza la resistencia del deterioro de los áridos gruesos, de tamaños máximos de 19 mm, es por ello que la máquina de los Ángeles en la cual se logree usar con la norma MTC E 207, en este ensayo se extiende utilizando como aquel indicador de la excelente calidad referente a la competencia de distintas fuente de los áridos pétreos de semejantes compuestos mineralógicas, algunos resultados no logran ser repentinamente comparaciones válidas que varía de las fuentes marcadamente distintas en origen, estructura y su respectiva composición. Las especificaciones de los límites logran ser escalados con excesiva cautela en la cual se va figurando los diferentes tipos de áridos aptos y en su comportamiento histórico de los usos específicos finales.

c) Durabilidad al sulfato de magnesio y sodio (MTC E 209 ASTM C88 AASTHO T 104)

Es aquella norma en la que detalla aquel proceso que se debe continuar para hallar la resistencia a la fragmentación de los áridos por aquella acción de las resoluciones que están saturadas de sulfato de magnesio o de sodio en la cual va

seguido del secado en horno para la desecada parcial o completamente la sal apresurada de poros permeables por lo que la fuerza de desarrollo interno que deriva de la rehidratación de la sal seguidamente de la reinmersión que aparenta el desarrollo del agua por congelamiento. Es aquel método en la cual proceso para lograr un aproximado previo de lo benigno de los áridos a ser utilizados en concretos y otras finalidades en la cual los valores tenidos logran ser contrastados con particularizaciones que se diseñan para hacer saber lo factible de utilizar el árido correspondiente, es por ello que la exactitud de este método es baja en la que los áridos no ejecuten las particularizaciones pertenecientes, no se logra dar sin aceptar que aquellos resultados de los ensayos son vinculados con la utilización en el que se va dar el dicho material.

d) Índice de aplanamiento y de alargamiento (MTC E221 ASTM D 4791- 99 AASHTO M 147-65)

Es aquella norma en la donde detalla el proceso en la donde se logren seguir algunas especificaciones de los índices de nivelación y de alejamiento de los áridos en la que se logren utilizar en la construcción de vías, la norma que se usa en los áridos de origen artificial o natural, considerando los áridos livianos y no es utilizable a los tamaños de partículas no más de 6.3 mm o no menores de 2 ½”.

e) Porcentaje de caras fracturadas en los agregados (MTC E-210 ASTM D 5821)

Es aquella norma en la que se detalla el proceso para hallar el porcentaje, el conteo de una muestra o en masa del agregado grueso que compone las partículas fracturas en la cual llevan a cabo las especificaciones con caras fracturadas. El área

angular o quebrada del fragmento del agregado, en la cual forma por la trituration por medios de naturaleza o artificiales.

Tabla 2: Requisitos de los agregados pétreos para un nivel de tránsito NT2.

Mezcla densa en caliente		
Ensayo	Agregado grueso	Agregado fino
Desgaste Los Ángeles E-218E-219	25% máx. (rodaduras) 35% máx. (intermedia y base)	N.A
Desgaste Micro-deval	25% máx. (rodadura) 35% máx. (intermedia y base)	N.A
Sulfato de sodio-Magnesio E-220	12% máx-18% máx.	12% máx-18% máx.
Partículas fracturadas E-227	75/60 (rodadura) 75% (intermedia) 60% (base)	N. A
Angularidad método A (Agregado fino) E-239	N. A	45% min (rodadura) 40% min. (intermedio) 35% min. (base)
Coefficiente de pulimiento acelerado	0.45 min. (rodadura)	N. A
Partículas planas y alargadas (relación 5:1)	10% máx	N. A
Equivalente de arena	N. A	50% min.
Contenido de impurezas (Agregado grueso)	0.5 % máx.	N. A

Fuente: Instituto Nacional de Vías, INVIAS. Especificaciones generales de construcción de carreteras, Artículo 400. 2013.

2.2.2.5. Mezclas Asfálticas

Siguiendo a (Padilla Rodriguez, 2013) la mezcla asfáltica también es denominados aglomerados, son compuestos por una mezcla de agregados pétreos y su ligante hidrocarbonato, los cuales queden cubiertos por una película continua este. Son utilizados en la construcción de vía, aeropuertos, pavimentos industriales, entre otros. Están

constituídas aproximadamente por un 90% de agregados pétreos grueso y fino, un 5% de polvo mineral (filler) y otro 5% de ligante asfáltico.

Es importante recalcar que los datos previos mencionados son cruciales para el perfecto funcionamiento del pavimento y la ausencia de alguno de ellos afecta el conjunto.

2.2.2.5.1. Clasificación de las Mezclas Asfálticas

Por su parte, (Padilla Rodriguez, 2013) resalta que existe parámetros de clasificación y estas pueden ser diversas:

i. Por fracciones de agregado pétreo empleado

- Masilla asfáltica: Polvo mineral más ligante
- Mortero asfáltico: Agregado fino más masilla
- Concreto asfáltico: Agregado grueso más mortero
- Macadam asfáltico: Agregado grueso más ligante asfáltico

ii. Por la temperatura de puesta en obra

- *Mezclas asfálticas en caliente*: Son fabricados con asfaltos a temperatura elevadas en rango de 150°, en base a la viscosidad del ligante. La puesta en obra se realiza a temperaturas muy superiores al ambiente, caso contrario, estos no pueden extenderse y menos compactarse.
- *Mezclas asfálticas en frío*: El ligante puede ser una emulsión asfáltica (puesto que se sigue usando en lugares los asfaltos fluidificados) y la puesta en obra se realiza a temperatura ambiente.

iii. Por la proporción de vacíos en la mezcla asfáltica

Esto pueden ser necesario para que no se produzca deformación plástica debido a la transferencia de carga y los cambios térmicos.

iv. Por el tamaño máximo del agregado pétreo

- Mezclas gruesas: El límite en tamaño de agregado excede los 10 mm
- Mezclas finas: Denominadas micro aglomerado o mortero asfáltico, puesto que se trata de mezclas formadas básicamente por un árido fino, sumado el polvo mineral y un ligante asfáltico

v. Por la estructura del agregado pétreo

- Mezclas con esqueleto mineral: Cuentan con esqueleto mineral resistente, su componente de resistencia debida a un rozamiento interno de los agregados es notable. Ejemplo: las mezclas abiertas, concretos asfálticos.
- Mezclas sin esqueleto mineral: La resistencia es debida exclusivamente a la cohesión de la masilla.

vi. Por la granulometría

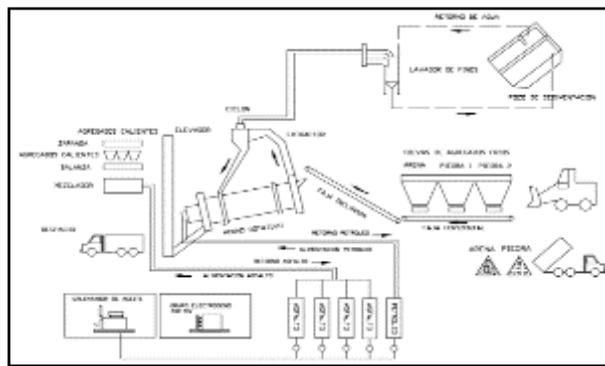
- Mezclas continuas: Cantidad distribuida de diferentes tamaños de agregados pétreos en el huso granulométrico
- Mezclas discontinuas: Cantidad limitada de tamaños de agregado pétreo en el huso granulométrico.

2.2.2.5.2. Tipología de las Mezclas Asfálticas

a. Mezcla Asfáltica en Caliente

Las mezclas asfálticas en calientes son las mezclas de áridos, sumados polvos minerales, más un ligante y si es requerido el caso, un aditivo, todos mezclados en máquina de esta ocupación con la pretensión que los áridos queden cubiertos por el ligante incorporado, para la elaboración se incrementa la temperatura a la mezcla con los equipos adecuados y se colocamos con una temperatura superior a la de él. (Quintero Jerez, Ortiz Santiago, & Sanchez, 2015).

Figura 8: Diagrama de flujo planta de dosificación de mezcla asfáltica en caliente.



Fuente: (Rodríguez Chinchilla, 2008)

En cuanto al árido existentes en la mezcla asfáltica en calientes se distribuyen en agregados minerales finos y gruesos los cuales según (ASTM International, 2001) deben de tener requisitos que deben carecer de la altitud del lugar en la cual sea el análisis, (ASTM International, 2001) .De igual modo en el manual nos muestra que para el diseño de mezclas asfálticas en calientes conseguimos utilizar tres husos granulométricos para la gradación del agregado, los cuales son MAC-1, MAC-2, y MAC-3 el cual indica (ASTM International, 2001).

a) Agregados

Son esos componentes pétreos utilizados en la realización de cualquier procedimiento o mezclas asfálticas, obligatoriamente tiene que tener una naturaleza que suministrado con material asfáltico estas no se deben desencadenar; estos agregados pueden ser finos y gruesos. (Flores Gonzales & Rojas Pardo, 2019, pág. 13).

b) Cemento asfáltico

Material aglomerante semisólido o sólido de tono negro o marrón oscuro, que se suaviza gradualmente cuando se calienta y compuestos principalmente por hidrocarburos pesados, consiguiéndose la depuración del petróleo. (Flores Gonzales & Rojas Pardo, 2019, pág. 14).

c) Tensioactivos

“Son sustancias químicamente aditivadas que disminuyen la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases, este material no cambia la viscosidad del aglomerante, estos trabajan en una interface microscópica entre los agregados y el cemento asfáltico”. (Flores Gonzales & Rojas Pardo, 2019, pág. 14).

d) Mezclas asfálticas en Caliente (MAC)

“En su idioma ingles: Hot Mix Asphalt (HMA), Es la combinación de los agregados, cementos asfáltico y también se podría incluir el filler que es un polvo mineral cuya función es de un relleno de vacíos en la mezcla asfáltica. Esta mezcla asfáltica tiene una temperatura que oscila entre 140°C a 160°C (o más)”. (Flores Gonzales & Rojas Pardo, 2019, pág. 14)

e) Mezclas asfálticas Tibias (MAT)

“En su idioma ingles: Warm Mix Asphalt (WMA), Es la combinación de los agregados, cementos asfáltico, filler y adición de un aditivo que puede ser de naturaleza orgánica, química o espumada. Esta mezcla asfáltica tiene una temperatura inferior a las MAC, estas pueden bajar hasta 28°C (o más)”. (Flores Gonzales & Rojas Pardo, 2019, pág. 14)

f) Temperatura de compactación

“Es la temperatura a la cual una mezcla asfáltica debe ser compactada en obra. Es utilizada para el diseño de mezclas asfálticas y el rango o valor de este debe ser respetada para que se pueda cumplir los requisitos de mezclas asfálticas establecidos por la EG-2013. (Flores Gonzales & Rojas Pardo, 2019, pág. 14)

g) Temperatura de producción

Es la temperatura a la cual una mezcla asfáltica es producida en una planta de asfalto. Esta temperatura está estrechamente relacionada a la temperatura de compactación pues la temperatura de producción debe ser mayor a la temperatura de compactación”. (Flores Gonzales & Rojas Pardo, 2019, pág. 14)

h) Adherencia de la mezcla

“La adherencia son producto de los agentes tensoactivos, estos se incorporan al ligante y así mejoran la adherencia orientando las moléculas más polares del ligante hacia el árido para neutralizar las cargas electrostáticas de la superficie mineral, reaccionando sobre agregados minerales, de manera que modifican su superficie y las vuelve más mojables por los ligantes que por el agua”. (Flores Gonzales & Rojas Pardo, 2019, pág. 15)

i) Mezclas densas en caliente

Composición de agregados de cantidades iguales de asfalto, donde al agregado se le aumenta la temperatura (a 140°C y unos 180 °C) para su secado, así se elimina el agua de sus poros. Son mezclas con alta calidad usadas en la construcción de carreteras, aeropuertos, pavimentos industriales, entre otros. Asimismo, de esto pueden formar subcapas dentro de la capa asfáltica (rodadura, base intermedia y/o base asfáltica), se caracterizan por presentar un bajo contenido de vacíos con aire en volumen (entre 3% a 9% por lo general), las mezclas totalmente distintas a las MAF, muestran agregados pétreos naturales con granulometría bien gradada y con tamaños de partículas sólidas distintas (gravas, arenas, finos, llenante mineral). Son mezclas de máxima calidad, las cuales pueden ser utilizadas para conformar cualquier subcapa de la capa asfáltica (rodadura, base intermedia y/o base asfáltica). El agregado pétreo natural utilizado para la elaboración de mezclas de concreto asfáltico debe satisfacer los requisitos de granulometría y calidad del agregado grueso. (The Asphalt Institute, 1997).

j) Mezcla densa en caliente (MDC-25)

Mezcla densa en caliente de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 25 mm, que usados comúnmente para construir capas de rodadura en carreteras con tráfico alto y medio. Como se contempla las especificaciones de granulometría de la mezcla MDC-25. (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2018).

Tabla 3: Mezcla densa en Caliente (MDC-25).

Tipo de mezcla		Tamiz (mm / u.s. standard)						
		37.50	25.00	19.00	12.50	9.50	4.75	2.00
		1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°04	N°10
		% pasa						
Densa	MDC-25		100	80-95	67-85	60-77	43-59	29-45
	MDC-19			100	80-95	70-88	49-65	29-45
	MDC-10					100	65-87	43-61
Semidensa	MSC-25		100	80-95	65-80	55-70	40-55	24-38
	MSC-19			100	80-95	65-80	40-55	24-38
GRUESA	MGC-38	100	75-95	65-85	47-67	40-60	28-46	17-32
	MGC-25		100	75-95	55-75	40-60	28-46	17-32
Alto modulo	MAM-25		100	80-95	65-80	55-70	40-55	24-38
Tolerancia en producción sobre la fórmula de trabajo (x)		4%						3%

Fuente: The Asphalt Institute, 1997.

k) Propiedades físico-mecánicas principales de una mezcla

Las principales propiedades físico-mecánicas de la mezcla son:

- ✓ Resistencia bajo carga monofónica a tracción (estabilidad).
- ✓ Resistencia a las deformaciones permanentes.
- ✓ Resistencia a fatiga.
- ✓ Resistencia al deslizamiento. Impermeabilidad.
- ✓ Resistencia al envejecimiento. Durabilidad.
- ✓ Resistencia a las condiciones ambientales.

l) Mezclas modificadas

Según (Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC, 2013), estos asfaltos modificados son producto de la disolución o incorporación de cualquier aditivo modificador (polímero o no polímero), y son elementos estables en el

tiempo y a variaciones de temperatura sumadas al material asfáltico modificando sus cualidades como: la susceptibilidad a las temperaturas, , cohesión, respuesta elástica, intervalo de plasticidad, resistencia al fluidos como agua y al desgaste. El modificador incrementa la resistencia de la mezcla asfáltica a las alteraciones y esfuerzos de tensión repetidos como la fatiga; reducen el agrietamiento y la susceptibilidad de la capa asfáltica a las alteraciones de la temperatura. Estos modificadores son incrementados al asfalto mucho antes de mezclarlos con los materiales pétreos. Muchos de estas mezclas modificadas que se han aplicado en superficie colombiana, siendo estas modificadas con Polímeros. Dichas mezclas asfálticas modificadas con polímeros utilizado como capa de rodadura en pavimentos de tránsito alto, teniendo la función primordial incrementar el tiempo de vida al pavimento, superior resistencia al tránsito y bienestar de los usuarios de la carretera. (The Asphalt Institute, 1973).

m)Cemento Asfáltico

Según la ASTM determina al cemento asfáltico o asfalto como un cementante de tono negro a marrón oscuro en el cual sus elementos sobresalientes son los asfáltenos que son obtenidos como residuos en las refinerías de petróleo crudo o naturales. El término Bitumen es otra denominación asignada para determinar al asfalto. Es usual encontrar en bibliografías los términos de asfaltos y bitúmenes, en plural, confirmando la gran variedad de tipos y aplicaciones. (Anguas, Flores, López, & Alamilla, 2005)

Además, El cemento asfáltico son asignados por las letras CA o AC (Asphalt Cement en un país anglosajón) clasificados generalmente de acuerdo a su consistencia de evaluación a raíz de dos ensayos: penetración y viscosidad. Esta

forma de clasificarlos es, utilizado principalmente en países extranjeros, se realiza a través del proceso de funcionamiento (PG por siglas en inglés). Los CA se clasifican en función a su penetración. Físicamente, aquellos resultados del ensayo pueden ser entendidos como la resistencia experimental del cemento asfáltico cuando se penetra la aguja normalizada de 100 g de masa rígidamente a tiempo de cinco segundos temperatura estándar de (25 °C). Descifrando, de manera directa mide la consistencia del CA y de manera indirecta mide su rigidez, interpretándose que, bajo condiciones similares de ensayo, el CA más rígido es aquel el cual la aguja ha penetrado menos, las especificaciones técnicas generales de construcción y materiales, determinan los elementos mínimos que tiene que obtener el cemento asfáltico, de relación con los ensayos de penetración y viscosidad. (Anguas, Flores, López, & Alamilla, 2005)

n) Comportamiento Físico-Mecánico del Asfalto

El proceder del cemento asfáltico está fundamentado en su naturaleza visco elástica; por lo cual, dicha conducta del mismo está en relación de las condiciones de temperatura como de la carga. Asimismo, tal conducta depende también del deterioro del asfalto.

o) Densidad de la Mezcla Asfáltica

“La densidad de la mezcla compactada está definida como su peso unitario (el peso de un volumen específico de la mezcla). La densidad es una característica muy importante debido a que es esencial tener una alta densidad en el pavimento terminado para obtener un rendimiento duradero”. (Anguas, Flores, López, & Alamilla, 2005).

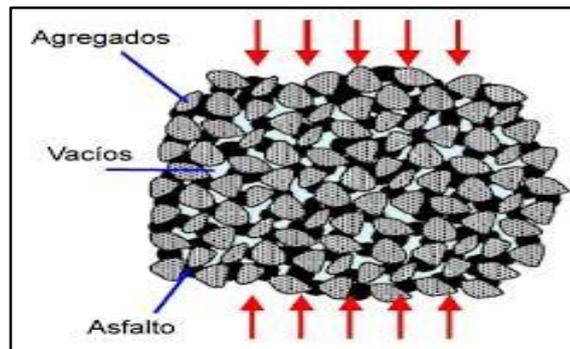
p) Vacíos de aire de la mezcla Asfáltica

Son bolsas de aire, o espacios pequeños de aire, que están presentes entre los agregados revestidos en la mezcla final compactada. Es indispensable que todas las mezclas densamente graduadas contengan cierta cantidad de vacíos para permitir compactaciones adicionales bajo el tráfico, y otorgar espacios adonde pueda fluir el asfalto durante su compactación adicional. El porcentaje permitido de vacíos (en muestras de laboratorio) para capas de base y capas superficiales está entre 3 y 5 por ciento, dependiendo del diseño específico. (Anguas, Flores, López, & Alamilla, 2005).

q) Vacíos en el Agregado Mineral de la Mezcla Asfáltica

“Los vacíos en el agregado mineral (VMA) son los espacios de aire que existen entre las partículas de agregado en una mezcla compactada de pavimentación, incluyendo los espacios que están llenos de asfalto”. (Anguas, Flores, López, & Alamilla, 2005).

Figura 9: Vacíos de la mezcla asfáltica.



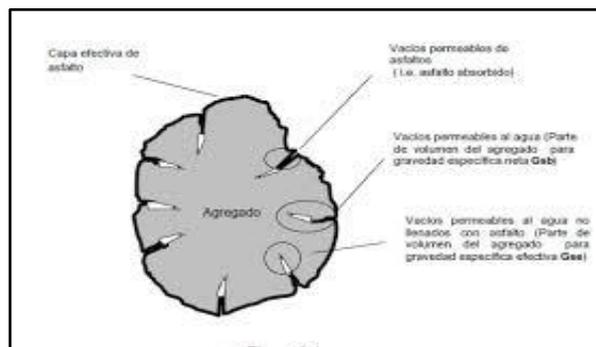
Fuente: The Asphalt Institute, 1997

r) Vacíos Llenos de Asfalto

Los vacíos llenos de asfalto VFA, son porcentajes de vacíos intergranulares entre las partículas de los agregados (VMA) que se encuentran llenos de asfalto. El VFA se encuentra de la diferencia de los vacíos de aire del VMA y dividido

entre VMA, se expresa con porcentaje. (Instituto Mexicano del Transporte, 2004). El efecto principal del criterio de VFA es que limita los niveles máximos de VMA y subsecuentemente, los niveles máximos de contenido de asfalto. El VFA también limita el contenido de aire permitido para unas mezclas próximo al criterio mínimo de VMA. (Instituto de Transporte, 2004).

Figura 10: Vacíos llenos de la mezcla asfáltica.



Fuente: Instituto Mexicano del Transporte, 2004

s) Contenido de Asfalto

“El contenido óptimo de asfalto de una mezcla depende, en gran parte, de las características del agregado tales como la granulometría y la capacidad de absorción. Entre más finos contenga la graduación de la mezcla, mayor será el área superficial total, y, mayor será la cantidad de asfalto”. (Instituto de Transporte, 2004).

Por su parte, (Padilla Rodriguez, 2013) resalta que origina el tipo más universal de mezcla asfáltica, definido como mezcla asfáltica en caliente el acoplamiento de un ligante hidrocarburo, agregado incorporando el polvo mineral y usualmente aditivo. Su desarrollo de fabricación implica calentar bien el ligante y los agregados (a excepción del polvo mineral) y su colocación en obra debe realizarse a una temperatura mayor a la del ambiente.

Características del Asfalto en caliente

Tabla 4: Características del Asfalto en caliente

Característica	Unidad	Norma de ensayo	40-50		60-70		80-100	
			min	max	min	max	min	max
Asfalto Original			min	max	min	max	min	max
Penetración	0.1 mm	-	40	50	60	70	80	100
Indice de Penetración	-	-	-1.00	+1.00	-1.00	+1.00	-1.00	+1.00
Viscosidad a 60°C	Pa-s	ASTM D-4402	200	400	150	100	100	200
Viscosidad a 135°C	Pa-s	ASTM D-4402	0.27	0.65	0.22	0.15	0.15	0.40
Punto de ablandamiento	°C	-	49	59	45	42	42	52
Ductibilidad (25°C, 5 cm/min)	cm	-	100	-	100	100	100	-
Solubilidad en tricloroetileno	%	-	99	-	99	99	99	-
Punto de ignición mediante copa abierta de Cleveland	°C	-	232	-	232	232	232	-
Pruebas al residuo (Ensayo del Horno de lámina asfáltica delgada en movimiento)								
Pérdida por Calentamiento	%	-	-	1.00	-	-	-	1.00
Penetración del residuo como % de la penetración original	0.1 mm	-	58	-	54	50	50	-
Incremento del punto de ablandamiento	°C	-	-	9	-	-	-	9
Viscosidad a 60°C del residuo / viscosidad a 60°C del asfalto original	-	-	-	5	-	-	-	5
Contenido de ceras			Maximo 3%					

Fuente: The Asphalt Institute, 1997

Propiedades de Mezclas Asfálticas en Caliente

a) Estabilidad

Propiedad que describe la capacidad de la mezcla asfáltica en caliente para aguantar la deformación y el desplazamiento causado por el tráfico de vehículos. Se dice que la superficie de una carretera es estable cuando conserva su forma y viceversa cuando exhibe una deformación permanente.

Esto aumenta a un punto óptimo para el contenido de betún, ya que un aumento en el contenido de betún crea una capa gruesa sobre las partículas de betún, lo que

da como resultado una pérdida de cohesión entre las partículas.(Anguas, Flores, López, & Alamilla, 2005).

b) Durabilidad

“Esta propiedad sirve para describir la capacidad de las mezclas asfálticas en caliente para soportar efectos como el agua (lluvias), temperatura y tránsito que envejecan el pavimento. Una gran mezcla no debería sufrir envejecimiento en su vida útil”.

c) Flujo

“Esta propiedad señala la deformación que tiene el pavimento cuando es sometido a esfuerzos, ya sea por compresión o tensión, ayuda para ver la carga necesaria para que el pavimento pase de deformación plástica a una deformación permanente”.

d) Ensayo de Marshall

Este ensayo está diseñado para diseñar mezclas asfálticas y calcular diferentes parámetros de desarrollo a partir de la preparación y compactación de muestras de mezclas asfálticas. Esta prueba se utiliza para varias pruebas físicas como la estabilidad y el flujo.

Para el diseño del ensayo se utilizarán briquetas que están compuestas de agregado mineral y material bituminoso, dicha investigación se trata el asfalto el cual estará dosificado en diferentes cantidades. Ensayo de Inmersión – Compresión

Este ensayo se tendrá como finalidad encontrar la pérdida de estabilidad que sucede por la actuación del agua en las mezclas bituminosas compactadas que fueron hechas con material bituminoso, de similar manera este ensayo intenta determinar un índice numérico de la pérdida producto de comparación a la resistencia a

compresión simple de probetas curadas al aire con la resistencia a compresión simple de probetas duplicadas que se han saturado.

Con el ensayo se puede valorar el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente al ser expuesta al comportamiento del agua y cómo influye a cada uno de los elementos de la mezcla, luego también ayuda a determinar un contenido inmejorable del asfalto residual en la mezcla de áridos de composición y granulometría determinados, ensayando series de probetas con diferentes contenidos de asfalto. Para la ejecución del ensayo se necesitan:

- Molde y Pistón: 4" de diámetro interno y 4" de altura
- Soporte: Sirve para soportar el molde a 10,6 mm por encima de la base de sustentación del pistón inferior.

Figura 11: Moldes con orificios.



Fuente: (anónima)

- Prensa con capacidad de 20T para ejecutar la compactación de las probetas. La prensa deberá tener dos placas de apoyo de acero, la inferior fija y la superior con asiento esférico, coincidiendo el centro de la superficie esférica con el centro de la placa.

Figura 12: Prensa de compactación.



Fuente: (Anónima)

- Extractor de probetas para facilitar la extracción de la probeta del molde.
- Balanza con capacidad de 2kg y sensibilidad 0,1 gr
- Baño de Agua con control de $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- Placas o bandejas metálicas
- Mezclador mecánico
- Material Diverso

2.3. Definición de términos

- **Mineralogía de agregados:** señala que permite clasificación litológicamente de las rocas y de los minerales comunes que originan la rocas pueden asimilarse a nivel de muestra por medio de una lupa, ello si las dimensiones de los minerales lo permite. Con respecto a su identificación minuciosa de los minerales, es necesario el estudio petrográfico a través de una lámina delgada. (Suarez Piñeros & Vera Castro, 2017)
- **Composiciones químicas:** Es una enciclopedia de química orgánica, muy compleja en la que está compuesta por cadenas de moléculas compuestas esencialmente por

carbono, hidrogeno, azufre, oxigeno, nitrógeno. En suma, la composición, depende de la procedencia del petróleo crudo del cual se origina. Solpetroleo (2021).

- **Propiedades físicas:** Son aquellas particularidades de la materia que al ser visualizadas o medidas no originan nuevas especificaciones, en esta están consideradas la densidad, dureza, abrasividad, etc. Vise (2021).
- **Propiedades fisicoquímicas:** Son las que se manifiestan cuando el material tiene reacciones ante la presencia de diversas sustancias o materiales, por consiguiente, producen transformaciones en su composición, logrando generar un material diferente. Vise (2021).
- **Mezclas asfálticas en caliente:** Son las mezclas de áridos, abarca polvo mineral, y el ligante y si es requerido al caso, un aditivo, todos mezclados en la máquina de esta ocupación con la intención que los áridos queden revestidos por el ligante incorporado, para su elaboración se calienta la mezcla con los equipos idóneos y se coloca a una temperatura superior a la de él. (Quintero Jerez, Ortiz Santiago, & Sanchez, 2015).
- **Estabilidad:** Propiedad que describe la idoneidad de las mezclas asfálticas en caliente para tolerar la desplazamiento y deformación provocada por el tránsito de vehículos. A un pavimento se le considera como estable cuando conserva su forma y viceversa cuando evidencia deformación permanente. (Anguas, Flores, López, & Alamilla, 2005).
- **Flujo:** “Esta propiedad señala la deformación que tiene el pavimento cuando es sometido a esfuerzos, ya sea por compresión o tensión, ayuda para ver la carga

necesaria para que el pavimento pase de deformación plástica a una deformación permanente”.

- **Vulva presión:** El ensayo busca como objetivo diseñar una mezcla asfáltica y calcular diferentes parámetros de desarrollo la cual comienza desde la preparación y compactación de muestras de mezclas bituminosas. Este ensayo se utiliza para diferentes ensayos físicos como estabilidad y flujo.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La mineralogía de los agregados determinará la resistencia y durabilidad en las mezclas asfálticas calientes.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Las composiciones químicas de los agregados aumentarán la durabilidad en las mezclas asfálticas en caliente.
- Las propiedades físicas de los agregados mejoran la resistencia en las mezclas asfálticas en caliente.
- Las propiedades fisicoquímicas y estructurales de los agregados mejoran el comportamiento de transmisión de cargas en las mezclas asfálticas en caliente.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de variables

- **Variable independiente (X)**

Mineralogía de los agregados pétreos.

(Montejo Fonseca, 2018) menciona que la mineralogía es la rama de la geología que estudia las propiedades físicas y químicas de los minerales que se encuentran en el planeta en sus diferentes estados de agregación.

- **Variable dependiente (Y)**

Mezclas asfálticas en caliente

Según (Montejo Fonseca, 2018) Mezclas asfálticas en caliente es el producto resultante de la mezcla en caliente y en una planta adecuada, de uno o más agregados pétreos y cemento asfáltico tradicional o modificado, el cual se esparce y compacta en caliente. Las mezclas en caliente pueden ser utilizadas como capas nivelantes, bases o rodado.

2.5.2. *Definición operacional de variables.*

Es el desarrollo causa-efecto que consiste en dividir las variables del problema a investigar comenzando desde lo más general hasta lo más específico mediante las dimensiones, indicadores.

2.5.3. *Operacionalización de variables*

Tabla 5: Operacionalización de variables

Variab les	Dimensiones	Indicador	Unidad	Instrumento	Fuente
Variable Independiente 1: Mineralogía de los Agregados Pétreos	Propiedades Químicas	Composición Química.	%	ASTM C 97 - 02	Todos los resultados se realizarán a nivel de data de tipo de material/procedencia.
	Propiedades Físicas	Granulometría	%	ASTM C 136	
	Propiedades Estructurales	Ensayo de abrasión máquina de los ángeles	%	ASTM C 535	

Variables	Dimensiones	Indicador	Unidad	Instrumento	Fuente
Variable Dependiente 2: Mezclas asfálticas Calientes.	Estabilidad	Ensayo Marshall	kg	AASHTO T-245, ASTM D-1559 T225, MTC E 504	Todos los Ensayos a realizar serán a nivel de Campo
	Flujo	<u>Ensayo Marshall</u>	mm		
	Vulva de Presión	<u>Ensayo Cántabro</u>	%		

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

3.1.1. Método General

Tomando como referencia a (Del Canto & Silva Silva, 2013), la investigación usó el método experimental, se buscó la observación del fenómeno, que en su primera instancia es sensorial. Mediante el pensamiento abstracto se elaboraron las hipótesis de la investigación; el diseño del experimento tuvo el fin de desarrollar el objeto de estudio, el mismo que se controla el fenómeno para la validez de la contrastación de hipótesis.

3.1.2. Método específico

Tomando a (Carrasco Díaz, 2006), el método considerado fue estadístico, mediante este método se buscó procesar la información referente a las características de las variables, para una mejor comprensión y optimización en la toma de decisiones. Por su parte, Cimat (2021) son procedimientos para desarrollar datos cuantitativos y cualitativos por medio de técnicas de recuento, presentación, descripción y análisis.

3.2. Tipo de investigación

La tesis establecida presenta un tipo de investigación experimental, de tal manera que se logre asociar con las variables para predecir su comportamiento que se ha pretendido realizar las causas de los fenómenos (Fernandez Collado & Baptista Lucio, 2014, pág. 128). En ese sentido, se está manipulando la variable independiente para determinar su incidencia sobre la variable dependiente

3.3. Nivel de investigación

El nivel de esta investigación es descriptivo. En base a (Hernández Sampieri, 2018, pág. 105) menciona que:

Estos estudios tienen como finalidad especificar propiedades y características de conceptos, fenómenos, variables o hechos en un contexto determinado. Además, definen y miden variables y las caracterizan, así como al fenómeno o planteamiento referido, posteriormente cuantifican y muestra con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, problema, suceso, comunicas, contexto o situación.

En cuanto a, (G. Arias, 2012, pág. 24) consiste en:

La caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación utilizó un esquema experimental, (G. Arias, 2012, pág. 34) *“es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento, para observar los efectos o reacciones que se producen”*. Por tanto, considerando que el análisis a realizar es teórico, pero que se manipulan las variables de estudio para demostrar la incidencia, el estudio muestra el siguiente esquema.

$$OE \rightarrow SA \rightarrow XP \rightarrow CE \rightarrow RE$$

Donde:

- OE = Objeto de Estudio (mezclas asfálticas en caliente)

- SA = Agregados Pétreos
- XP = Mezclas asfálticas
- CE = Estabilidad
- RE = Resultados y conclusiones

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

De acuerdo a (Valderrama Aparicio, 2013, pág. 182), la población es el “conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados”. En función a lo referido por el autor, la población estuvo constituido por los dos agregados:

Tabla 6 Población de la tesis

Nº	Agregado	Denominación	Población
1	Agregado de Rio	Cantera “3 de diciembre”	250 briquetas utilizadas en las obras por la Municipalidad Provincial de Huancayo
2	Agregado de Cerro	Cantera “Orcotuna”	

3.5.2. Muestra

De acuerdo a (Valderrama Aparicio, 2013), refiere que si los sujetos del estudio tuvieran las mismas características, el tamaño de la muestra podría ser uno; caso contrario, debe establecerse el tamaño mayor a uno. La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, es decir, de las 250 briquetas, se seleccionaron 15 briquetas con el mejor comportamiento de la mezcla asfáltica caliente.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

(Vásquez Vélez, 2011) menciona que las técnicas son aquellas que se especifican como un conjunto de: medios, mecanismos, recursos, procedimientos, formas que se utilizan y sirven para recoger, conservar, organizar toda la investigación y la información que es desarrollada. En suma, las técnicas usadas para la investigación fueron:

- La observación: Para poder evaluar las características generales de la mezcla asfáltica.
- Prueba de campo: Los ensayos necesarios referente a las briquetas de la mezcla asfáltica caliente.
- Pruebas de laboratorio: Los ensayos sobre la mezcla asfáltica.
- Descripción de procesos y de los resultados obtenidos en la tesis.

3.6.2. Instrumentos

Según (Hernández Sampieri, 2018) un instrumento es aquel componente de medición adecuado que se encarga de registrar datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente. En ese sentido, los instrumentos de recolección y el registro de los datos fueron:

- Se usaron el microsoft excel 2019 para el procesamiento de los datos y el SPSS.V24 para el análisis de los datos.

3.7. Procesamiento de la información

Según (Giraldo Huertas, 2016), manifiesta que: El proceso de la información tiene como finalidad generar datos agrupados y ordenados que ayuden al investigador el análisis de la información según los objetivos, hipótesis y preguntas de la investigación construidas.

Análisis granulométrico del agregados fino y grueso (NTP400.012, 2001).

- Se seca la muestra a temperatura constante.
- Se pone el material en los tamices, en la tabla 7 se observa la cantidad de muestra según su tamaño máximo nominal del agregado.

Tabla 7: Cantidad Mínima de la muestra de agregado grueso o global.

Tamaño máximo nominal aberturas cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la muestra de ensayo mínimo kg (lb)
9.5(3/8")	1(2)
12.5(1/2")	2(4)
19.0(3/4")	5(11)
25(1")	10(22)
37.5(1 1/2")	15(33)

Fuente: NTP 400.012, 2001

- Se agitan los tamices por un periodo suficiente.
- Se determinó que la masa de cada incremento de medida sobre una balanza. La masa total de material luego del tamizado debe ser verificada con la masa de la muestra colocada en cada tamiz.

Ensayo Marshall – Material de Rio y Cerro

Para este ensayo, se tomó la cantera de 3 de diciembre (material de rio) y cantera de Orcotuna (material de cerro). Una vez identificado la muestra se continua con el proceso que se menciona a continuación:

- Procedemos a cuartear la muestra 4 veces, con la finalidad de homogenizarla.
- Luego continuamos con lavar las respectivas muestras (material fino y grueso) hasta conseguir que el agua quede totalmente cristalina y lo más limpia posible.
- Luego se prosigue secando una pequeña muestra de este agregado saturado y luego lo pesamos (agregado grueso).
- A continuación, se instala la balanza, graduada anticipadamente, posteriormente en la parte inferior se instala la canastilla.
- Previamente, procedemos pesando la canastilla, en segundo lugar, la ponemos en la parte inferior de la balanza una vez graduada colocamos en su interior el agregado grueso seco y pesamos.
- Seguidamente continuamos a secar la muestra de agregado grueso colocándola en una bandeja y secándola hasta que cambie de color o pierda brillo, en este estado se considera que el material está saturado superficialmente seca y se pesa.
- Luego dicha muestra secada en el horno, acelerando el tiempo durante 24horas, y luego prosiguiendo a pesar la muestra.
- En caso del agregado fino, se extrae una mínima muestra la cual debe dejar secar al ambiente.

- En seguida, tomamos esta muestra y, en un pequeño cono empezando a compactar en tres capas propinándole 25 golpes en total, luego procedemos a quitar el cono, y si forma un pequeño morrito está bien, de lo contrario tiene que volverse a realizar el mismo proceso. En el estado cuando el agregado fino toma la forma del cono, consideramos que el agregado se encuentra en estado saturado superficialmente seco, y se pesa.
- Luego una porción se coloca en la fiola y se agrega un poco de agua para sacar el aire que pueda contener.
- Luego de este procedimiento secamos esta muestra en la cocina eléctrica hasta que quede seca superficialmente.

Luego de la obtención de la información, se evaluó y se procesó para analizar de qué manera incide la mineralogía de los agregados pétreos en las mezclas asfálticas calientes, Huancayo, 2020.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Al respecto, el desarrollo de esta investigación se ha basado a los lineamientos, reglas, normativas que establece la Universidad, asimismo, la ética profesional de la facultad, mediante el cual ha permitido efectuarse de manera transparente.

Los datos, referencias plasmadas en esta investigación fueron tomadas de libros, revistas, fuentes electrónicas, el cual fueron sustento para concluir este estudio. En ese sentido, todo lo antes mencionado son considerados desde la presentación del proyecto hasta el sustento de la tesis.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Análisis de agregado de cerro

- Ensayos de la arena triturada <3/8

Las arenas, son descritas como una porción mayor para el tamiz N° 04, son suelos granulados y agregados finos, los que tienden a ser mezclas de partículas gruesas deseadas La tabla 8 muestra el resumen del ensayo de la arena triturada del agregado de cerro extraído de la “Cantera de Orcotuna” donde puede mostrarse que se desarrollaron 4 ensayos para realizar el análisis granulométrico. Asimismo, el porcentaje que pasa tamiz cuando la arena triturada es menor a 3/8” se evidencia que cuenta con una abertura de tamices de 9.5 mm, asimismo, la varianza es de 0.00; lo que evidencia el tamaño máximo nominal del agregado, posterior a ello la varianza tiende a incrementarse.

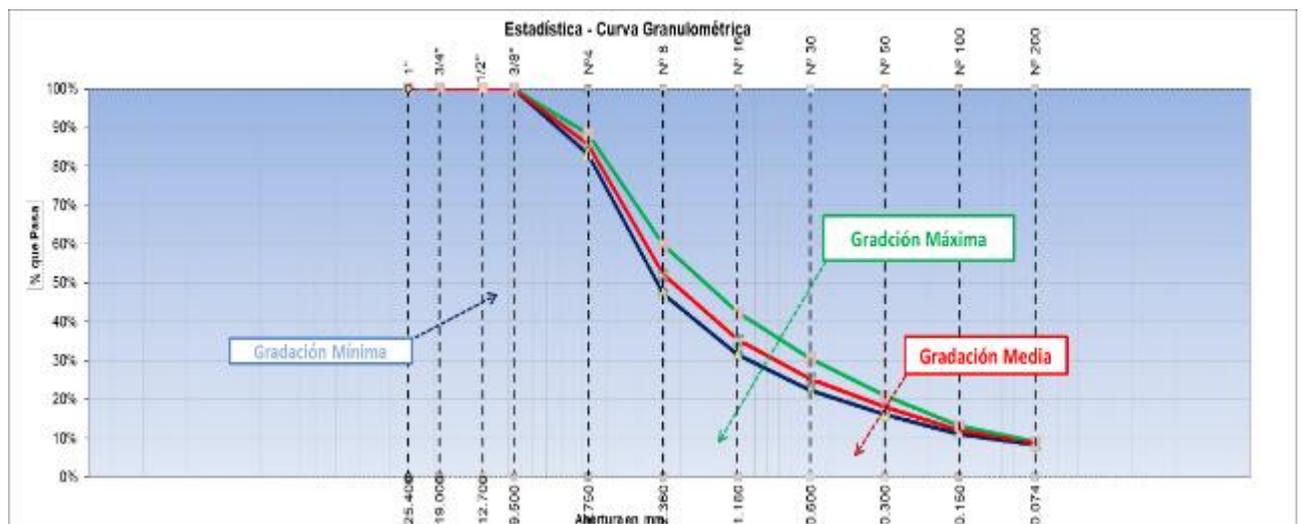
Tabla 8: Cantera “Orcotuna”: Resumen de ensayos de la arena triturada (Agregado de Cerro)

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA TRITURADA < 3/8"											
Estadísticas	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	Nº 200
Abertura de tamices (mm)	25.4	19.0	12.7	9.50	4.76	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.074
Nº de ensayos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Máximo	100	100	100	100	88.5	59.8	42.4	30.5	21.0	13.2	9.0
Mínimo	10	100	100	100	83.2	47.2	31.4	22.3	16.1	11.1	8.2
Xp Promedio	100	100	100	100	85.7	52.1	35.4	25.3	18.0	11.9	8.6
Desviación Estándar	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.8	5.1	3.8	2.2	1.0	0.4
Varianza	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	33.8	26.2	14.4	5.0	1.1	0.2
Coefficiente Variación	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	11.2	14.5	15.0	12.4	8.8	4.9

Fuente: Elaboración propia

La figura 13 muestra que el tamaño máximo nominal del agregado es de 3-8”, donde a partir de ello, muestra una tendencia decreciente, donde la varianza tiende a incrementarse.

Figura 13: Cantera “Orcotuna”: Resumen de ensayos de la arena triturada



Fuente: Propia

- **Ensayos de la Grava de Cerro**

Se describe como grava aquellos suelos donde el grano grueso que muestran un porcentaje mayor de la fracción gruesa (que no pasan por el tamiz N° 200) que pueden ser retenidas en el tamiz. Los suelos de grano grueso se dividen en gravas y arenas. La tabla 9 muestra el ensayo de grava de cerro, elaborado para el agregado de cerro “Cantera de Orcotuna”. Mediante los cuatro ensayos desarrollados, se puede evidenciar que de acuerdo al análisis granulométrico de 3/4" se muestra que la abertura de tamices es de 19 mm, asimismo la varianza tiende a 0.

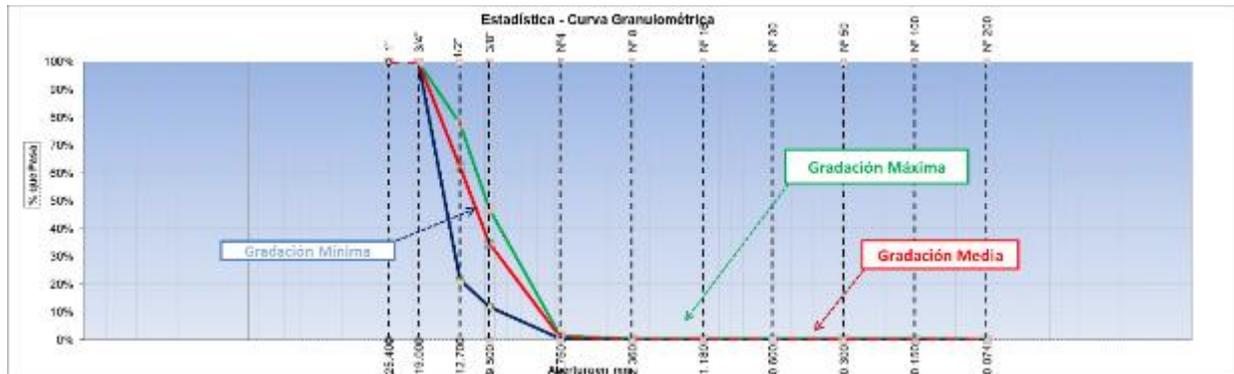
Tabla 9: Cantera “Orcotuna”: Ensayos de grava de cerro (Agregado de Cerro)

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA DE CERRO < 3/4"											
Estadísticas	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200
Abertura de tamices (mm)	25.4	19.0	12.7	9.50	4.76	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.074
N° de ensayos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Máximo	100	100	100	100	88.5	59.8	42.4	30.5	21.0	13.2	9.0
Mínimo	10	100	100	100	83.2	47.2	31.4	22.3	16.1	11.1	8.2
Xp Promedio	100	100	100	100	85.7	52.1	35.4	25.3	18.0	11.9	8.6
Desviación Estándar	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.8	5.1	3.8	2.2	1.0	0.4
Varianza	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	33.8	26.2	14.4	5.0	1.1	0.2
Coefficiente Variación	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	11.2	14.5	15.0	12.4	8.8	4.9

FUENTE: Elaboración propia

La tabla 9 y 10 muestran el mismo comportamiento sobre el ensayo de arena triturada VS la grava de cerro.

Figura 14: Cantera “Orcotuna”: Resumen de ensayos de grava de cerro



Fuente: Elaboración propia

La figura 14 evidencia que el tamaño máximo nominal del agregado es de 3/8” y que a partir del 3/8” muestran la curva descendiente sobre la granulación máxima y media.

4.1.2. Análisis del agregado de río

- Ensayos de la arena natural

Referente al ensayo de arena natural, extraída de la “Cantera 3 de diciembre” mediante 4 ensayos desarrollados, y a un tamiz de 3/8” muestra que la abertura de tamices es de 9.5 mm con una varianza de 0, a partir de N° 4 muestra una disminución de los tamices en 4.76 y la varianza tiende a incrementarse a 5.3.

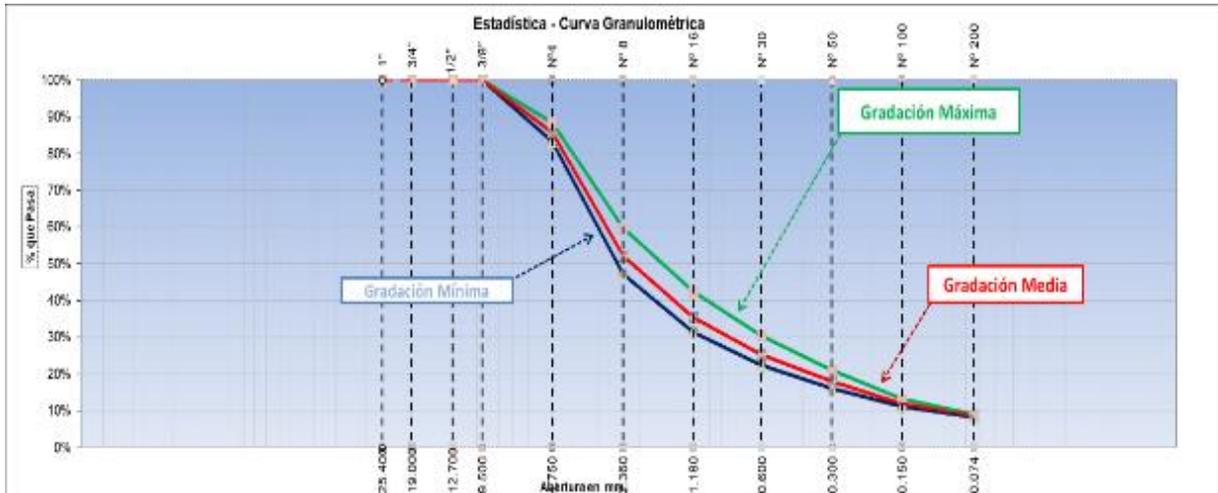
Tabla 10: Cantera “3 de diciembre” - Resumen de ensayos de la arena natural (Agregado de Río)

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA NATURAL < 3/8"											
Estadísticas	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200
Abertura de tamices (mm)	25.4	19.0	12.7	9.50	4.76	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.074
N° de ensayos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Máximo	100	100	100	100	88.5	59.8	42.4	30.5	21.0	13.2	9.0
Mínimo	10	100	100	100	83.2	47.2	31.4	22.3	16.1	11.1	8.2
Xp Promedio	100	100	100	100	85.7	52.1	35.4	25.3	18.0	11.9	8.6
Desviación Estándar	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.8	5.1	3.8	2.2	1.0	0.4
Varianza	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	33.8	26.2	14.4	5.0	1.1	0.2
Coefficiente Variación	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	11.2	14.5	15.0	12.4	8.8	4.9

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de la tabla anterior y la figura 15, puede concluirse que, el tamaño máximo nominal de este agregado es de 3/8” a partir de ese valor, muestra una disminución de la gradación máxima y media.

Figura 15: Cantera “3 de diciembre” - Resumen de ensayos de arena natural



Fuente: Elaboración Propia

- **Resumen de ensayos de la Grava de Rio**

La tabla 11 muestra en ensayo de grava de rio, el mismo que demuestra que el tamaño máximo nominal del agregado es de 3/8” con una abertura de tamiz de 9.50. a partir de ello, muestra un descenso en la abertura, asimismo, la varianza es de 0 con 3/8” mientras que, a partir de ello, se muestra un crecimiento de este valor.

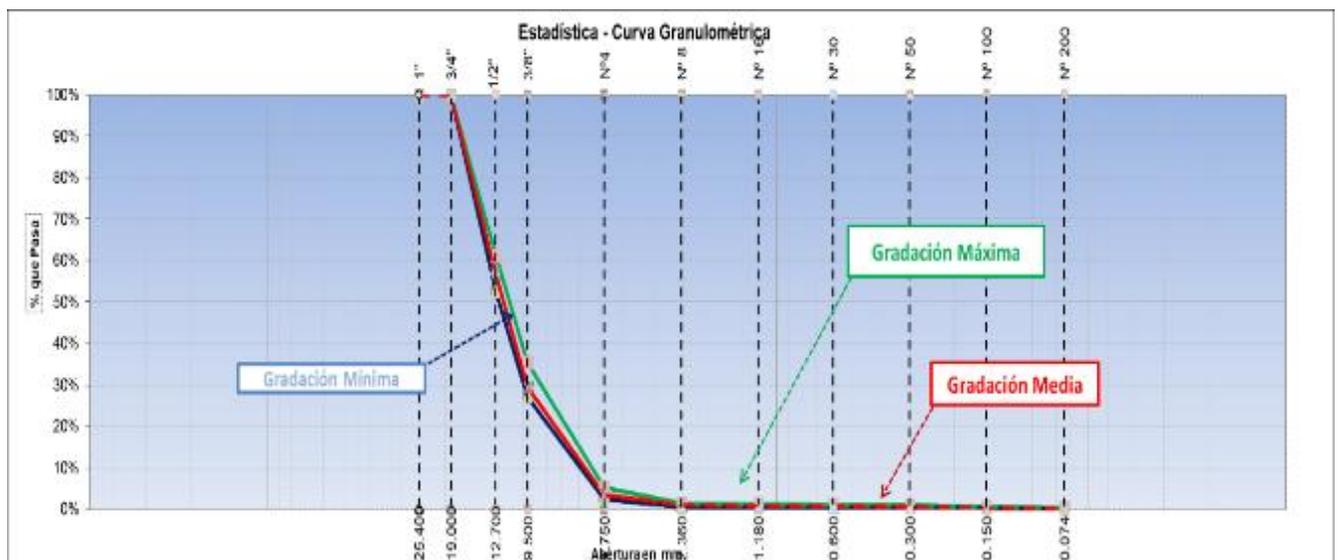
Tabla 11: Cantera “3 de diciembre” - Resumen de ensayos de grava de rio (Agregado de Rio)

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA DE RIO < 3/4"											
Estadísticas	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	Nº 200
Abertura de tamices (mm)	25.4	19.0	12.7	9.50	4.76	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.074
Nº de ensayos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Máximo	100	100	100	100	88.5	59.8	42.4	30.5	21.0	13.2	9.0
Mínimo	10	100	100	100	83.2	47.2	31.4	22.3	16.1	11.1	8.2
Xp Promedio	100	100	100	100	85.7	52.1	35.4	25.3	18.0	11.9	8.6
Desviación Estándar	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.8	5.1	3.8	2.2	1.0	0.4
Varianza	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	33.8	26.2	14.4	5.0	1.1	0.2
Coefficiente Variación	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	11.2	14.5	15.0	12.4	8.8	4.9

Fuente: Elaboración Propia

La figura 16, se observa que el tamaño máximo nominal del agregado es de 3/8" y a partir de ello, muestran una tendencia decreciente, es decir la gradación máxima y media muestran una tendencia decreciente.

Figura 16: Resumen de ensayos de grava de rio



Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Análisis comparativo de los agregados de río VS cerro

A continuación, se presenta un análisis comparativo respecto a la incidencia de la mineralogía de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente, dichos resultados fueron obtenidos mediante los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto e hidráulica GEO TEST V S.A.C.

En la siguiente tabla se muestra la comparativa de las propiedades del agregado de Río (Cantera 3 de diciembre) y del agregado de Cerro (Cantera Orcotuna).

En este acápite se tomó en cuenta la abrasión los ángeles (A.L.) tomado de MTC e 207, principalmente orientado al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (o 1 ½”). En la tabla N° 10, se observa que, en el ensayo de Abrasión los Ángeles, del cual obtenemos los resultados de desgaste para Agregados de Río y Agregados de Cerro, los cuales fueron 16.4% y 17.3% respectivamente, lo cual nos da a conocer que el Agregado de Cerro tiene un mayor porcentaje por 0.9% de desgaste ante el Agregado de Río.

Tabla 12: Abrasión los Ángeles (MTC E 207)

	AGREGADO DE RIO	AGREGADO DE CERRO
Porcentaje de desgaste	16.4%	17.3%

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, se evaluó, mediante las partículas chatas y alargadas en agregados, toman do como referencia el MTC E 223. Este método tiene por objeto determinar los porcentajes de partículas chatas o alargadas en los agregados gruesos. Dicha evaluación se justifica porque, las partículas chatas o alargadas tienden a interferir en la

consolidación y dificulta la colocación de los materiales, en suma, este método es un medio que permite verificar si cumple con las especificaciones que limitan dichas partículas para formar las partículas gruesas. En la tabla 13, se observa el porcentaje de partículas chatas y alargadas, en el cual obtenemos estos resultados para agregado de río y agregado de cerro, los cuales son de 1.8% y 1% respectivamente, concluyendo que el agregado de río cuenta con un mayor porcentaje de partículas chatas y alargadas.

Tabla 13: Partículas chatas y alargadas (MTC E 223)

ENSAYO	AGREGADO DE RIO	AGREGADO DE CERRO
Porcentaje partículas chatas y alargadas	1.8%	1.0%

Fuente: Elaboración Propia

La gravedad específica y absorción de agregado finos (tomado del MTC E 205), buscan determinar el peso en seco del agregado, el mismo que busca medir el volumen que es ocupado por el material en las mezclas sumando el cemento portland, concreto bituminoso. En la tabla 14, se observa el ensayo de peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino para el agregado de río y el agregado de cerro, en el cual obtuvimos los resultados de 0.32% en absorción para ambos agregados.

Tabla 14: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (MTC E 205)

ITEM	AGREGADO DE RIO	AGREGADO DE CERRO
Peso Específico de Masa	2.62 g/cm ³	2.58 g/cm ³
Peso Específico SSS	2.63 g/cm ³	2.59 g/cm ³
Peso Específico Aparente	2.65 g/cm ³	2.60 g/cm ³
Absorción	0.32%	0.32%

Fuente: Elaboración Propia

Se usó el peso específico y absorción del agregado grueso, tomado en cuenta el MTC E 205, lo que se pretenden es analizar el peso específico aparente y la absorción (pasado las 24horas) del agregado grueso. En la tabla N° 13, se observa el ensayo de peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso para el agregado de rio y el agregado de cerro, en el cual obtuvimos los resultados de 1.38% para el agregado de rio y de 1.56% para el agregado de cerro, lo que nos da a conocer del agregado de cerro tiene mayor porcentaje de absorción en un 0.18%.

Tabla 15: Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (MTC E 205)

ITEM	AGREGADO DE RIO	AGREGADO DE CERRO
Peso Específico de Masa	2.60 g/cm ³	2.56 g/cm ³
Peso Específico SSS	2.64 g/cm ³	2.60 g/cm ³
Peso Específico Aparente	2.70 g/cm ³	2.67 g/cm ³
Absorción	1.38%	1.56%

Fuente: Propia

La cantidad de material fino que pasara el tamiz N° 200 (75 µm) por lavado, determinado por el MTC E202, se usó para determinar el lavado con agua del agregado. Este ensayo sirve para el cálculo del MTC E204. En suma, se pretender evaluar la aceptabilidad del material fino en los relacionado al material pasante basado en el tamiz N° 200. En la tabla N° 16, se da resultado de la cantidad de material Fino que pasa por el Tamiz N° 200 por lavado los cuales son 4.6% para Agregado de Rio y de 4.7% para el Agregado de Cerro.

Tabla 16: Cantidad de material Fino que pasa por el Tamiz N° 200 por lavado (MTC E 202)

DESCRIPCIÓN	AGREGADO DE RIO	AGREGADO DE CERRO
TMN	3/8"	3/8"
Porcentaje del material fino que pasa el Tamiz N° 200	4.6%	4.7%

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se usó la metodología de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelo y agregado fino de acuerdo al MTC E114, sirve como prueba de correlación rápida en campo. El propósito es indicar bajo condición estándar las proporciones que son relativas del suelo arcilloso o finos plásticos y polvo al suelo granulares pasan el tamiz N° 04 (4.75 mm). En la tabla 17, se obtiene los resultados del equivalente de arena para ambos agregados el cual nos muestra que el agregado de Cerro tiene un mayor porcentaje en 12% de arena siendo 58% y para Agregado de Rio de 46%.

Tabla 17: Equivalente de Arena (MTC E 114)

DESCRIPCIÓN	AGREGADO DE RIO	AGREGADO DE CERRO
Equivalente de arena	46%	58%

Fuente: Elaboración Propia

La durabilidad del sulfato de magnesio para el agregado fino de acuerdo al MTC E 209 se obtiene la resistencia de los agregados a la desintegración mediante las soluciones saturadas del sulfato de magnesio. En la tabla 18, de la cual obtenemos la pérdida de material por la acción de soluciones saturadas de sulfato de magnesio, nos da como resultado que el agregado de rio tiene un porcentaje de pérdida de 2.63%, y el agregado

de cerro tiene un porcentaje de pérdida de 4.7%. Se puede deducir que el agregado de río tiene mayor resistencia ante este tipo de soluciones saturadas.

Tabla 18: Durabilidad al Sulfato de Magnesio (Agregado Fino) (MTC E 209)

DESCRIPCIÓN	AGREGADO DE RIO	AGREGADO DE CERRO
Porcentaje de pérdida	2.63%	4.7%

Fuente: Elaboración Propia

La durabilidad del sulfato de magnesio para el agregado grueso de acuerdo al MTC E 209, se obtiene que, la pérdida de material por la acción de soluciones saturadas de sulfato de magnesio, nos da como resultado que el Agregado de Río tiene un porcentaje de pérdida de 2.96%, y el Agregado de Cerro tiene un porcentaje de pérdida de 3.58%. Podemos deducir que el Agregado de río tiene mayor resistencia ante este tipo de soluciones saturadas (ver tabla 19).

Tabla 19: Durabilidad al Sulfato de Magnesio (Agregado Grueso) (MTC E 209)

DESCRIPCIÓN	AGREGADO DE RIO	AGREGADO DE CERRO
Porcentaje de pérdida	2.96%	3.58%

Fuente: Elaboración Propia

Las sales solubles para agregados en pavimentos flexibles, busca determinar el procedimiento analítico de cristalización a fin de determinar el contenido de cloruros y sulfatos, que son solubles en el agua de los agregados pétreos basado en la estabilización y mezclas asfálticas. En la tabla 20, se evidencia que la cantidad de sulfatos y cloruros solubles para el control de calidad en obra, del cual se obtiene que para el agregado de río es un 0.020% y para el agregado de cerro es de un 0.200%.

Tabla 20: Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E219)

DESCRIPCIÓN	AGREGADO DE RIO	AGREGADO DE CERRO
Porcentaje de sales solubles	0.020%	0.200%

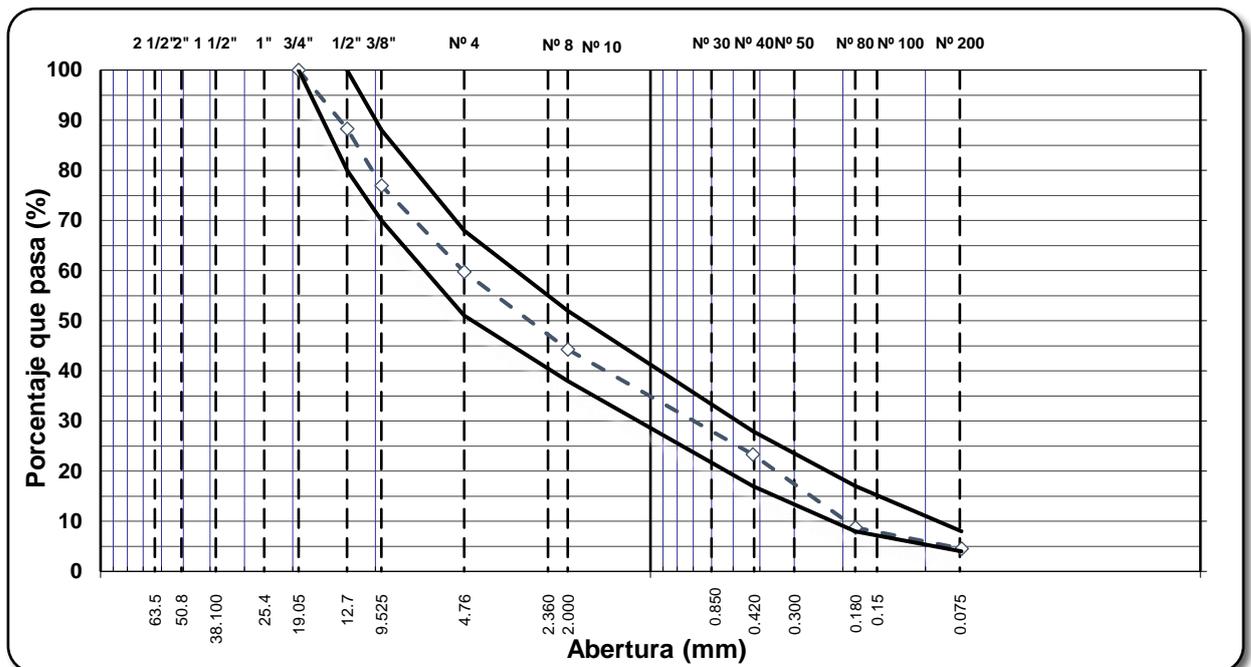
Fuente: Elaboración Propia

- **Curva granulométrica**

Las curvas granulométricas es la representación gráfica de la proporción de combinación, de manera que cumplan con los límites de la especificación técnica, el procedimiento de la combinación de agregados es desarrollado a través de un trabajo de tanteo.

La figura 17 muestra la curva granulométrica de combinación de agregado de Cerro, se muestra la curva granulométrica de los agregados los cuales cumplen con los limites especificados en la NTP 400.037.

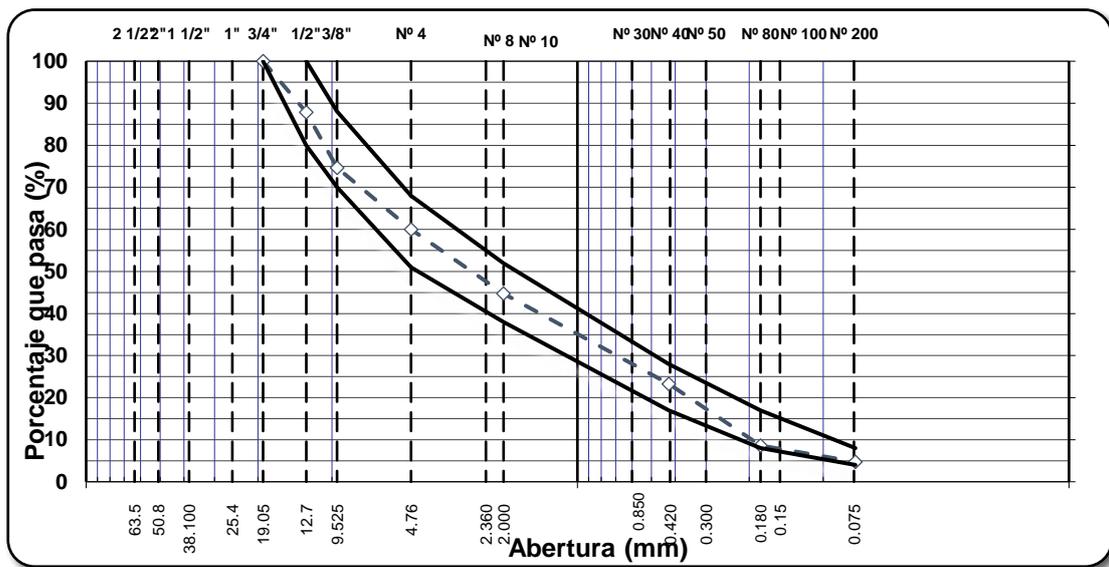
Figura 17: Curva Granulométrica de la combinación de agregados de Cerro



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 17 se muestra la curva granulométrica de la combinación de agregados de Rio. En la figura 18, se muestra la curva granulométrica de los agregados los cuales cumplen con los limites especificados en la ASTM C-33.

Figura 18: Curva granulométrica de la combinación de agregados de Rio



Fuente: Elaboración Propia

4.1.4. Diseño teórico de la mezcla Asfáltica por método Marshall

1. Resultado de propiedades Mecánicas y Volumétricas

Los resultados del tratamiento evaluado, así como propiedades mecánicas y volumétricas son controles que han permitido obtener el contenido óptimo de asfalto y en seguida realizar un lavado asfáltico que permita observar la influencia de los agregados de Cerro.

Tabla 21: Ensayo Marshall – Agregado de Cerro

ENSAYO MARSHAL – AGREGADO CERRO						
MAC	5	5.5	6	6.5	7	6.4
PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS						
P. unitario (gr/cm³)	2.253	2.275	2.294	2.295	2.284	2.299
Vacíos (%)	6.7	5.2	3.7	3.2	2.7	3.1
V.M.A (%)	16.8	16.4	16.2	16.9	17.4	16.4
Vacíos llenos de C.A (%)	59.9	68.6	77.2	80.8	84.3	80.9
PROPIEDADES MECÁNICAS						
Flujo (mm)	2.4	3.0	3.3	3.8	4.3	3.8
Estabilidad (kg)	933	1035	1086	1112	1031	1109
Estabilidad – Flujo (kg/cm)	3837	3490	3258	2902	2399	2945

Fuente: Elaboración Propia

Figura 19: Peso Unitario vs % de CA

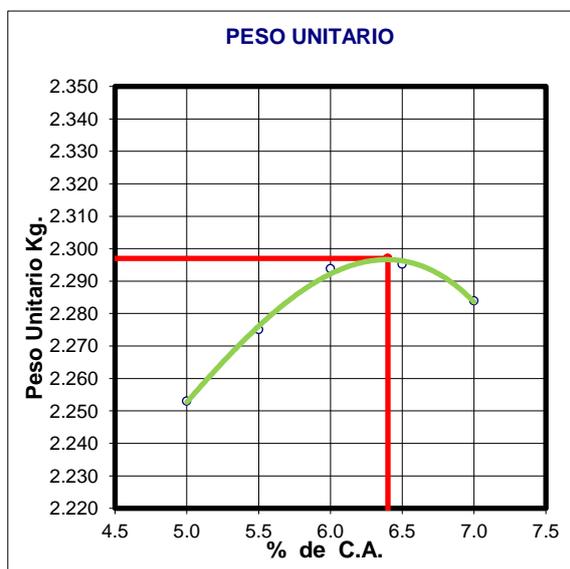


Figura 20: Vacíos vs % de CA

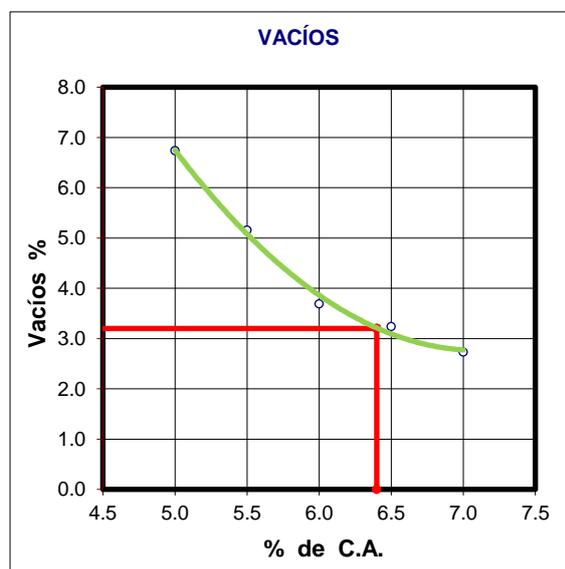


Figura 21: V.M.A vs % de CA

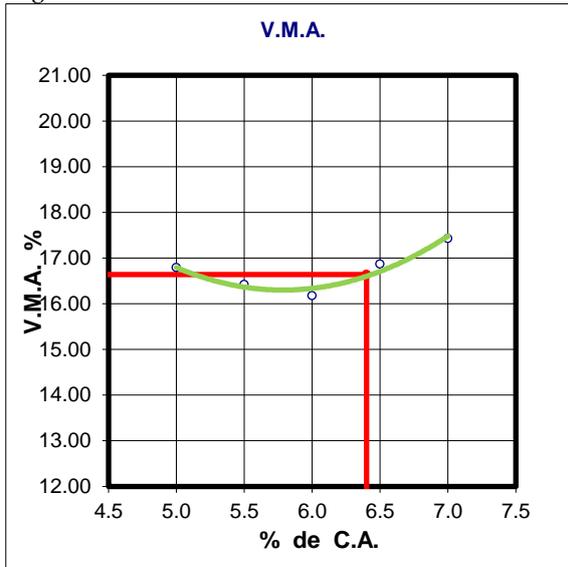
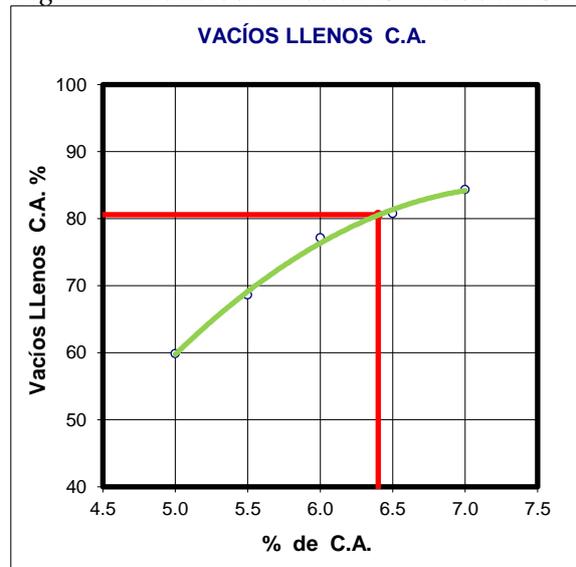
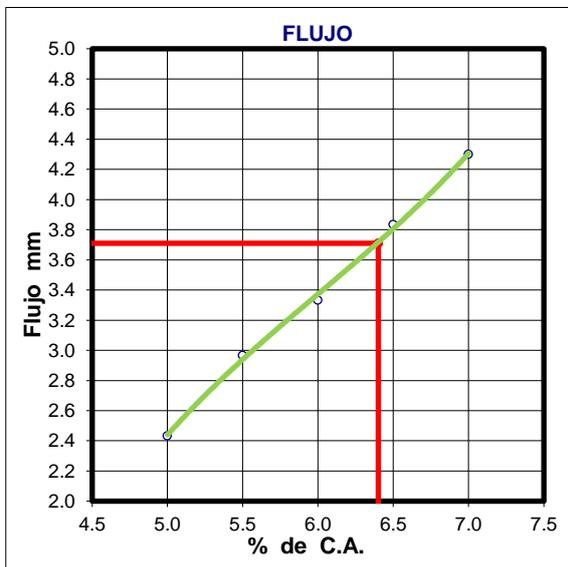


Figura 22: Vacíos llenos de CA vs % de CA



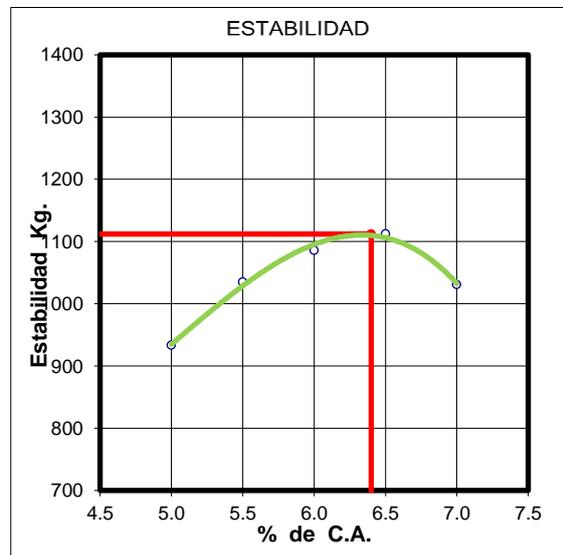
Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Flujo vs % de CA



Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Estabilidad vs % de CA



- Resultado de propiedades Mecánicas y Volumétricas

Los resultados de los procedimientos evaluados, tanto las propiedades mecánicas y volumétricas son controles que nos han permitido obtener el contenido óptimo de

asfalto y posteriormente realizar el lavado asfáltico que permita ver la influencia de los agregados de Río.

Tabla 22: Ensayo Marshall – Agregado de Río

ENSAYO MARSHAL – AGREGADO RIO						
MAC	5	5.5	6	6.5	7	6.23
PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS						
P. unitario (gr/cm³)	2.272	2.293	2.298	2.304	2.278	2.305
Vacíos (%)	6.5	4.9	4.0	3.4	3.5	3.4
V.M.A (%)	17.5	17.2	17.4	17.9	19.0	17.4
Vacíos llenos de C.A (%)	63.0	71.2	76.8	81.2	81.5	80.6
PROPIEDADES MECÁNICAS						
Flujo (mm)	2.0	2.5	3.1	3.6	4.2	3.4
Estabilidad (kg)	1119	1220	1252	1270	1158	1291
Estabilidad – Flujo (kg/cm)	5603	4949	3995	3529	2759	3839

Fuente: Elaboración Propia

Figura 25: Peso Unitario vs % de CA

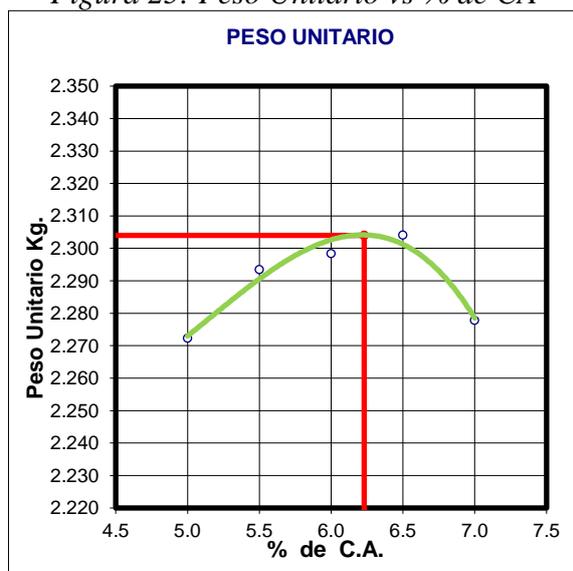


Figura 26: V.M.A vs % de

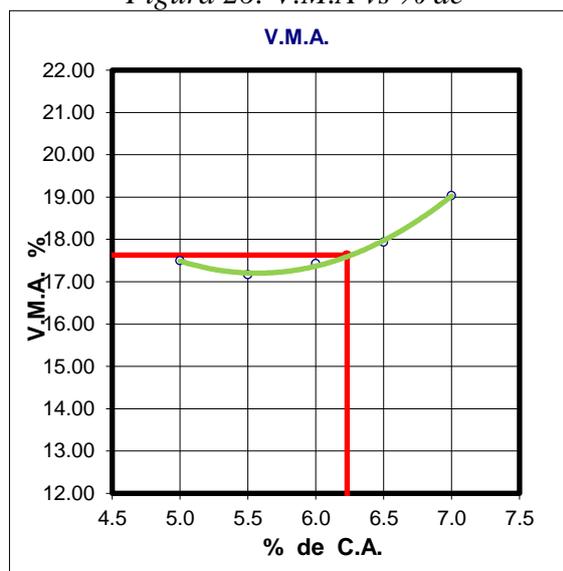
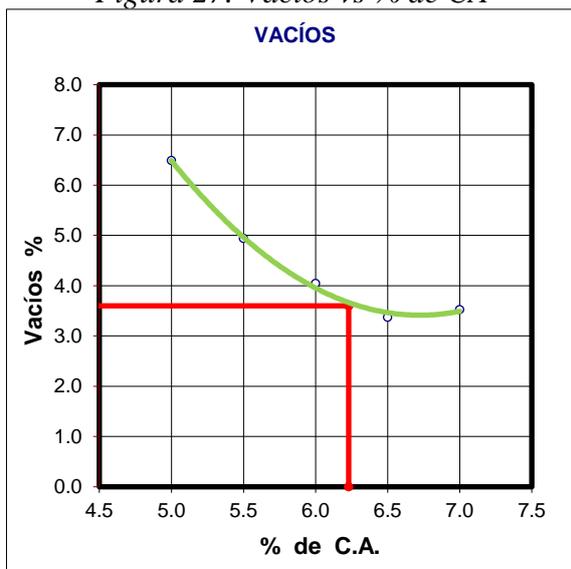
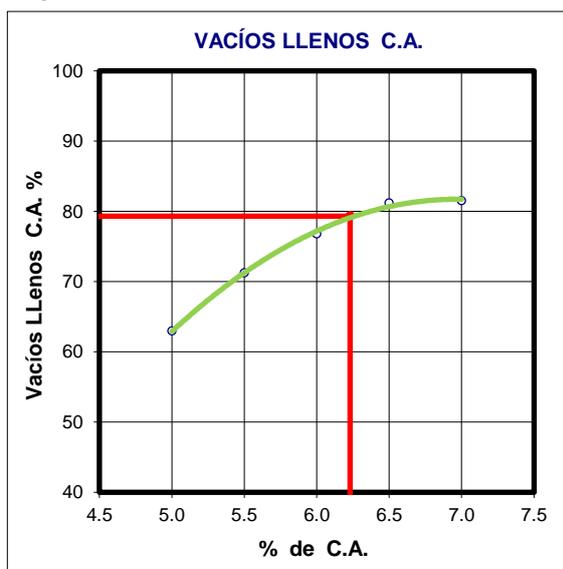


Figura 27: Vacíos vs % de CA



Fuente: Elaboración propia

Figura 28: Vacíos llenos de CA vs % de CA



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Comparación Ensayo Marshall – Agregado de Rio y Cerro

	AGREGADO CERRO	AGREGADO RIO
MAC	6.4	6.23
PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS		
P. unitario (gr/cm³)	2.299	2.305
Vacíos (%)	3.1	3.4
V.M.A (%)	16.4	17.4
Vacíos llenos de C.A (%)	80.9	80.6
PROPIEDADES MECANICAS		
Flujo (mm)	3.8	3.4
Estabilidad (kg)	1109	1291
Estabilidad – Flujo (kg/cm)	2945	3839

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5. Ensayo lavado asfáltico

El ensayo de lavado asfáltica desarrollado en laboratorio de pavimento de GEO TEST V SAC tiene por objetivo determinar la cantidad de asfalto presente en el pavimento, así como la granulometría de los agregados utilizados según la norma

ASTM D2172 Métodos de prueba estándar para la extracción cuantitativa del aglutinante de asfalto de mezclas de asfalto.

Los resultados en la tabla 24 muestran que el agregado de cerro muestra mayor peso asfáltico en comparación del agregado de río (78.6), asimismo, el agregado de cerro, muestra mayor contenido de asfalto (6.43), respecto al agregado de río (6.12).

Tabla 24: Lavado Asfáltico del Agregado de Cerro VS de Río

	Agregado de cerro	Agregado de Río
TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	3/4"
Peso del asfalto (gr)	81.4	78.6
Contenido de asfalto (%)	6.43	6.12
Relación Polvo - Asfalto	0.70	

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Sobre el primer objetivo específico: “La composición química de los agregados en las mezclas asfálticas en calientes

Según los resultados obtenidos ante el ensayo de Sales Solubles, el agregado de Cerro tiene un 0.200% el cual es mayor que el agregado de Río que tiene un 0.020%, también ante el ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio se puede deducir que el agregado de Cerro tiene un mayor porcentaje de pérdida tanto en agregado fino que es un 4.7% frente a un 2.63%, como en agregado grueso que es 3.58% frente a un 2.96%. Se puede concluir entonces que, el agregado de río muestra mayor composición química respecto al agregado de cerro.

4.2.2. Sobre el segundo objetivo específico. Las propiedades físicas de los agregados en las mezclas asfálticas en calientes.

Según los resultados obtenidos para la evaluación de las propiedades físicas de los agregados, tenemos el ensayo de abrasión los ángeles del cual obtenemos un 17.3% de pérdida para el agregado de cerro y un 16.4% de pérdida para el agregado de río, en el ensayo de partículas chatas y planas para agregado de cerro y de río obtenemos un 1% y 1.8% respectivamente.

En los resultados del ensayo de Peso específico y absorción obtenemos para agregados finos un peso específico de 2.6 gm/cm³ para el agregado de cerro y de 2.65 gm/cm³ para el agregado de río, en absorción obtenemos 0.32% para ambos agregados, para agregados gruesos un peso específico de 2.67 gm/cm³ para el agregado de cerro y de 2.7 gm/cm³ para el agregado de río, en absorción obtenemos un 1.56% para el agregado de cerro y un 1.38% para el agregado de río.

4.2.3. Sobre el tercer objetivo específico. Determinar las propiedades fisicoquímicas de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente.

Según los resultados obtenidos de los ensayos abrasión los ángeles y durabilidad al sulfato de magnesio los cuales son propiedades que influyen en la resistencia, endurecimiento, durabilidad y resistencia al intemperismo podemos observar que el agregado de cerro tiene un mayor porcentaje de pérdida tanto en abrasión como en durabilidad lo cual podemos ver reflejado en el diseño.

Tabla 25: Resultados de propiedades físicas y químicas

PROPIEDADES	AGREGADO DE CERRO	AGREGADO DE RIO
Abrasión los ángeles (% pérdida)	17.3%	16.4%
Durabilidad al sulfato de magnesio (agregado fino)	4.7%	2.63%
Durabilidad al sulfato de magnesio (agregado grueso)	3.58%	2.96%

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4. *Sobre el objetivo general. Determinar de qué manera incide la mineralogía de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente.*

Según los resultados obtenidos podemos observar que los agregados de Rio tienen un menor porcentaje de pérdida en los ensayos de abrasión los ángeles y ante la durabilidad al sulfato de magnesio, lo cual se ve reflejado en la estabilidad – flujo de la mezcla asfáltica en caliente un con una mayor resistencia de 2943 kg/cm para el agregado de cerro y de 3836 kg/cm para el agregado de rio con un menor porcentaje de C.A.

CAPITULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de estos resultados obtenidos en la investigación, se acepta la hipótesis general, la cual establece la incidencia de la mineralogía con la resistencia y durabilidad de la mezcla asfáltica en caliente, estas variaciones afectan a las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, ya sea por el ensayo de abrasión Los Ángeles o el ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio, teniendo que el agregado de Río tiene menor porcentaje de pérdida en ambos ensayos, por lo cual obtiene una estabilidad más alta.

Los minerales más comunes que se encuentran en los agregados de las canteras son: andesita, dacita, cuarzo, andesita basáltica y escoria volcánica para agregados gruesos, andesita, dacita, brecha andesita, pómez y cuarzo para agregados finos, estas características sirven para analizar su comportamiento para el uso de construcciones en obras viales. La presencia de cuarzo en los agregados ayuda en la mezcla ya que presenta una mayor resistencia, estabilidad, una mejor adherencia y durabilidad, lo que hace que estos materiales sean adecuados para la elaboración de mezclas asfálticas.

La dosificación óptima para la mezcla asfáltica en caliente con agregado de cerro es de 6.4% de C.A con el cual se tiene una estabilidad de 1109kg, con un 36% de grava, 33% de arena chanca de cerro, 31% de arena natural de río y para la mezcla asfáltica en caliente con agregado de río es de 6.23% de C.A con el cual se tiene una estabilidad de 1291kg, con 36% de grava de cerro, 33% de arena chanca de cerro y 31% de arena natural de río. En base a aquellos resultados guarda relación con los planteamientos de Aranguri Linares y Valverde Villacorta (2018) presentado la tesis: “Análisis comparativo del comportamiento estructural de mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas emulsionadas en los pavimentos” que concluye que

el comportamiento de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente en su óptimo contenido de asfalto de 5.47% tiene un valor de 1039.09kg y con un 30% de agregado grueso y 70% de agregado fino. Como se puede observar los resultados de estabilidad para el agregado de cerro es superior en un 6.30% y el agregado de río en un 19.51% siendo la cantera de cerro la estabilidad dada por Aranguri Linares y Valverde Villacorta (2018). Asimismo, estos resultados nos indican que el contenido mineral de los agregados planteados tiene un comportamiento mecánico deseable, ya que se demuestra que cumplen los parámetros establecidos con facilidad.

Según Ramírez Montenegro (2015) utilizando agregados de la cantera San Martín con cemento asfáltico PEN60/70 y emulsión asfáltica CSS-1HP”, tiene como resultado el contenido óptimo del asfalto de 6% el cual contiene un valor en la estabilidad de 1205kg con agregado grueso de 55% y 45% de agregado fino. Como se puede observar en los resultados la estabilidad los resultados para la mezcla asfáltica en caliente con agregados de la cantera San Martín (cerro) tiene una mayor estabilidad que los resultados obtenidos con agregados de cerro de la cantera Orcotuna

Según Suarez Piñeros y Vera Castro (2017) el cual tienen como conclusión que, en caso de la durabilidad, el ensayo de solidez en sulfatos demuestra la competencia de los minerales analizado, lo cual permite correlacionar la adecuada estabilidad de los materiales ante cambio de temperatura o intemperie. Para dicha conclusión contrastamos con los resultados de la incidencia mineralogía de los agregados sobre la mezcla en caliente, de esta forma los agregados de cerro y de río ambos presentan un resultado distinto en el caso del ensayo de durabilidad a los sulfatos, siendo para agregado de cerro igual a 0.200% y para el agregado de río igual a 0.020% de pérdida lo cual se refleja en la estabilidad ya que tenemos una diferencia de 14%. Con dichos resultados podemos afirmar la conclusión a la que llego Suarez Piñeros y

Vera Castro (2017). Con dichos resultados se puede contrastar la conclusión del antecedente planteado.

Según López Garavito y Sepulverda (2015) el cual tiene presente la tesis titulada: “Caracterización física de diferentes muestras de agregados pétreos para el concreto - Zona Norte de Bogotá”, el cual tiene como resultado que, a mayor porcentaje de partículas planas y alargadas, las mezclas en la compactación quedaran con un porcentaje de vacíos mayor. También menciona que la mezcla de agregados de diferentes calidades afecta sustancialmente al desempeño del agregado pétreos. Para dicha conclusión contrastamos con los resultados obtenidos en la presente tesis, con el ensayo de partículas chatas y planas tenemos que el agregado de río cuenta con 1.8% y el agregado de cerro con 1,0%, en el momento de realizar la mezcla asfáltica caliente con ambos agregados obtenemos un 3.4% de vacíos con agregado de río y un 3.1% con agregado de cerro. Con lo cual podemos afirmar la conclusión a la cual se llegó en la anterior tesis.

Consecuentemente podemos indicar que, según los resultados obtenidos, los materiales que conforman a los agregados son amigables para la elaboración de pavimentos, ya que se presenta un buen comportamiento de los agregados en relación a la durabilidad, resistencia mecánica y textura superficial. No deben de existir contenidos considerables de los minerales que no son convenientes para este uso, es decir rocas shale, chert o pizarra.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que la incidencia de la mineralogía en las mezclas asfálticas en caliente se refleja en su comportamientos físicos y mecánicos del asfalto. El comportamiento físico-químico y mecánico de los agregados tanto en resistencia y durabilidad, demostrándose así que la mezcla en caliente con agregado de rio presenta una conducta superior a la mezcla con agregado de cerro.
2. Se concluye que la composición química de los agregados se refleja en la durabilidad y la resistencia mecánica de la mezcla asfáltica en caliente por la resistencia ante la exposición al intemperismo, y la resistencia a su deformación demostrando así que el contenido mineral no presenta químicos adversos para la mezcla asfáltica.
3. Los agregados planteados presentan textura superficial válida para la elaboración de pavimentos, lo que se refleja en la estabilidad. Siendo la mezcla con agregado de rio, el espécimen con mayor estabilidad y resistencia a la deformación, lo que se traduce en una mayor transmisión de cargas estructurales.
4. El agregado de Cerro con un porcentaje asfáltico de 6.4%, con una estabilidad/flujo de 2945 kg/cm, un flujo de 3.77mm, un porcentaje de vacíos de aire de 3.1% y V.M.A de 16.4%, y el agregado de Rio con un porcentaje asfáltico de 6.23%, con una estabilidad/flujo de 3836 kg/cm, un flujo de 3.37mm, un porcentaje de vacíos de aire de 3.4% y V.M.A de 17.4% cumple con las especificaciones por estabilidad/flujo que es entre 1700-4000, flujo entre 2 – 4, vacíos de aire entre 3 – 5; y V.M.A min 14 según norma.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer los ensayos de abrasión los ángeles, ya que con este ensayo podemos saber sobre la resistencia de nuestro agregado y durabilidad al sulfato de magnesio, con el cual se sabrá cómo será afectado el agregado al efecto de la lluvia e intemperie, esto con el fin de tener una referencia de cómo va a influir el agregado en el diseño de mezcla asfáltica.
2. Se recomienda realizar los ensayos de partículas chatas y alargadas así tener referencia sobre el porcentaje de vacíos al cual llegara el diseño de la mezcla asfáltica en caliente.
3. Se recomienda realizar un estudio sobre la porosidad del agregado, para ver cómo afecta en la adherencia en las mezclas asfálticas en caliente.
4. Realizar una investigación y análisis sobre cómo afecta la mineralogía en la adherencia de la mezcla asfáltica en caliente tanto en aspecto físico, como químico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Absalon, & Salas. (2008).

Alvarez Briceño, L. A., & Carrera Sanchez, E. T. (2017). Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica. Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Trujillo.

Anguas, G., Flores, F., López, G., & Alamilla, D. (2005).

Aranguri Linares, J. J., & Valverde Villacorta, H. A. (2018). Análisis comparativo del comportamiento estructural de mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas emulsionadas en los pavimentos. Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Trujillo.

(2001). ASTM International.

Ávila Martínez, P. R. (2016). Incidencia de la granulometría y de la cantidad del cemento asfáltico en las propiedades físico – mecánicas principalmente en la durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente diseñadas según la división 400, sección 401, tablas 401-1, 401-2 y 401-16 d. Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala.

Bach. De la Cruz Bazán, P., & Bach. Porras Zavala, M. J. (2015). "Evaluación de desempeño de mezclas asfálticas en caliente diseñadas por la metodología marshall con el ensayo de la rueda cargada de Hamburgo para el proyecto de rehabilitación de la carretera VD Imperial-Pampas. Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Lima.

- Bravo Anaya, R. G. (2018). Ecuación de corrección del porcentaje de cemento asfáltico a partir de la variación del porcentaje de agregados. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Escuela Profesional de Ingeniería Civil , Ayacucho.
- Calderon Carrasco, A. A., & Calderón Saavedra, C. J. (2020). Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas comunes en caliente mediante la incorporación de organosilanos. Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador , Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas , Quito.
- Capote González, N. (2018). Análisis de la viabilidad técnica de uso de los agregados pétreos del "OPEN PIT" Mulaló, en la construcción de la malla vial del Valle del Cauca y Cauca. tesis de posgrado, Universidad Nacional de Huancavelica, Escuela de posgrado, Huancavelica.
- Carrasco Díaz, S. (2006). Metodología de la investigación científica. Lima: San Marcos.
- Cerquera Araujo, A., Rodríguez Machado, C. A., & Ruano Fonseca, D. F. (2017). Análisis Mineralógico, Químico Y Porosimétrico De Los Agregados Pétreos de una cantera perteneciente A La Formación Geológica De La Sabána En El Municipio De Soacha - Cundinamarca. Tesis de Pregrado, Universida Catolica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Bogota.
- Choque Hinojosa, R. D. (2016). Viabilidad para el uso de la escoria de acería eléctrica como agregado en mezcla asfáltica en la ciudad de Chimbote. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería de Minas - Civil, Huancavelica.
- Cortez García, J. M., Guzmán Henríquez, H. W., & Reyes Rodríguez, A. D. (2007). "Guía básica de diseño, control de producción y colocación de mezclas asfálticas en caliente". Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador, Escuela de Ingeniería Civil, Ciudad Universitaria.

- Culma Piraban, A., & Rojas Farfan, F. (2018). Caracterización mineralógica y física de los agregados de la cantera rodeb y acopios, aplicada a concretos y filtros. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- Del Canto, E., & Silva Silva, A. (2013). Metodología cuantitativa: abordaje desde la complementariedad en ciencias sociales. *Ciencias Sociales*, 11.
- Deyvis, Yuliza, Edgar, & Elvis. (2013). Visita a la Planta Procesadora de Piedra Chancada.
- Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación.
- Fernandez Maroto, G. (2018). Mineralogía. Universidad de Cantabria.
- Ferreira Cuellar, D. A., & Torres López, K. M. (2014). Caracterización físico de agregados pétreos para concretos Caso: Cantera dromos (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo). Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Bogotá.
- Flores Gonzales, R. K., & Rojas Pardo, J. G. (2019). COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS TIBIAS ADICIONANDO TENSOACTIVOS Y SUS BENEFICIOS RESPECTO A LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE. . Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería , Lima.
- G. Arias, F. (2012). El proyecto de Investigación. 6a Edición. Venezuela: EDITORIAL EPISTEME, C.A.
- Giraldo Huertas, J. J. (2016). Manual para los seminarios de Investigación en Psicología.
- Hernández Sampieri, R. (2018). Metodología de la Investigación.
- Hernández, R., Fernández, C., & Lucio, B. (2006). Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill.

Herrmann do Nascimento, L. A. (2018). Nova abordagem da dosagem de misturas asfálticas densas com uso do compactador giratório e foco na deformação permanente. Tesis de Post Grado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Post Grado, Rio de Janeiro.

IAGUA. (08 de Mayo de 2019). Obtenido de Explotacion insostenible: <https://www.iagua.es/noticias/onu/explotacion-insostenible-arena-destruye-rios-y-mares>

Lopez Garavito, L. Y., & Sepulverda, D. (2015). Caracterización física de diferentes muestras de agregados pétreos para el concreto - Zona Norte de Bogotá. Tesis de Pregrado, Universidad Catolica de Colombia, Facultad de Ingenieria, Bogota.

Merizalde Andrade, C. J. (2017). Evaluación del daño por humedad en mezclas asfálticas finas mediante pruebas triaxiales y de corte directo. Tesis de pregrado , Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Carrera de Ingeniería Civil, Guayaquil.

(2013). Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC.

Montejo Fonseca, A. (2018). Ingenieria de Pavimentos. Bogota: Universidad Catolica de Colombia.

Norma E.060. del RNE. (2014).

Padilla Rodriguez, A. (2013). Materiales Basicos. UPC.

Quintero Jerez, F., Ortiz Santiago, A., & Sanchez, J. (2015). Plan de pavimento para pavimento rigido y flexible sobre las vias del estado merida. Merida.

Ramírez Montenegro, M. A. (2015). Evaluación de compatibilidad de mezclas asfálticas, utilizando agregados de la cantera San Martín con cemento asfaltico PEN60/70 y

- emulsión asfáltica CSS-1HP. Tesis de Posgrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Postgrado de Ingeniería, Trujillo.
- Ramon F, V., & Franca, C. (2011). Ampliacion dela Explotacion de una cantera de arena y canto rodado.
- Ramos Mamani, U. (2015). "Influencia del tamaño máximo del agregado grueso de la cantera condorire en el diseño de mezclas asfálticas en caliente para la carretera Puno-Tiquillaca-2014". Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Puno.
- Rodriguez Ore, E. (2018). Influencia de la fibra de caucho reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frio. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Peru.
- Rodriguez Salazar, N. (30 de JULIO de 2018). Origen de los minerales y factores intervinientes. Obtenido de PARADAIS: <https://naturaleza.paradais-sphynx.com/geosfera/origen-de-los-minerales>
- Rolando Franco, F. E. (2016). Estudio Comparativo entre Mezclas Asfálticas con Diluido RC-250 y Emulsión. Tesis de Pregrado, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, Piura.
- Secretaria de Comunicaciones y Trasportes. (2018).
- Suarez Piñeros, A. M., & Vera Castro, J. A. (2017). Caracterización físico mecánica y mineralógica de los agregados extraídos del depósito acopios en Sopó Cundinamarca para su uso en Pavimentos. Tesis de Pregrado, Universida Santo Tomas, Facultad de Ingeniería, Boogota.
- (1997). The Alsphalt Intitute.

- Tovar Castro, L., & Posada Martin, C. (2018). Caracterización mineralógica y microestructural de los agregados pétreos perteneciente a una cantera del Municipio de Guamal del Departamento del Meta. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Urrego Alguilera, E., & Ruiz Ramirez, C. (2016). Determinación de la adherencia en mezclas asfálticas elaboradas con asfaltos convencionales y materiales de peña y río. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Valderrama Aparicio, P. F. (2013). MODELO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A LOS COSTES GLOBALES EN FASE DE POSTCONSTRUCCIÓN EN EDIFICIOS PLURIFAMILIARES DESTINADOS A ARRENDAMIENTO.
- Valdivia Sánchez, V. L. (2017). Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al 57-Comas, Lima 2017. Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Lima.
- Vásquez Vélez, L. A. (2011). "Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de cuenca". Tesis Pregrado, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA, Ambato.

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><i>Problema General</i></p> <p>¿De qué manera incide la mineralogía de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente?</p> <p><i>Problemas específicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo es la composición química de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente? - ¿De qué manera interviene las propiedades físicas de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente? - ¿De qué manera interviene las propiedades fisicoquímicas y estructuras de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente? 	<p><i>Objetivo General</i></p> <p>Determinar de qué manera incide la mineralogía de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente</p> <p><i>Objetivos específicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar la composición química de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente - Evaluar las propiedades físicas de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente - Determinar las propiedades fisicoquímicas de los agregados en las mezclas asfálticas en caliente 	<p><i>Hipótesis General</i></p> <p>La mineralogía de los agregados determinara la resistencia y durabilidad en las mezclas asfálticas caliente</p> <p><i>Hipótesis específicas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Las composiciones químicas de los agregados aumentaran la durabilidad en las mezclas asfálticas en caliente - Las propiedades físicas de los agregados mejoran la resistencia en las mezclas asfálticas en caliente - Las propiedades fisicoquímicas y estructuras de los agregados mejoran el comportamiento de transmisión de cargas en las mezclas asfálticas en caliente 	<p>Variable Independiente</p> <p>Mineralogía de los agregados pétreos</p> <p><i>Dimensiones:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Propiedades químicas - Propiedades físicas - Propiedades estructurales <p>Variable dependiente</p> <p>Mezclas asfálticas calientes</p> <p><i>Dimensiones:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad - Flujo - Vulva de presión 	<p>Método General</p> <p>Experimental</p> <p>Método específico</p> <p>Estadístico</p> <p>Tipo de Investigación</p> <p>Experimental</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>Descriptivo</p> <p>Diseño de Investigación</p> <p>Esquema experimental</p>	<p>Población</p> <p>Está constituido por los agregados:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agregado de rio (cantera de 3 de diciembre) - Agregado de cerro (cantera Orcotuna) <p>Muestra</p> <p>Compuesta por 250 briquetas de los cuales fue selecciona 15 con el mejor comportamiento de la mezcla asfáltica caliente</p>

Anexo 2 Panel Fotográfico

1. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO DE RIO

Fotografía N° 01: Preparación del agregado de río - NTP:339.128.



Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 02: Muestra de río resultante del tamizado - NTP:339.128.



Fuente: Elaboración Propia

2. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO DE CERRO

Fotografía N° 03: Preparación del agregado de cerro - NTP:339.128.



Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 04: Muestra de cerro resultante del tamizado - NTP:339.128.



Fuente: Elaboración Propia

3. ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ÁNGELES – AGREGADO DE RIO

Fotografía N° 05: Colocación de la muestra de agregado de rio - NTP 400.019



Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 06: Colocación de la carga en la máquina de Los Angeles - NTP 400.019.



Fuente: Elaboración Propia

4. ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ÁNGELES – AGREGADO DE CERRO

Fotografía N° 07: Colocación de la muestra de agregado de cerro - NTP 400.019.



Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 08: Colocación de la carga en la máquina de Los Ángeles - NTP 400.019.



Fuente: Elaboración Propia

5. EQUIVALENTE DE ARENA CERRO

Fotografía N° 09: Ensayo de equivalente de arena de agregados finos de cerro según la

Norma: 339.146.2000.

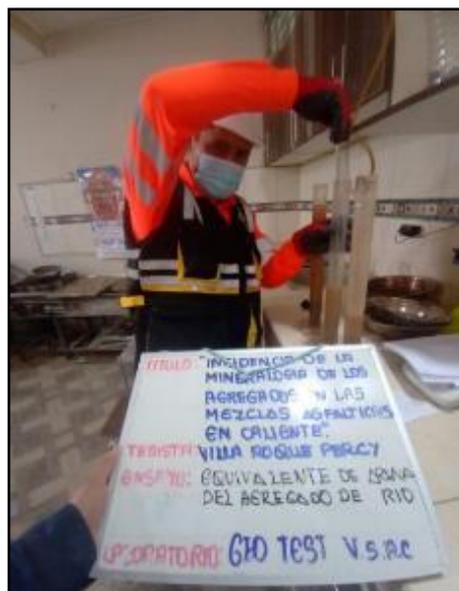


Fuente: Elaboración Propia

6. EQUIVALENTE DE ARENA DE RIO

Fotografía N° 10: Ensayo de equivalente de arena de agregados finos de rio según la

Norma: 339.146.2000.



Fuente: Elaboración Propia

7. SALES SOLUBLES

Fotografía N° 11: Ensayo de sales solubles NTP 339.152 / BS 1377. agregado fino.



Fuente: Elaboración Propia

8. DETERMINACIÓN DE MUESTRAS CHATAS Y ALARGADAS DE AGREGADO DE RIO

Fotografía N° 12: Realización de partículas chatas y alargadas en el agregado grueso de rio, de la malla $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, y $\frac{3}{8}$, según la NTP 400.019.



Fuente: Elaboración Propia

9. ENSAYO MARSHALL CON AGREGADO DE CERRO

Fotografía N° 13: Ensayo Marshall con 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7%.



Fuente: Elaboración Propia

10. ENSAYO MARSHALL CON AGREGADO DE RIO

Fotografía N° 14: Ensayo Marshall con 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7%.



Fuente: Elaboración Propia

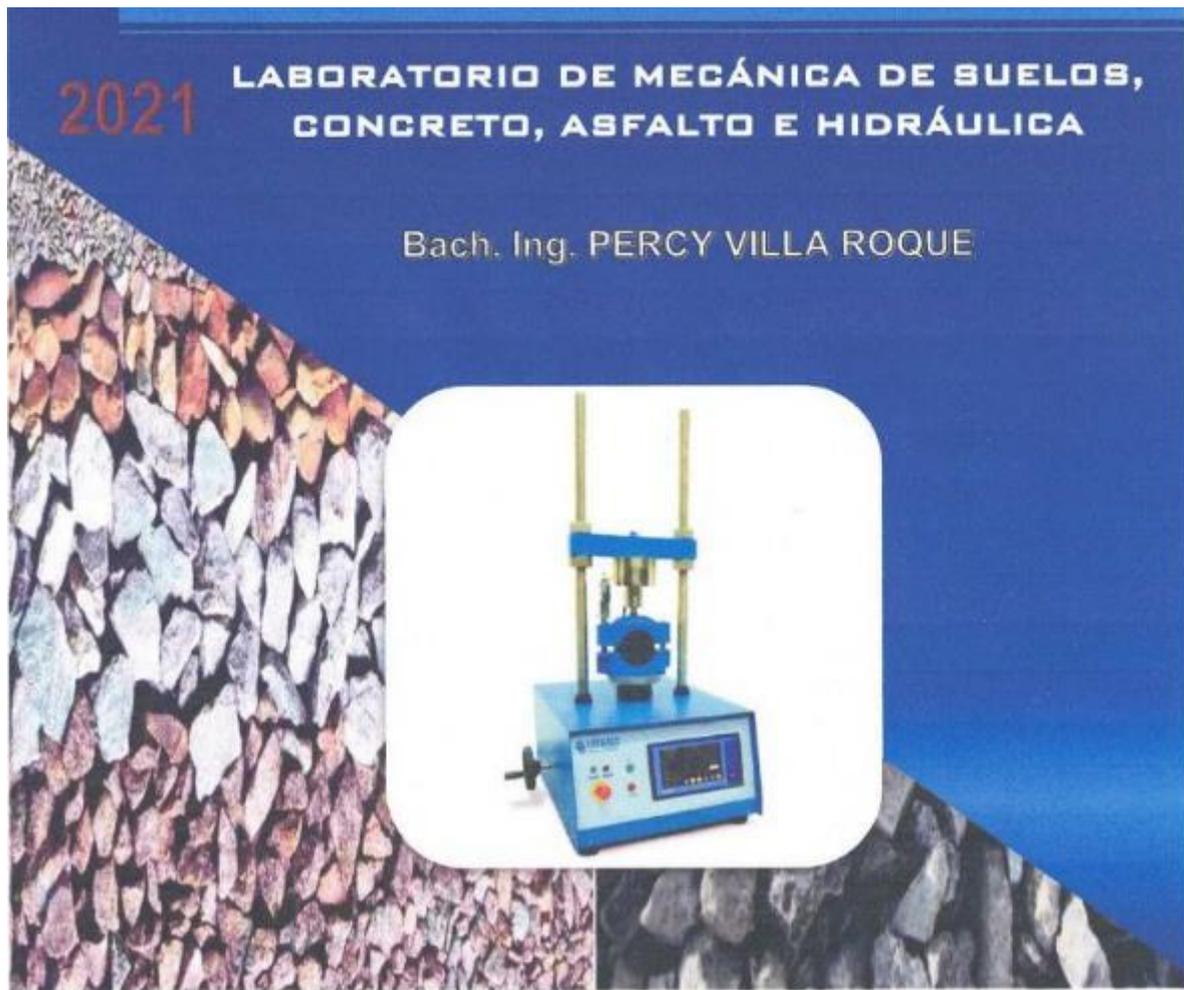
11. CHATAS Y ALARGADAS DE CERRO

Fotografía N° 15: Realización de partículas chatas y alargadas en el agregado grueso de cerro, de la malla $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, y $\frac{3}{8}$, según la NTP 400.019.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3 Certificado de los Ensayos



**“INCIDENCIA DE LA MINEROLOGIA DE LOS
AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS
EN CALIENTE”**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



ECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 (Ref. a una cuadra frente al parque Puzo - Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
ULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.
RUC : 20606529229

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGIA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

TESISTA: VILLA ROQUE PERCY

FECHA: JUNIO DEL 2021

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA TRITURADA < 3/8"

Ítem	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa												Fecha de Muestreo	Código de Muestra		
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 16	N° 30	N° 40	N° 50	N° 80			N° 100	N° 200
					25.400	19.050	12.700	9.525	4.760	2.360	2.000	1.190	0.600	0.425	0.300	0.180			0.150	0.740
001	Agregado fino	Abr-21	Arena chancada de 3/8"	Dia	100.0	100.0	100.0	100.0	83.2	47.2	43.7	31.4	22.3	19.4	16.1	12.3	11.1	8.3	Abr-21	M-1
002	Agregado fino	Abr-21	Arena chancada de 3/8"	Dia	100.0	100.0	100.0	100.0	88.5	59.8	55.4	42.4	30.5	26.0	21.0	14.9	13.2	9.0	Abr-21	M-2
003	Agregado fino	Abr-21	Arena chancada de 3/8"	Dia	100.0	100.0	100.0	100.0	86.6	53.4	49.1	36.0	25.8	22.2	18.6	14.0	12.4	9.0	Abr-21	M-3
004	Agregado fino	Abr-21	Arena chancada de 3/8"	Dia	100.0	100.0	100.0	100.0	84.7	48.0	44.4	31.7	22.6	19.6	16.5	12.4	11.1	8.2	Abr-21	M-4
ESTADÍSTICOS	PROMEDIO				100.0	100.0	100.0	100.0	85.7	52.1	48.1	35.4	25.3	21.8	18.0	13.4	11.9	8.6		
	MAXIMO				100.0	100.0	100.0	100.0	88.5	59.8	55.4	42.4	30.5	26.0	21.0	14.9	13.2	9.0		
	MINIMO				100.0	100.0	100.0	100.0	83.2	47.2	43.7	31.4	22.3	19.4	16.1	12.3	11.1	8.2		
	DEV. ESTÁNDAR				0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.8	5.4	5.1	3.8	3.1	2.2	1.3	1.0	0.4		
	VARIANZA				0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	33.8	29.3	26.2	14.4	9.4	5.0	1.6	1.1	0.2		
COEFICIENTE VARIACION				0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	11.2	11.2	14.5	15.0	14.1	12.4	9.5	8.8	4.9			



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



ECIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo - Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

ULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

RUC : 20606529229

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

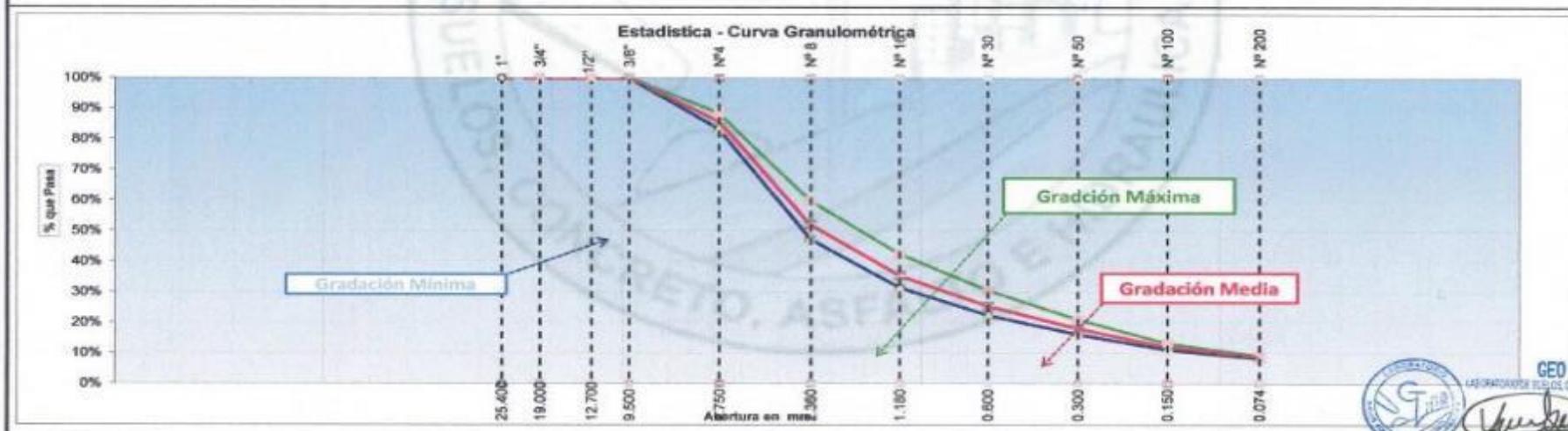
TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

TESISTA: VILLA ROQUE PERCY

FECHA: JUNIO DEL 2021

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA TRITURADA < 3/8"

Estadísticas	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200
Abertura de tamices (mm)	25.400	19.000	12.700	9.500	4.750	2.360	1.180	0.600	0.300	0.150	0.074
N° de ensayos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Máximo	100.0	100.0	100.0	100.0	88.5	59.8	42.4	30.5	21.0	13.2	9.0
Mínimo	100.0	100.0	100.0	100.0	83.2	47.2	31.4	22.3	16.1	11.1	8.2
Xp Promedio	100.0	100.0	100.0	100.0	85.7	52.1	35.4	25.3	18.0	11.9	8.6
Desviación Estándar	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.8	5.1	3.8	2.2	1.0	0.4
Varianza	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	33.8	26.2	14.4	5.0	1.1	0.2
Coefficiente Variación	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	11.2	14.5	15.0	12.4	8.8	4.9



ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
CIP N° 247312

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo - Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

TELÉFONO : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

RUC : 20606529229

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Título: "INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"

Tesieta: VILLA ROQUE PERCY

Cantera: ORCOTUNA

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA DE CERRO < 3/4"

Ítem	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa													Fecha de Muestreo	Código de Muestra	
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 16	N° 30	N° 40	N° 50	N° 80	N° 100			N° 200
					25.400	19.050	12.700	9.525	4.760	2.360	2.000	1.190	0.600	0.425	0.300	0.180	0.150	0.740		
001	Grava de 3/4"	Abr-21	Agregado grueso (Cerro)	Día	100.0	100.0	74.7	37.0	0.7	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	Abr-21	M-1
002	Grava de 3/4"	Abr-21	Agregado grueso (Cerro)	Día	100.0	100.0	21.6	11.9	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	Abr-21	M-2
003	Grava de 3/4"	Abr-21	Agregado grueso (Cerro)	Día	100.0	100.0	77.8	47.2	1.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	Abr-21	M-3
004	Grava de 3/4"	Abr-21	Agregado grueso (Cerro)	Día	100.0	100.0	75.3	42.6	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	Abr-21	M-4
ESTADÍSTICOS	PROMEDIO				100.0	100.0	62.4	34.7	0.9	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2		
	MAXIMO				100.0	100.0	77.8	47.2	1.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3		
	MINIMO				100.0	100.0	21.6	11.9	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
	DESV. ESTÁNDAR				0.0	0.0	27.2	15.6	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
	VARIANZA				0.0	0.0	738.9	249.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	COEFICIENTE VARIACION				0.0	0.0	43.6	46.5	54.8	42.7	42.2	40.8	40.9	41.1	41.6	41.7	42.1	41.9		



GEO TEST V. S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY

CIP N° 247312

LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



ECIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo - Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

ULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

RUC : 20606529229

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

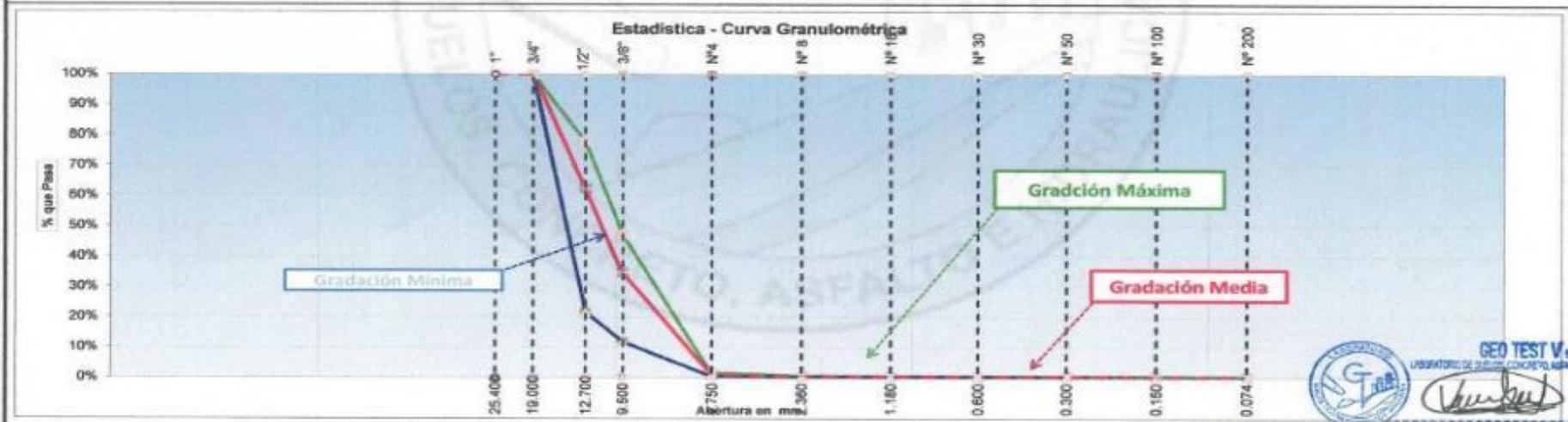
Título: "INCIDENCIA DE LA MINEROLOGIA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE"

Tesista: VILLA ROQUE PERCY

Cantera: JUNIO DEL 2021

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA DE CERRO < 3/4"

Estadísticas	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	Nº 200
Abertura de tamices (mm)	25.400	19.000	12.700	9.500	4.750	2.360	1.180	0.600	0.300	0.150	0.074
N° de ensayos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Máximo	100.0	100.0	77.8	47.2	1.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
Mínimo	100.0	100.0	21.8	11.9	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Xp Promedio	100.0	100.0	62.4	34.7	0.9	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
Desviación Estándar	0.0	0.0	27.2	15.8	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Varianza	0.0	0.0	738.9	249.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Coefficiente Variación	0.0	0.0	43.6	45.5	54.8	42.7	40.6	40.9	41.6	42.1	41.9



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



ECIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Pazo - Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

ULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

RUC : 20606529229

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO INCIDENCIA DE LA MINEROLOGIA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

TESISTA VILLA ROQUE PERCY

FECHA JULIO DEL 2021

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA NATURAL < 3/8"

Ítem	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa												Fecha de Muestreo	Código de Muestra			
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 16	N° 30	N° 40	N° 50	N° 80			N° 100	N° 200	
					25.400	19.050	12.700	9.525	4.760	2.360	2.000	1.190	0.600	0.425	0.300	0.180			0.150	0.740	
001	Agregado fino	Abr-21	Arena chancada de 3/8"	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	83.2	47.2	43.7	31.4	22.3	19.4	16.1	12.3	11.1	8.3	Abr-21	M-1	
002	Agregado fino	Abr-21	Arena chancada de 3/8"	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	88.5	59.8	55.4	42.4	30.5	28.0	21.0	14.9	13.2	9.0	Abr-21	M-2	
003	Agregado fino	Abr-21	Arena chancada de 3/8"	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	86.6	53.4	49.1	36.0	25.8	22.2	18.6	14.0	12.4	9.0	Abr-21	M-3	
004	Agregado fino	Abr-21	Arena chancada de 3/8"	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	84.7	48.0	44.4	31.7	22.6	19.6	16.5	12.4	11.1	8.2	Abr-21	M-4	
ESTADÍSTICOS	PROMEDIO					100.0	100.0	100.0	100.0	85.7	52.1	48.1	35.4	25.3	21.8	18.0	13.4	11.9	8.6		
	MAXIMO					100.0	100.0	100.0	100.0	88.5	59.8	55.4	42.4	30.5	28.0	21.0	14.9	13.2	9.0		
	MINIMO					100.0	100.0	100.0	100.0	83.2	47.2	43.7	31.4	22.3	19.4	16.1	12.3	11.1	8.2		
	DEV. ESTÁNDAR					0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.8	5.4	5.1	3.8	3.1	2.2	1.3	1.0	0.4		
	VARIANZA					0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	33.8	29.3	26.2	14.4	9.4	5.0	1.6	1.1	0.2		
	COEFICIENTE VARIACION					0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	11.2	11.2	14.5	15.0	14.1	12.4	9.5	8.8	4.9		



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP. N° 247312

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



ECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Pizzo - Av. Ferrocarril cruce con Av. Leobicio Prado)

ULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

RUC : 20606529229

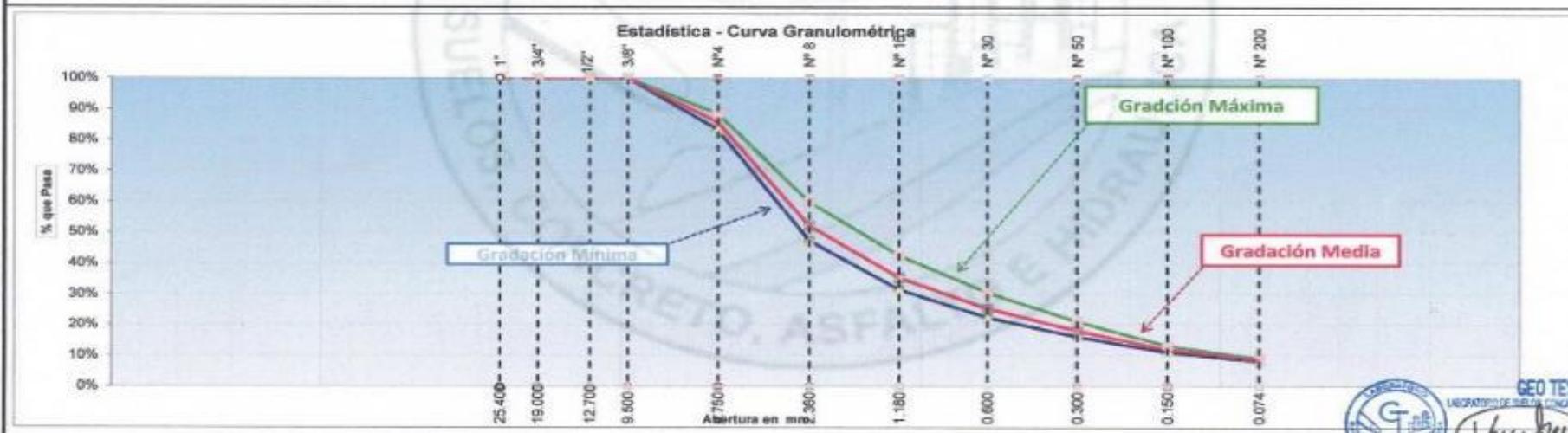
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO : INCIDENCIA DE LAS MINERALOGIAS DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

TESISTA : VILLA ROQUE PERCY

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA NATURAL < 3/8"

Estadísticas	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°100	N°200
Abertura de tamices (mm)	25.400	19.000	12.700	9.500	4.760	2.360	1.180	0.600	0.300	0.150	0.074
N° de ensayos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Máximo	100.0	100.0	100.0	100.0	88.5	59.8	42.4	30.5	21.0	13.2	9.0
Mínimo	100.0	100.0	100.0	100.0	83.2	47.2	31.4	22.3	16.1	11.1	8.2
Xp Promedio	100.0	100.0	100.0	100.0	85.7	52.1	35.4	25.3	18.0	11.9	8.6
Desviación Estándar	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.8	5.1	3.6	2.2	1.0	0.4
Varianza	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	33.8	26.2	14.4	5.0	1.1	0.2
Coefficiente Variación	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	11.2	14.5	15.0	12.4	8.8	4.9



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 217312

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



ECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Pazo, Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

ULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

RUC : 20606529229

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

Título: "INCIDENCIA DE LA MINERALOGIA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE"

Tesista: VILLA ROQUE PERCY

Cantera: 3 DE DICIEMBRE

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA DE RIO < 3/4"

Item	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa														Fecha de Muestreo	Código de Muestra
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 16	N° 30	N° 40	N° 50	N° 80	N° 100	N° 200		
					25.400	19.050	12.700	9.525	4.760	2.360	2.000	1.190	0.600	0.425	0.300	0.180	0.150	0.740		
001	Grava de 3/4"	Abr-21	Agregado grueso (Rio)	Dia	100.0	100.0	61.3	35.4	5.3	1.5	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0	0.8	0.7	0.5	Abr-21	M-1
002	Grava de 3/4"	Abr-21	Agregado grueso (Rio)	Dia	100.0	100.0	59.5	28.3	4.0	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.2	Abr-21	M-2
003	Grava de 3/4"	Abr-21	Agregado grueso (Rio)	Dia	100.0	100.0	52.6	27.2	2.4	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.3	Abr-21	M-3
004	Grava de 3/4"	Abr-21	Agregado grueso (Rio)	Dia	100.0	100.0	53.9	27.1	2.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.1	Abr-21	M-4
ESTADISTICOS	PROMEDIO				100.0	100.0	56.8	29.5	3.5	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.3		
	MAXIMO				100.0	100.0	61.3	35.4	5.3	1.5	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0	0.8	0.7	0.5		
	MINIMO				100.0	100.0	52.6	27.1	2.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.1		
	DESV. ESTÁNDAR				0.0	0.0	4.2	4.0	1.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2		
	VARIANZA				0.0	0.0	18.0	15.7	1.9	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0		
	COEFICIENTE VARIACION				0.0	0.0	7.5	13.5	38.7	44.5	43.1	39.4	36.0	34.5	32.3	29.2	28.2	56.2		



GEO TEST V. S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

Max Jerry Veliz Sulcaray

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
CIP. N° 247312

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 (Ref. a una cuadra frente al parque Puzo - Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
TELÉFONO : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.
RUC : 20606529229

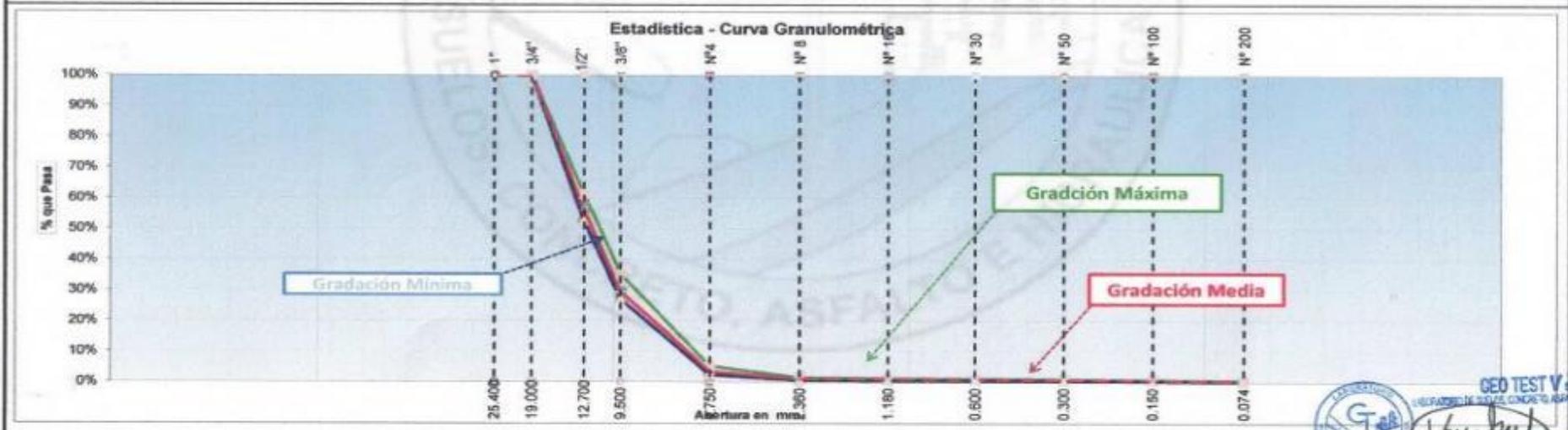
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

Título: "INCIDENCIA DE LA MINERALOGIA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE"

Testista: VILLA ROQUE PERCY

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA DE RIO < 3/4"

Estadísticas	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200
Abertura de tamices (mm)	25.400	19.000	12.700	9.500	4.760	2.360	1.180	0.600	0.300	0.150	0.074
N° de ensayos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Máximo	100.0	100.0	61.3	35.4	5.3	1.5	1.2	1.1	1.0	0.7	0.5
Mínimo	100.0	100.0	52.6	27.1	2.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.1
Xp Promedio	100.0	100.0	56.8	29.5	3.5	1.0	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3
Desviación Estándar	0.0	0.0	4.2	4.0	1.4	0.5	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2
Varianza	0.0	0.0	18.0	15.7	1.9	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Coefficiente Variación	0.0	0.0	7.5	13.5	38.7	44.5	39.4	36.0	32.3	28.2	56.2




GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCION : Pq. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Fermocarril cruce con Av. Leoncio Prado

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



AGREGADOS DE CERRO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com
geotestv@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



COMBINACIÓN TEÓRICA DE AGREGADOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



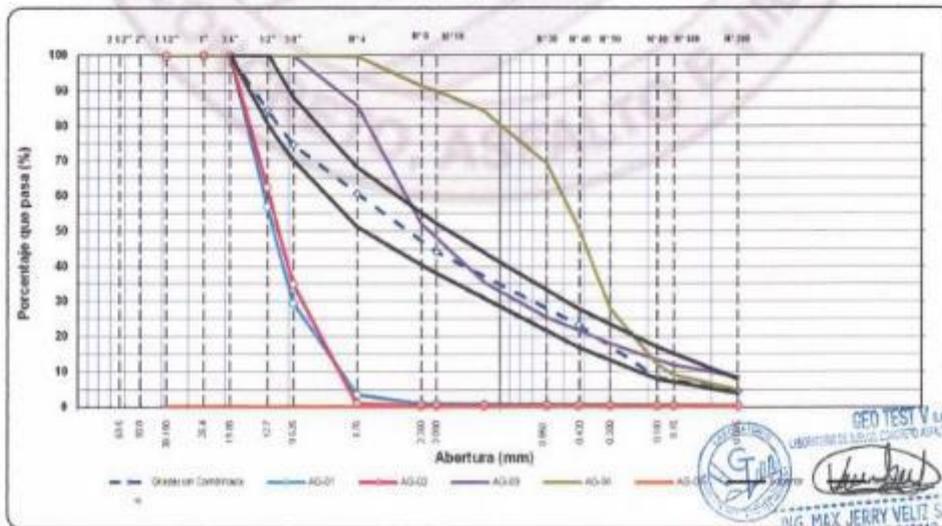
ANÁLISIS
 COMBINACION GRANULOMETRICA DE AGREGADOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "INCIDENCIA DE LA MINERALOGIA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE"
 TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: 3 DE DICIEMBRE
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO DE RIO
 HECHO POR: A. Y. G.
 FECHA: JULIO 2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS_Diseño 01								CONDICION		
		AG-01		AG-02		AG-03		AG-04		100	MIN	MAX
		Grava 3/4" de Rio	% Aporte	Grava 3/4" de Cerro	% Aporte	Arena Chancada de Cerro	% Aporte	Arena Natural de Rio	% Aporte			
		36		0		33		31				
1 1/2"	38.100	100.0	36.00	100.0	0.00	100.0	33.00	100.0	31.00	100.0	-	-
1"	25.400	100.0	36.00	100.0	0.00	100.0	33.00	100.0	31.00	100.0	-	-
3/4"	19.050	100.0	36.00	100.0	0.00	100.0	33.00	100.0	31.00	100.0	100	100
1/2"	12.700	50.8	20.46	62.4	0.00	100.0	33.00	100.0	31.00	54.8	80	100
3/8"	9.525	29.5	10.62	34.7	0.00	100.0	33.00	100.0	31.00	74.6	70	86
N° 4	4.750	3.5	1.28	0.9	0.00	85.7	28.26	69.7	30.82	60.5	51	66
N° 8	2.360	1.0	0.37	0.4	0.00	92.1	17.18	81.3	28.31	45.9		
N° 10	2.000	1.0	0.36	0.3	0.00	48.1	15.86	60.9	27.87	44.1	36	52
N° 16	1.190	0.9	0.32	0.3	0.00	35.4	11.67	64.1	26.09	36.1		
N° 30	0.600	0.8	0.29	0.3	0.00	25.3	8.35	69.2	21.44	30.1		
N° 40	0.425	0.8	0.27	0.3	0.00	21.8	7.19	50.8	15.75	23.2	17	26
N° 50	0.300	0.7	0.25	0.3	0.00	18.0	6.35	27.9	8.65	14.8		
N° 80	0.180	0.8	0.20	0.3	0.00	13.4	4.43	12.2	3.77	8.4	8	17
N° 100	0.150	0.5	0.18	0.3	0.00	11.9	3.94	9.1	2.52	6.9		
N° 200	0.075	0.3	0.10	0.2	0.00	6.0	2.85	4.6	1.50	4.3	4	9

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psg. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



**COMBINACIÓN REAL
DE AGREGADOS**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCION : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

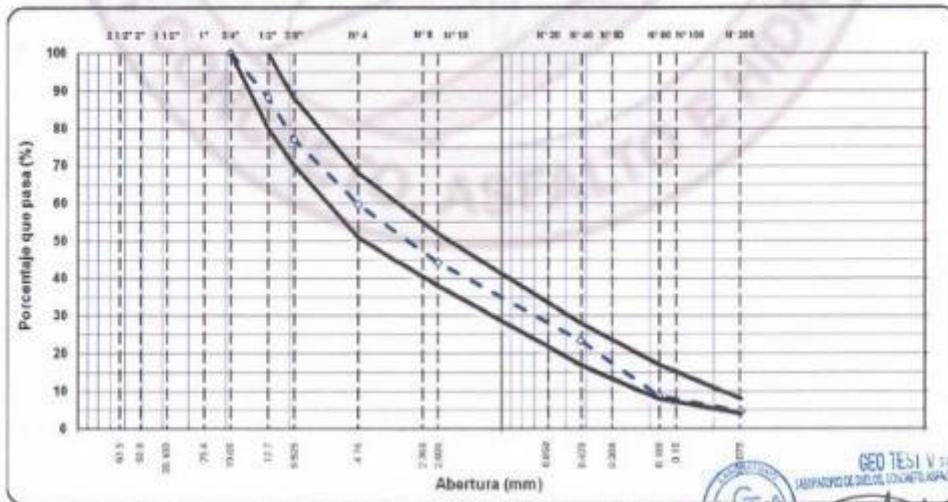
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T98)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINERALOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
 TESISISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: ORCOTUNA
 MATERIAL: AGREGADO DE CERRO
 HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: JULIO 2021

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE		ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
			retenido	acumulado		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"		
1 1/2"	38.100						Peso inicial de la muestra	38246.0	gr
1"	25.400						Peso Fracción	300.0	gr
3/4"	19.050				100.0	100			
1/2"	12.700	4292.0	11.7	11.7	88.3	90 - 100			
3/8"	9.525	4099.0	11.3	23.0	77.0	70 - 88	COMBINACION DE AGREGADOS		
1/4"	6.300						Grava chancada de 3/4" de Cerro	36.0	%
N°4	4.750	8241.0	17.2	40.3	59.7	51 - 68	Arena Chancada 1/4" de Cerro/Río	33.0	%
N°8	2.350						Arena Natural 1/4" de Río	31.0	%
N°10	2.000	129.8	15.5	55.7	44.3	38 - 62	Cemento	0.0	%
N°16	1.190						Cal	0.0	%
N°20	0.840								
N°30	0.600						Muestra #	02	
N°40	0.425	176.0	20.9	76.7	23.3	17 - 28			
N°50	0.300								
N°80	0.180	122.3	14.6	91.3	8.7	8 - 17			
N°100	0.150								
N°200	0.075	35.0	4.2	95.4	4.6	4 - 8			
< 200	-	36.1	4.0	100.0					

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

GEO TEST V. S.A.C.
 MAX JERRY VELIZ SOLICARAY
 CIP N° 247312
 TITULO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.





DIRECCION : Pj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgentestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ABRASIÓN LOS ANGELES
 (MTC E207 - ASTM C131 - AASTHO T98)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: ORCOTUNA
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO
 Hecho por: A.Y.G.
 Fecha: JULIO 2021

Muestra: M01

GRADACIÓN	"B"			
ESFERAS	11			
1.1/2" - 1"	1250			
1" - 3/4"	1250			
3/4" - 1/2"	1250			
1/2" - 3/8"	1249			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N°4	-			
N°4 - N°6	-			
Peso Muestra	4999			
Peso Referido Tamiz N° 12	4133			
Peso Pasante Tamiz N° 12	866			
% DESGASTE	17.32			
PROMEDIO			17.3%	
ESPECIFICACION:	MAX.		35.0%	OK

OBSERVACIONES:



ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS
 (ASTM D4791)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE.
 TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: ORCOTUNA
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO
 Hecho por: A.Y.G.
 Fecha: JULIO 2021

Muestra: M01

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	OBSERVACIONES
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Parcial	CxD	
2"	1 1/2"	15000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1 1/2"	1"	10000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1"	3/4"	5000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3/4"	1/2"	1771.6	10.8	0.6	11.7	7.1	
1/2"	3/8"	1291.4	18.2	1.4	11.3	15.9	
Σ		6,063.0	29.0		23.0	23.1	

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	1.00	OK
ESPECIFICACIÓN:	MAXIMO 15.0%	

OBSERVACIONES:



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : P.ºj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
 (MTC E205, NTP 400.022)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: ORCOTUNA Hecho por: A.Y.G.
 MATERIAL: AGREGADO FINO DE CERRO Fecha: JULIO 2021

Muestra: M01

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa 2.58 g/cm³
 Peso específico SSS: 2.59 g/cm³
 Peso específico Aparente 2.60 g/cm³
 Absorción: 0.32 %

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	0
Peso de Fiola	(g)	151.70
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	958.60
Peso del agregado seco	(g)	498.40
Volumen de fiola	(cm ³)	500
Peso Específico de Masa	(g/cm ³)	2.58
Peso Específico SSS	(g/cm ³)	2.59
Peso Específico Aparente	(g/cm ³)	2.60
Absorción	(%)	0.32

OBSERVACIONES :



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com
 FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS
 (MTC E206, NTP 400.021)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: ORCOTUNA Hecho por: A.Y.G.
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO DE CERRO Fecha: JULIO 2021

Muestra: M01

AGREGADO GRUESO

Peso específico de Masa 2.56 g/cm³
 Peso específico SSS: 2.60 g/cm³
 Peso específico Aparente: 2.67 g/cm³
 Absorción: 1.56 %

ITEM	P-1	P-1
1. Peso de agregado en estado SSS (gr)	3900.0	3900.0
2. Peso de agregado sumergido (gr)	2400.0	2400.0
3. Peso del agregado secado en horno (gr)	3840.0	3840.0
4. Peso Especifico de Masa (gr/cm ³)	2.56	2.56
5. Peso Especifico SSS (gr/cm ³)	2.60	2.60
6. Peso Especifico Aparente (gr/cm ³)	2.67	2.67
7. Absorción (%)	1.56	1.56



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

OBSERVACIONES : _____

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Pj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 POR LAVADO
 NTP 400.018-ASTM C 117-MTC E-202

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
CANTERA: ORCOTUNA
MATERIAL: AGREGADO
Hecho por: A.Y.G.
Fecha: JULIO 2021

Muestra: M01

Muestra	M-01
Tamaño máximo nominal	3/4"
Masa seca de la muestra original	2740.9
Masa seca de la muestra después del lavado	2613.0
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	4.7 %

OBSERVACIONES:

GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA



ING. MAX JERRY VELIZ SOLIDARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO



DIRECCION : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

EQUIVALENTE DE ARENA
(MTC E114 - ASTM D2419 - AASHTO T176)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

TESISTA: VILLA ROQUE PERCY

CANTERA: ORCOTUNA

Hecho por: A.Y.G.

MATERIAL: AGREGADO FINO DE CERRO

Fecha: JULIO 2021

Muestra: M01

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	09:00	09:02	09:04
4	Hora de Salida	09:10	09:12	09:14
5	Hora de Entrada	09:12	09:14	09:16
6	Hora de Salida	09:32	09:34	09:36
7	Altura Máxima de Material Fino	5.80	5.80	5.90
8	Altura Máxima de la Arena	3.30	3.40	3.30
9	Equivalente de Arena (%)	56.9	56.6	55.9
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	58.0		
11	ESPECIFICACION:	MINIMA:	35.0%	OK

OBSERVACIONES :



GEO TEST V. S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

(Signature)
ING. MAX JERRY VELAZ SULCARAY
CIP N° 247312
JEFE DE LABORATORIO



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
 (MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

TESISTA: VILLA ROQUE PERCY

CANTERA: ORCOTUNA

Hecho Por: A.Y.G.

MATERIAL: AGREGADO FINO

Fecha: JULIO 2021

Datos de la Muestra: M01

AGREGADO FINO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4	0.8					
N° 4	N° 8	4.1	100.0	93.6	6.40	6.40	0.26
N° 8	N° 16	4.7	100.0	94.0	6.00	6.00	0.26
N° 16	N° 30	17.0	100.0	94.8	5.20	5.20	0.68
N° 30	N° 50	28.7	100.0	94.7	5.30	5.30	1.52
N° 50	N° 100	25.8	100.0	93.2	6.80	6.80	1.75
TOTALES							4.70

OBSERVACIONES :



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: ORCOTUNA
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO

Hecho Por: A.Y.G.
 Fecha: JULIO 2021

Datos de la Muestra: M01

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"	5.1					
1"	3/4"	14.8					
3/4"	1/2"	22.5					
1/2"	3/8"	12.8	671.2	506.6	162.60	24.23	3.10
3/8"	N° 4	4.8	300.3	270.3	30.00	9.99	0.48
TOTALES		60.0	971.5				3.58
% Máximo Especificado							

OBSERVACIONES :



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 INE. MAX JERRY VELAZ GULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pqj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES
 (MTC E219)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 TESISISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: 3 DE DICIEMBRE Hecho por: A.Y.G.
 MATERIAL: AGREGADO FINO DE CERRO Fecha: JULIO 2021

Muestra: M01

AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
			1	2		
1.-	Recipiente					
2.-	Peso (Bker 250 ml.)	g	287.07	287.07		
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	287.17	287.17		
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.10	0.10		
5.-	Peso de Agregado (A)	g	500.0	500.0		
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	500.0	500.0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	50.0	50.0		
8.-	Salas Solubles $(1/((CxAV)/(DxB)))x100$	%	0.200	0.200		
9.-	Promedio Salas Solubles	%	0.200			
ESPECIFICACION:		MAXIMO	1%	OK		

OBSERVACIONES :



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE
 MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

OBRA: "INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
TRAMO: VILLA ROQUE PERCY **HECHO POR:** A.Y.G.
MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO **FECHA:** JULIO 2021
CANTERA: ORCOTUNA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	6.40
Peso del material	gr	1559.50	1555.40	1556.80	1552.50	1555.50	1548.80
Peso del agua + frasco Rice	gr	8055.00	8059.00	8057.00	8057.00	8052.00	8059.00
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9614.50	9614.40	9613.50	9609.50	9607.50	9607.80
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8969.00	8968.00	8960.00	8955.00	8945.00	8955.00
Volumen del material	cc	645.50	646.40	653.50	654.50	652.50	652.50
Peso Específico Máximo	gr/cc	2.416	2.399	2.382	2.372	2.348	2.373
Temperatura de ensayo	°C	25	25	25	25	25	25
Grava triturada 3/4" (Material de Cerro)	%	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
Arena triturada 3/16" (Material de Río)	%	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
Arena natural (Material de Río)	%	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
Tiempo de ensayo	Min.	15	15	15	15	15	15
Factor de Corrección							

Observaciones:

Grava triturada 3/4" (Material de Cerro)	36.0%
Arena triturada 3/16" (Material de Río)	33.0%
Arena natural (Material de Río)	31.0%


GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

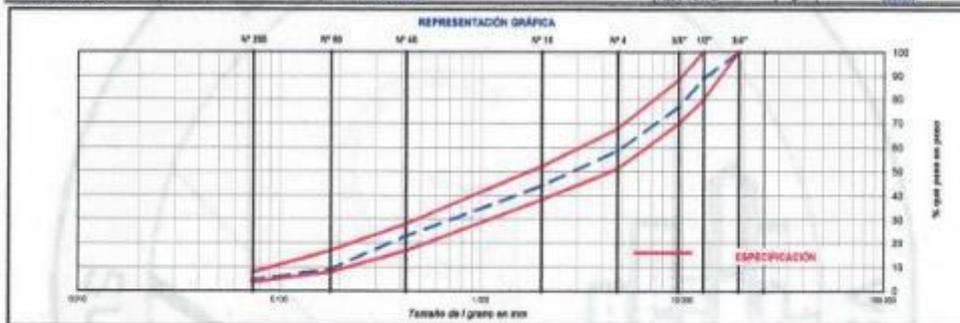
RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "INCOGENCIA DE LA MINEROLOGIA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE"
 TESTA: VILLA ROQUE PERCY
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
 CANTERA: ORCOTUNA
 HECHO POR: A.Y.G
 FECHA: JULIO 2021

Diseño C. A. 5.0%

ENSAYO GRANULOMÉTRICO									LAVADO ASFALTICO	
TAMBE ASTM	24"	19"	9.5"	4.75"	2.5"	1.18"	0.6"	<0.25"	Peso Mat. Solavar	gr
ABERTURA EN mm	19.000	12.700	9.500	4.750	2.500	1.180	0.600	0.250	Peso Mat. Levada	gr
PESO RETENIDO	gr	668.5	7249.5	10958.5	169.5	270.5	177.0	35.0	Peso Mat. Lev + Filtro	gr
RETENIDO PARCIAL	%	11.1	12.1	18.2	14.8	21.1	13.8	4.8	Peso de Arena	gr
RETENIDO ACUMULADO	%	11.1	23.2	41.3	56.9	77.8	91.6	100.0	Peso Inicial de Filtro	gr
PASA	%	100.0	88.8	76.8	68.7	44.1	23.2	4.8	Peso Final de Filtro	gr
ESPECIFICACION	%	100	80 - 100	70 - 85	51 - 65	38 - 52	17 - 28	8 - 12	Peso de Filtro	gr
ASFALTO LIQUIDO									FRACCION	%
TRAMO ASFALTADO									PESO TOTAL	gr
										8000.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	MP	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 G.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	8.8	8.8	8.8	8.8	
2 AGRGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N°4	%	38.26	38.26	38.26	38.26	
3 AGRGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N°4	%	55.74	55.74	55.74	55.74	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECIFICO DEL AGRGADO GRUESO - BULK		2.880	2.880	2.880		
7 PESO ESPECIFICO DEL AGRGADO FINO - BULK		2.881	2.881	2.881		
8 PESO ESPECIFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1234.7	1234.7	1234.8		
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1235.2	1235.4	1237.0		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	gr	888.9	888.4	888.8		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	cc	347.2	348.0	348.5		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-8)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/9 parafina)	cc					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-14)	cc	347.2	348.0	348.5		
16 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRQUETA (8/12)	gr/cc	3.288	3.288	3.281	3.289	
17 PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D-2041		2.410	2.410	2.418		
18 VACIOS (17-16)*100%	%	8.7	8.7	8.8	8.7	3 - 9
19 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGRGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8+16)		2.872	2.872	2.872		
20 V.M.A. 180 (2+3+4+7+16/19)	%	16.7	16.8	16.9	16.8	Min 14
21 VACIOS LLENOS CON C.A. 180 (20-19)*100	%	60.1	60.8	60.6	60.5	
22 PESO ESPECIFICO DEL AGRGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+16)		2.805	2.805	2.805		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGRGADO TOTAL (19)*100 (2+3+4+7+16)	%	0.486	0.488	0.488		
24 CEMENTO ASFALTICO EFECTIVO (1-23+3+4+7+16)	%	4.33	4.33	4.33		
25 FLUJO	mm	3.4	3.5	3.4	3.4	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		8.199	8.118	8.188		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	938	938	938		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Ng	938	938	938	938	850 - 918
30 ESTABILIDAD FLUJO	Ng/cm	2668	2718	2688	2657	1700 - 4000

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 24" (Material de Cerro) 26%
 Arena triturada 24" (Material de Rio) 23%
 Arena natural (Material de Rio) 21%
 Aditivo mejorador de adherencia 0.2%
 Cemento asfáltico PEN 65 - 100

GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 2.17.12
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psg. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

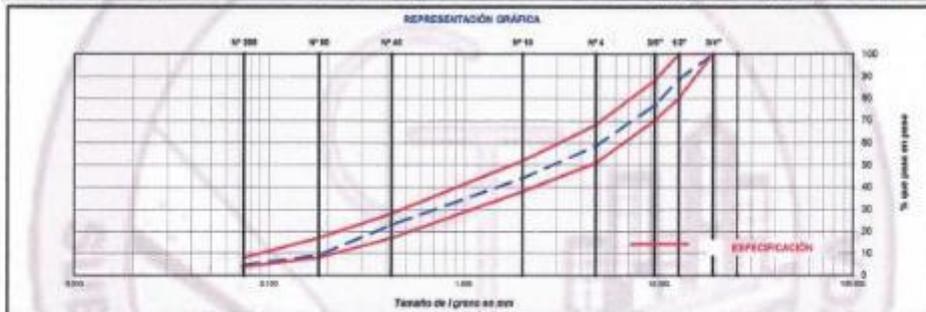
RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 gentest.v@gmail.com
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINERALOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
CANTERA: ORCUTUNA
HECHO POR: A.Y.G.
FECHA : JULIO 2021

Diseño C.A. 5.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	54"	12"	30"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 100	<Nº200	Peso Net. S.Lavado	g
ABERTURA EN mm	1380	125	2500	4.75	2.00	0.425	0.25	0.075		Peso Net. Lavado	g
PESO RETENIDO	g	656.0	7245.0	1046.0	191.9	276.6	177.0	96.1	79.8	Peso Net. Sol. <P200	g
RETENIDO PARCIAL	%		11.1	12.1	18.2	16.6	21.1	13.8	4.0	Peso de Arena	g
RETENIDO ACUMULADO	%		11.1	23.2	41.3	57.9	77.0	90.8	100.0	Peso inicial de Filtro	g
PASA	%	100.0	88.9	78.9	58.7	44.1	33.0	23.2	4.0	Peso final de Filtro	g
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	75 - 88	61 - 68	50 - 62	17 - 38	8 - 17	4 - 8	Peso de Filtro	g
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											752.8
										PESO TOTAL	g
											4808.2



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.8	6.8	6.8	6.8	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	30.08	30.08	30.08	30.08	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	55.44	55.44	55.44	55.44	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.863	2.860	2.860		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.681	2.681	2.681		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	g	1239.6	1238.7	1233.9		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1234.2	1237.3	1233.9		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	g	993.3	993.9	993.9		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	544.7	543.5	539.0		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	g					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/9) (10/9)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESAFARRADO (12-14)	c.c.	544.7	543.5	539.0		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9-11)	g/c.c.	2.288	2.274	2.287	2.275	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.300	2.300	2.300		
18 VACÍOS (15-16)/100%	%	6.8	6.2	4.7	6.2	3 - 8
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(200+300)		2.672	2.672	2.672		
20 V.M.A. 136(2+3+4)/1918	%	16.8	16.8	16.8	16.4	Mín. 14
21 PESO LLENOS CON C.A. 120(12-13)/20	%	66.7	66.3	76.8	66.6	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100+115)		2.606	2.606	2.606		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100/115)(12-13)	%	0.504	0.504	0.504		
24 CEMENTO ASFÁLTICO ESPECÍFICO 1-120(12+13)/100	%	5.62	5.32	5.62		
25 FLUJO	mm	3.9	3.9	3.9	3.0	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		16.188	16.188	16.188		
27 ESTABILIDAD (EN CORREGIR)	Kg	1093	1092	1090		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.60	1.60	1.60		
29 ESTABILIDAD CORRIGIDA	Kg	1048	1048	1048	1036	Mín. 818
30 ESTABILIDAD FLUJO	Figon	3480	3508	3497	3495	Mín. 3400

OBSERVACIONES:
 Grava Infrada 54" (Material de Cerro) 34%
 Arena Infrada 318" (Material de Río) 30%
 Arena natural (Material de Río) 31%
 Aditivo mejorador de adherencia 6.9%
 Cemento asfáltico PDU 68 - 100

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP Nº 247372
 -FE DE LABORATORIO-

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Fsj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril (cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotestv@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo-Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINERALOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
 TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
 CANTERA: ORCUTUNA
 HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: JULIO 2021

Diseño C.A. 6.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	1 1/2"	2 1/2"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	<N°200	Peso Mat. Sólida	gr	
ABERTURA EN mm	19.000	37.500	62.500	4.750	2.000	0.850	0.250	0.075		Peso Mat. Lavado	gr	
PESO RETENIDO	gr	8698.0	7240.0	10890.0	180.0	270.0	177.0	58.0	59.5	Peso Mat. Lav + Fibra	gr	
RETENIDO PARCIAL	%	11.1	12.1	18.3	14.9	21.1	13.8	4.5	4.8	Peso de Arena	gr	
RETENIDO ACUMULADO	%		11.1	23.2	41.3	56.9	77.0	90.4	100.0	Peso total de Fibra	gr	
PASA	%	100.0	88.9	76.8	58.7	44.1	33.0	22.2	4.8	Peso total de Fibra	gr	
ESPECIFICACIÓN	%	100	95 - 100	75 - 85	51 - 58	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 9	Peso de Fibra	gr	
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											MEZCLA	780.8
										PESO TOTAL	8000.0	



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
BRQUETAS	N°	1	2	3	PROVEIDO	ESPECIFIC.
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.8	5.8	5.8	6.8	
2. AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	39.85	39.85	39.85	36.65	
3. AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	46.15	46.15	46.15	46.15	
4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5. PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.940	2.980	2.980		
7. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.581	2.581	2.581		
8. PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9. PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1236.7	1237.8	1238.1		
10. PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1236.5	1237.1	1236.9		
11. PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	gr	699.3	699.7	699.9		
12. VOLUMEN DE LA BRQUETA (16-11)	cc	540.0	538.4	540.3		
13. PESO DE LA PARAFINA (16-9)	gr					
14. VOLUMEN DE PARAFINA (13Fe parafin)	cc					
15. VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (16-14)	cc	540.0	538.4	540.3		
16. PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (9H)	gr/cc	2.290	2.298	2.292	2.294	
17. PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-204	%	3.8	3.8	3.8	3.7	3 - 6
18. PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6)(20+14+9)		2.572	2.572	2.572		
19. V.M.A. 100(2+3+4+7)(16+18)	%	18.3	18.0	18.3	18.2	Mín. 14
20. VAGOS LLENOS CON C.A. 100(20-18)(50)	%	76.4	76.3	76.8	77.3	
21. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6)(16+17+15)		2.608	2.608	2.608		
22. C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(20-18)(50)^2/18)	%	0.807	0.807	0.807		
23. CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO % (20(2+3+4+6)(18)	%	5.52	5.52	5.52		
24. FLUJO	mm	3.3	3.3	3.3	3.3	2 - 4
25. LECTURA DEL EQUIPO		10.899	10.899	10.899		
26. ESTABILIDAD EN CORREGIR	Kg	1090	1091	1090	1090	Mín. 875
27. FACTOR DE ESTABILIDAD	g	1.01	1.01	1.01		
28. ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1090	1091	1090	1090	Mín. 875
29. ESTABILIDAD-FULLO	Kg/mm	3273	3269	3269	3268	Mín. 1700 - 4500

OBSERVACIONES:
 Grava silicea 3/4" (Material de Cerro) 36%
 Arena silicea 3/16" (Material de Rio) 37%
 Arena natural (Material de Rio) 31%
 Aditivo reductor de adhesión 0.3%
 Cemento asfáltico PEN 21 - 100

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 I.P.E. DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

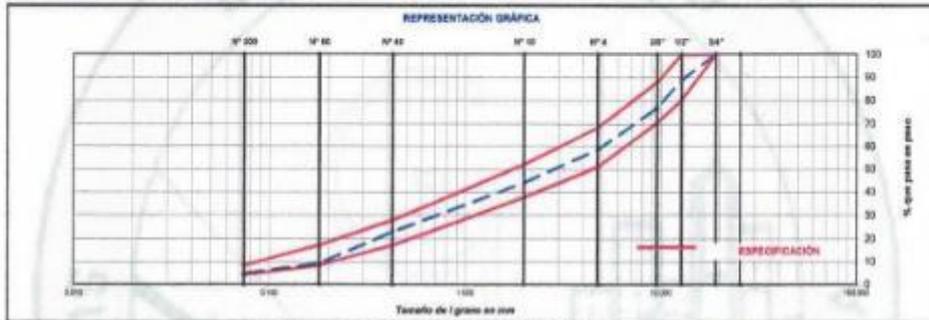
RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
CANTERA: ORCOTUNA
HECHO POR: A.Y.G
FECHA: JULIO 2021

Diseño C. A. 6.5%

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1 1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 100	<N° 200	Peso Mat. Sólida	%
ABERTURA EN mm	19.000	37.500	9.500	4.750	2.000	0.425	0.250	0.075		Peso Mat. Lavado	%
PESO RETENIDO	g	000.0	7245.0	1000.0	186.8	270.8	177.0	50.0	39.2	Peso Mat. Lix + Fines	%
RETENIDO PARCIAL	%		11.1	12.1	18.2	14.0	21.1	13.8	4.3	Peso de Arena	%
RETENIDO ACUMULADO	%		11.1	23.2	41.3	55.3	77.3	90.8	95.4	Peso Fines de Fieles	%
PASA	%	100.0	88.9	78.8	58.7	44.1	33.2	22.2	4.8	Peso Fines de Fieles	%
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 85	51 - 60	20 - 62	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Fieles	%
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	g
											783.8
											8000.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	MP	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.2	6.8	6.8	6.9	6.9
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	38.84	39.04	38.84		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	52.88	52.90	52.90		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.580	2.580	2.580		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.581	2.581	2.581		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	g	1238.3	1238.3	1237.9		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1238.3	1238.0	1238.0		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	g	890.0	890.9	890.8		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	330.5	330.2	330.8		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	g					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (10/9 parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESHIZAJAMIENTO (12-14)	c.c.	330.5	330.2	330.8		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9-15)	g/c.c.	2.286	2.289	2.288	2.286	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.372	2.372	2.372		
18 VACIOS (17-16)/(2041)	%	5.2	5.3	5.1	5.2	3 - 8
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2+3+4)		2.541	2.541	2.541		
20 V.M.A. (100-2+4)/(1+19)	%	16.8	17.0	16.8	16.8	Mín. 14
21 VACIOS LLENOS CON C.A. (100-25-16/20)	%	69.8	69.3	69.3	69.8	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(10+17-18)		2.618	2.615	2.618		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100-25-18)/(22-18)	%	0.506	0.506	0.506		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-GP(2+3+4)/23	%	0.03	0.03	0.03		
25 FLUIDO	mm	3.8	3.8	3.8	3.8	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		10.815	10.822	10.820		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	%	1113	1118	1118		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	%	1113	1128	1118	1115	Mín. 818
30 ESTABILIDAD FLUIDO	Kg/cm	2820	2816	2820	2815	1780 - 4000

OBSERVACIONES:
 Arena 3/4" (Material de Cerro) 26%
 Arena 1/4" (Material de Fieles) 33%
 Arena natural (Material de Fieles) 31%
 Aditivo reductor de adherencia 0.0%
 Cemento asfáltico PFM 65 - 100

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 347312
 JEFE DE LABORATORIO



DIRECCIÓN : Pj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
CANTERA: ORCOTUNA

HECHO POR: A.Y.G
FECHA: JULIO 2021

Diseño C. A. 7.0%

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 100	<Nº200	Peso Mat. S/Lavado	g	
ABERTURA EN mm	19.000	12.750	9.525	4.750	2.000	9.425	6.15	6.875		Peso Mat. Lavado	g	
PESO RETENIDO	g	3056.0	7243.0	10693.0	190.0	279.0	177.0	58.0	38.1	Peso Mat. Lav. +Fibra	g	
RETENIDO PARCIAL	%		11.1	12.1	59.2	14.8	21.1	13.9	4.5	Peso de Asfalto	g	
RETENIDO ACUMULADO	%		11.1	23.2	41.3	56.1	77.0	90.9	100.0	Peso H2O de Fibra	g	
PASA	%	100.0	88.9	78.9	59.7	44.1	23.0	9.2	4.5	Peso final de Fibra	g	
ESPECIFICACIÓN	%	100	88-100	70-80	51-60	35-42	17-20	8-17	4-8	Peso de Fibra	g	
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%	
TRAMO ASFALTADO											782.0	
											PESO TOTAL	g
											6096.0	



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFICO
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	7.8	7.8	7.6	7.8
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + Nº 4	%	30.44	30.44	30.44	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + Nº 4	%	54.56	54.56	54.56	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%				
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.860	2.860	2.860	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.581	2.581	2.581	
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE					
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	g	1234.9	1232.3	1233.6	
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1230.4	1234.3	1232.7	
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	g	869.0	866.6	867.8	
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	cc	526.4	520.4	523.5	
13	PESO DE LA PARAFINA (10-8)	g				
14	VOLUMEN DE PARAFINA (10/8 parafina)	cc				
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO (11-14)	cc	536.4	520.4	528.5	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (8-15)	g/cc	2.283	2.285	2.284	2.284
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.548	2.548	2.548	
18	VACÍOS (17-18)/100%	%	2.8	2.7	2.7	2 - 6
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+10+11+14+16)		2.572	2.572	2.572	
20	V.M.A. 100-(2+3+4)/19.5	%	17.8	17.4	17.4	17.8
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100/100-19.5	%	84.1	84.8	84.4	84.3
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+10+11+14+16)		2.658	2.658	2.658	
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100/100-19.5/2.6)	%	0.283	0.303	0.293	
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(2+3+4)/19.5	%	6.53	6.53	6.53	
25	FLUID	mm	4.3	4.2	4.4	4-4
26	LECTURA DEL EQUIPO		19.899	19.199	19.199	
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	%g	1025	1030	1030	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.30	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	%g	1826	1836	1836	1871
30	ESTABILIDAD-FLUID	%g/cm	2384	2471	2541	2388

OBSERVACIONES:
Arena bituminosa 3/4" (Material de Cerro) 38%
Arena bituminosa 3/8" (Material de Rio) 33%
Arena natural (Material de Rio) 31%
Aditivo mejorador de adherencia 2.5%
Cemento asfáltico PEN 55 - 100

GEO TEST V S.A.C.
INGENIERIA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
CIP N° 247312
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

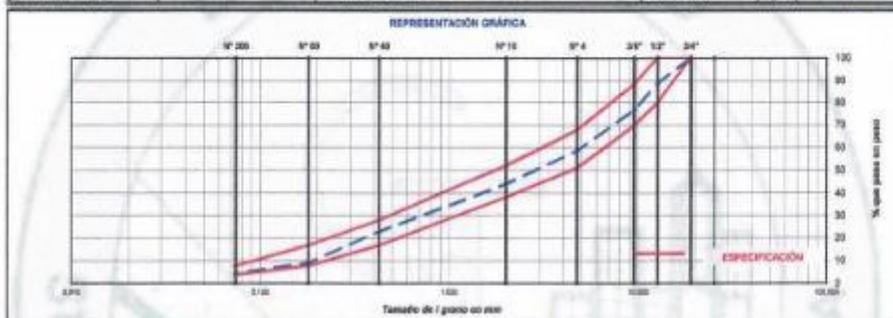
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
 RESISTA: WLLA ROQUE PERCY
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
 CANTERA: CROCIUTAMA

HECHO POR: A.Y.G
 FECHA: JULIO 2021

Diseño C.A. 6.4% - ÓPTIMO

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1 1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. G/Lavado	g
ABERTURA EN mm	19.000	37.500	9.525	4.750	2.000	0.425	0.250	0.075	0.075	Peso Mat. Lavado	g
PESO RETENIDO	gr	6000.0	7000.0	10000.0	100.0	270.0	177.0	91.0	30.0	Peso Mat. Lav. Filtro	g
RETENIDO PARCIAL	%		11.1	12.1	18.2	14.0	21.1	13.0	4.0	Peso de Asfalto	g
RETENIDO ACUMULADO	%		11.1	23.2	41.3	55.3	77.0	90.0	100.0	Peso total de Filtro	g
PASA	%	100.0	88.9	78.9	58.7	44.1	33.0	9.0	0.0	Peso final de Filtro	g
ESPECIFICACIÓN	%	100	85 - 100	70 - 85	51 - 65	30 - 42	17 - 20	4 - 11	4 - 9	Peso de Filler	g
ASFALTO LÍQUIDO										IRRADIACIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	g
											6000.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIGUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECÍFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.40	6.40	6.40	6.40	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	36.68	36.68	36.68		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	54.92	54.92	54.92		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0128	1.0128	1.0128		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.662	2.580	2.580		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.581	2.581	2.581		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIGUETA AL AIRE	g	1231.8	1230.2	1230.0		
10 PESO DE BRIGUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1234.8	1230.0	1231.2		
11 PESO DE LA BRIGUETA EN AGUA	g	890.0	700.2	890.0		
12 VOLUMEN DE LA BRIGUETA (10-11)	c.c.	533.1	538.7	535.1		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	g					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIGUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-14)	c.c.	533.1	538.7	535.1		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIGUETA (M1)	g/c.c.	2.308	2.281	2.300	2.289	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.570	2.570	2.570		
18 VACÍOS (11-16)/(16)*17	%	3.8	3.0	3.1	3.1	3 - 8
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+6)+(20+17)+(16)		2.670	2.670	2.670		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(16)*19	%	16.8	16.3	16.3	16.4	MÍN. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	85.1	81.8	81.1	82.9	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)+(20+17)+(16)		2.610	2.610	2.610		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(20-18)/(22)*19	%	0.91	0.61	0.81		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)/(2+3+4)/100	%	0.93	0.83	0.80		
25 FLUJO	mm	-3.7	3.7	3.8	3.8	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		10.880	10.880	10.880		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1087	1122	1117		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1087	1122	1117	1100	MÍN. 810
30 ESTABILIDAD FLUJO	kg/hm	2038	3033	2884	2884	1700 - 4800

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 3/4" (Material de Cerro) 36%
 Arena triturada 3/8" (Material de Río) 33%
 Arena natural (Material de Río) 31%
 Aditivo suspendido de adhesión 0.8%
 Cemento asfáltico PEN 58 - 100

GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 347312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

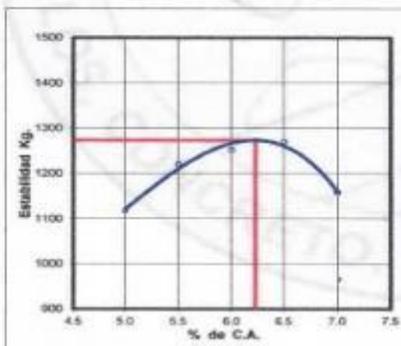
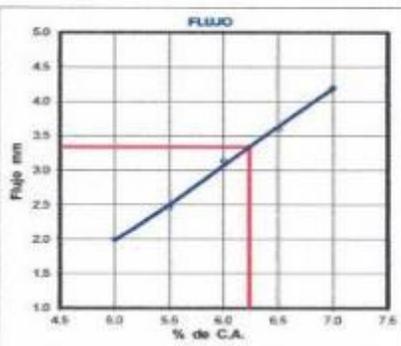
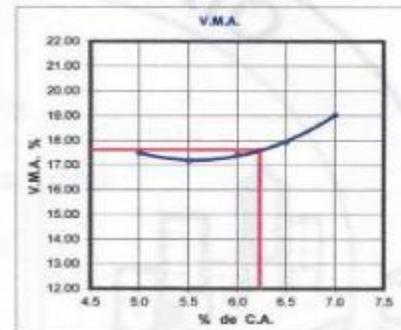
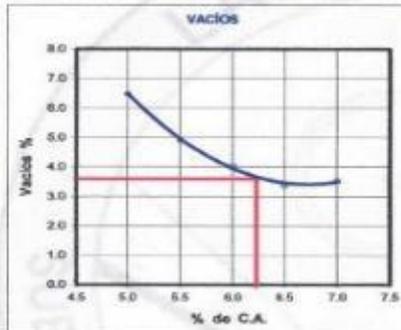
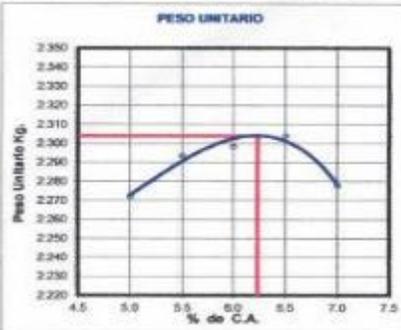


ECIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 (Ref. a una cuadra frente al parque Puzo - Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
ULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.
RUC : 20606529229

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
MATERIAL: AGREGADO GREUSO Y AGREGADO FINO
CANTERA: 3 DE DICIEMBRE



RESUMEN DE RESULTADOS

	OPTIMO %C.A.	ESPECÍF.
GOLPES POR LADO	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	6.2	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	2.305	
VACÍOS	3.4	3 - 5
V.M.A.	17.4	Min 14
VACÍOS LLENOS CON C.A.	80.5	
FLUJO	3.37	2 - 4
ESTABILIDAD	1281	Min. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	3836	1700 - 4000
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD		Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA		Min. 75

DOSIFICACIÓN	
Grava triturada 3/4" (Material de Río)	36.0%
Arena triturada 3/16" (Material de Río)	33.0%
Arena natural (Material de Río)	31.0%
Aditivo mejorador de adherencia	
Cemento asfáltico	

GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JEREY FELIZ SULCARAY
 CIP 17 42312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

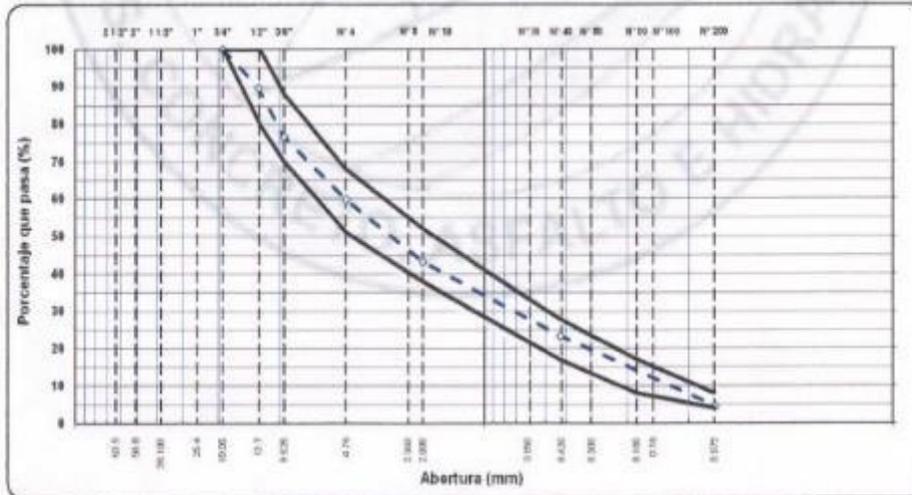
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS
 MTC E-602 - ASTM D-2172 - AASHTO T-184
 MTC E-603 - ASTM D-646 - AASHTO T-30

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINERALOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y FINO
CANTERA: ORCOTUNA
ELAB. POR: A. Y. G.
FECHA: JULIO 2021

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	11:59 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1288.8 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1182.8 gr
1/2"	12.700	123.2	10.4	10.4	89.6	90 - 100	Peso mat. lav. + filar en el filtro	1194.1 gr
3/8"	9.525	152.8	12.9	23.3	76.7	76 - 88	Peso inicial del filtro	31.9 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	33.4 gr
N°4	4.750	200.0	15.9	40.2	59.6	61 - 66	Peso del filar en filtro	1.6 gr
N°6	2.360						Peso del asfalto	81.4 gr
N° 10	2.000	190.8	15.0	55.8	43.2	38 - 52	Contenido de asfalto	6.43 %
N° 15	1.180						Relación Polvo - Asfalto	0.79
N° 20	0.840							
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	236.1	18.9	76.7	23.3	17 - 26		
N° 50	0.300							
N° 60	0.250	175.8	14.6	91.5	8.5	8 - 17		
N° 100	0.150							
N° 200	0.075	48.6	3.9	95.5	4.5	4 - 8		
< 200	-	53.5	4.5	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:


ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CP. N° 217312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



AGREGADOS DE RIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C.



COMBINACIÓN TEÓRICA DE AGREGADOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotestv@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C.



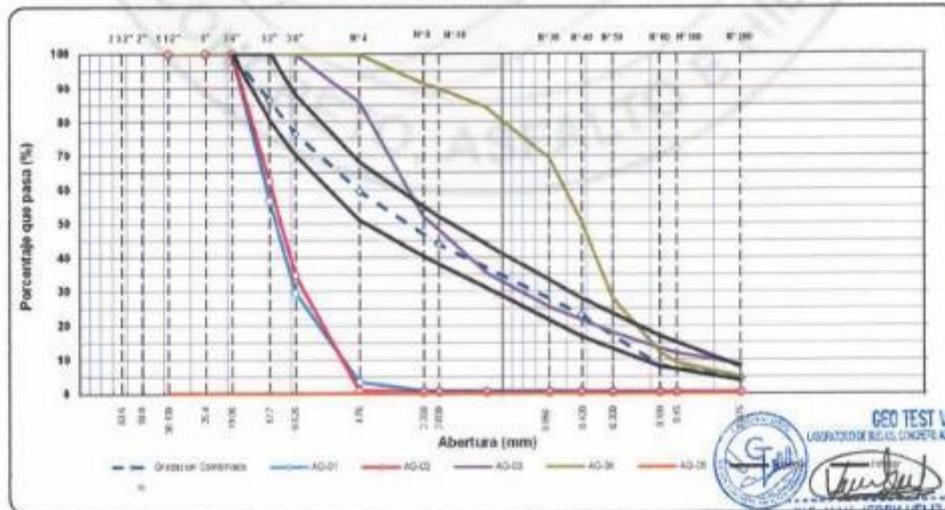
ANÁLISIS
COMBINACION GRANULOMETRICA DE AGREGADOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINERALOGIA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE"
 TESISISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: ORCDTUNA
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO DE CERRO
 HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: JULIO 2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS_Diseño 01								COMBINACION		
		AG-01		AG-02		AG-03		AG-04		100	MIN	MAX
		Grava 3/4" de Rio	% Aporte	Grava 3/4" de Cerro	% Aporte	Arena Chancada de Cerro	% Aporte	Arena Natural de Rio	% Aporte			
			0		36		33		31			
1 1/2"	38.100	100.0	0.00	100.0	36.00	100.0	33.00	100.0	31.00	100.0	-	-
1"	25.400	100.0	0.00	100.0	36.00	100.0	33.00	100.0	31.00	100.0	-	-
3/4"	19.050	100.0	0.00	100.0	36.00	100.0	33.00	100.0	31.00	100.0	100	100
1/2"	12.700	86.8	0.00	82.4	22.45	100.0	33.00	100.0	31.00	86.4	80	100
3/8"	9.525	29.8	0.00	34.7	12.80	100.0	33.00	100.0	31.00	79.8	70	95
Nº 4	4.750	3.5	0.00	0.9	0.33	85.7	28.29	89.7	30.82	59.8	51	59
Nº 8	2.360	1.0	0.00	0.4	0.13	52.1	17.19	91.3	28.31	45.8		
Nº 10	2.000	1.0	0.00	0.3	0.12	48.1	15.89	89.9	27.87	43.9	38	52
Nº 16	1.190	0.9	0.00	0.3	0.12	35.4	11.87	84.1	28.09	37.9		
Nº 30	0.600	0.8	0.00	0.3	0.12	25.3	8.30	69.2	21.44	29.9		
Nº 40	0.425	0.8	0.00	0.3	0.12	21.6	7.19	50.8	15.75	23.1	17	28
Nº 60	0.300	0.7	0.00	0.3	0.11	18.0	5.95	27.9	8.55	14.7		
Nº 80	0.180	0.6	0.00	0.3	0.11	13.4	4.43	12.2	3.77	8.3	8	17
Nº 100	0.150	0.5	0.00	0.3	0.10	11.9	3.94	9.1	2.82	6.9		
Nº 200	0.075	0.3	0.00	0.2	0.09	8.8	2.85	4.8	1.50	4.4	4	8

CURVA GRANULOMETRICA



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. TONY JERRY VILLALBA SANCHEZ
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCION : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

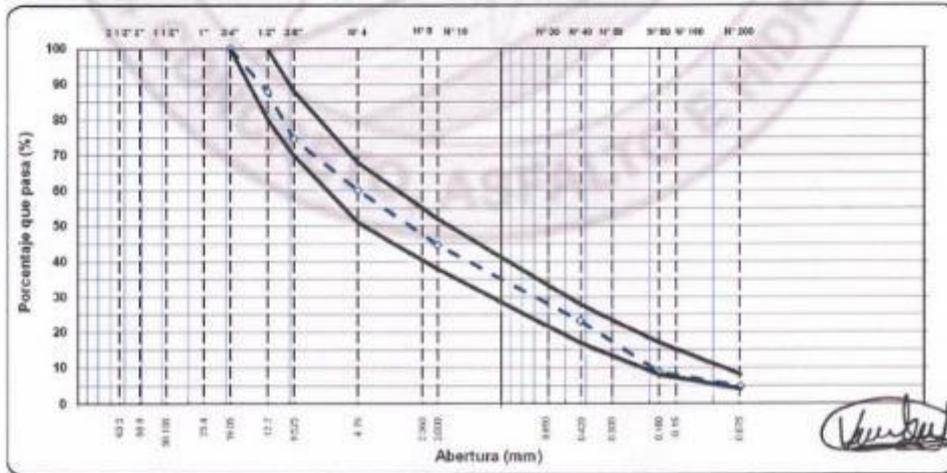
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "INCIDENCIA DE LA MINERALOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
 TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: 3 DE DICIEMBRE
 MATERIAL: AGREGADO DE RIO
 HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: JULIO 2021

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 3	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMARO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Peso Inicial de la muestra	21839.6 gr
1"	25.400						Peso Fracción	662.0 gr
3/4"	19.050				100.0	100		
1/2"	12.700	3850.0	12.1	12.1	87.9	80 - 100		
3/8"	9.525	4215.0	13.2	25.3	74.7	70 - 98	COMBINACION DE AGREGADOS	
1/4"	5.900						Grava chancada de 3/4" de Rio	36.0 %
N°4	4.750	4055.0	14.6	40.0	60.0	51 - 88	Arena Chancada 1/4" de Rio	33.0 %
N°8	2.360						Arena Natural 1/4" de Rio	31.0 %
N°10	2.000	106.0	15.3	55.3	44.7	38 - 82	Cemento	0.0 %
N°16	1.190						Cal	0.0 %
N°20	0.840							
N°30	0.600						Muestra #	01
N°40	0.425	233.0	21.5	76.7	23.3	17 - 28		
N°50	0.300							
N°80	0.180	159.0	14.6	91.3	0.7	8 - 17		
N°100	0.150							
N°200	0.074	42.6	3.9	95.3	4.7	4 - 8		
< 200	-	51.4	4.7	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: _____

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



PROPIEDADES DE AGREGADOS



DIRECCIÓN : PnJ. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com,

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ABRASIÓN LOS ANGELES
 (MTC E207 - ASTM C131 - AASTHO T98)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGIA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

TESISTA: VILLA ROQUE PERCY

Centra: 3 DE DICIEMBRE

Materia: AGREGADO GRUESO

Hecho por: A.Y.G.

Fecha: JULIO 2021

Muestra: M02

GRADACIÓN	"B"			
ESFERAS	11			
1 1/2" - 1"	1250			
1" - 3/4"	1250.1			
3/4" - 1/2"	1250			
1/2" - 3/8"	1250			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N°4	-			
N°4 - N°8	-			
Peso Muestra	5000.1			
Peso Retenido Tamiz N° 12	4181			
Peso Pasante Tamiz N° 12	819.1			
% DESGASTE	16.38			
PROMEDIO			16.4%	
ESPECIFICACION:	MAX.		35.0%	OK

OBSERVACIONES:

CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA


 GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO



DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C.

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS
 (ASTM D4791)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASPÁLTICAS EN CALIENTE
 TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: 3 DE DIEMBRE
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO
 Hecho por: A.Y.G.
 Fecha: JULIO 2021

Muestra: M02

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	OBSERVACIONES
Pesa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Parcial	CxD	
2"	1 1/2"	15000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1 1/2"	1"	10000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1"	3/4"	5000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3/4"	1/2"	2310.9	28.3	1.2	12.1	14.8	
1/2"	3/8"	1063.6	25.3	2.4	13.2	31.4	
Σ		8,374.5	53.6		25.3	46.2	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)					1.8		
ESPECIFICACION:					MAXIMO	15.0%	OK

OBSERVACIONES:



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 C.R.P. N° 247312
 C/FE. GE. LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
 (NTC E205, NTP 400.022)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: 3 DE DIEMBRE
 MATERIAL: AGREGADO FINO DE RIO
 Hecho por: A.Y.G.
 Fecha: JULIO 2021

Muestra: M02

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa 2.62 g/cm³
 Peso específico SSS: 2.63 g/cm³
 Peso específico Aparente 2.65 g/cm³
 Absorción: 0.32 %

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	0
Peso de Fiola	(g)	151.70
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	961.80
Peso del agregado seco	(g)	496.40
Volumen de fiola	(cm ³)	500
Peso Especifico de Masa	(g/cm ³)	2.62
Peso Especifico SSS	(g/cm ³)	2.63
Peso Especifico Aparente	(g/cm ³)	2.65
Absorción	(%)	0.32

OBSERVACIONES :


 GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP. N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : P.O. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS
 (MTC E206, NTP 400.021)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

TESISTA: VILLA ROQUE PERCY

CANTERA: 3 DE DICIEMBRE

Hecho por: A.Y.G.

MATERIAL: AGREGADO GRUESO DE RIO

Fecha: JULIO 2021

Muestra: M02

AGREGADO GRUESO

Peso específico de Masa 2.60 g/cm³
 Peso específico SSS: 2.64 g/cm³
 Peso específico Aparente: 2.70 g/cm³
 Absorción: 1.38 %

ITEM	P-1	P-1
1. Peso de agregado en estado SSS (gr)	3670.0	3670.0
2. Peso de agregado sumergido (gr)	2280.0	2280.0
3. Peso del agregado secado en horno (gr)	3620.0	3620.0
4. Peso Especifico de Masa (gr/cm ³)	2.60	2.60
5. Peso Especifico SSS (gr/cm ³)	2.64	2.64
6. Peso Especifico Aparente (gr/cm ³)	2.70	2.70
7. Absorción (%)	1.38	1.38

GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

OBSERVACIONES : _____

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 POR LAVADO
 NTP 400.018-ASTM C 117-MTC E-202

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
CANTERA: 3 DE DICIEMBRE
MATERIAL: AGREGADO
Hecho por: A.Y.G.
Fecha: JULIO 2021

Muestra: M02

Muestra	M-02
Tamaño máximo nominal	3/4"
Masa seca de la muestra original	2740.0
Masa seca de la muestra después del lavado	2614.0
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	4.6 %

OBSERVACIONES:


GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SILCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO



DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

EQUIVALENTE DE ARENA
(MTC E114 - ASTM D2419 - AASHTO T176)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

TESISTA: VILLA ROQUE PERCY

CANTERA: 3 DE DIEMBRE

MATERIAL: AGREGADO FINO DE RIO

ELAB. POR: A.Y.G.

FECHA: JULIO 2021

Muestra: M02

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	09:00	09:02	09:04
4	Hora de Salida	09:10	09:12	09:14
5	Hora de Entrada	09:12	09:14	09:16
6	Hora de Salida	09:32	09:34	09:36
7	Altura Maxima de Material Fino	7.70	7.30	7.10
8	Altura Maxima de la Arena	3.28	3.30	3.38
9	Equivalente de Arena (%)	42.6	45.2	47.6
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	46.0		
11	ESPECIFICACION:	MINIMA:	35.0%	OK

OBSERVACIONES :



GEO TEST V. S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
CIP N° 247312
JEFE DE LABORATORIO

DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
 (MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
 CANTERA: 3 DE DICIEMBRE
 MATERIAL: AGREGADO FINO
 Hecho Por: A.Y.G.
 Fecha: JULIO 2021

Datos de la Muestra: M02

AGREGADO FINO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4	0.8					
N° 4	N° 8	4.1	100.0	99.0	1.00	1.00	0.04
N° 8	N° 16	4.7	100.0	98.0	2.00	2.00	0.09
N° 16	N° 30	17.0	100.0	97.5	2.50	2.50	0.43
N° 30	N° 50	28.7	100.0	97.0	3.00	3.00	0.88
N° 50	N° 100	25.8	100.0	95.3	4.70	4.70	1.21
TOTALES							2.63

OBSERVACIONES :



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

DIRECCION : P.sj. GRAU N° 211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
 (MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

TESISTA: VILLA ROQUE PERCY

CANTERA: 3 DE DICIEMBRE

MATERIAL: AGREGADO GRUESO

Hecho Por: A.Y.G.

Fecha: JULIO 2021

Datos de la Muestra: M02

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"	5.1					
1"	3/4"	14.8					
3/4"	1/2"	22.5					
1/2"	3/8"	12.8	670.1	536.9	133.20	19.88	2.54
3/8"	N° 4	4.8	300.5	274.3	26.20	8.72	0.42
TOTALES		60.0	970.6				2.96
% Máximo Especificado							

OBSERVACIONES :



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES
 (MTC E219)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

TESISTA: WILLA ROQUE PERCY

CANTERA: 3 DE DÍEMBRE

MATERIAL: AGREGADO FINO DE RIO

Hecho por: A.Y.G.

Fecha: JULIO 2021

Muestra: M02

AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA	
			1	2
1.-	Recipiente			
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	180.98	180.98
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	180.99	180.99
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.01	0.01
5.-	Peso de Agregado (A)	g	500.0	500.0
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	500.0	500.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	50.0	50.0
8.-	Salas Solubles $(1/((C \times A) / (D \times B))) \times 100$	%	0.020	0.020
9.-	Promedio Salas Solubles	%	0.020	
ESPECIFICACION:		MAXIMO	1%	OK

OBSERVACIONES :



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

(Signature)
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
TESTISTA: VILLA ROQUE PERCY
MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
CANTERA: 3 DE DICIEMBRE

HECHO POR: A.Y.G
FECHA: JULIO 2021

Diseño C.A. 6.2% - ÓPTIMO

ENSAYO GRANULOMÉTRICO								LAVADO ASFÁLTICO			
TAMIZ ASTM	3/4"	1 1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. S/Lava	gr
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	9.525	4.750	2.000	0.425	0.250	0.075	0.075	Peso Mat. Lavado	gr
PESO RETENIDO	gr	650.0	1450.0	6611.0	221.0	206.1	209.4	62.0	66.7	Peso Mat. Lav + Fibra	gr
RETENIDO PARCIAL	%	12.1	14.9	13.2	16.8	26.4	14.8	4.3	4.8	Peso de Asfalto	gr
RETENIDO ACUMULADO	%	12.1	27.0	43.2	59.9	76.3	81.1	85.4	100.0	Peso total de Fibra	gr
PASA	%	100.0	87.9	73.0	59.7	44.3	33.7	22.7	0.0	Peso final de Fibra	gr
ESPECIFICACIÓN	%	100	80-100	75-85	65-85	35-52	17-35	8-17	4-8	Peso de Filler	gr
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											948.0
											6086.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	gr	1	2	3	PROMIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.23	6.23	6.23	6.23	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + Nº 4	%	37.74	37.74	37.74	37.74	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + Nº 4	%	56.03	56.03	56.03	56.03	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.3120	1.0120	1.0120		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.634	2.634	2.634		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.620	2.620	2.620		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1236.0	1236.0	1236.0		
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1227.0	1238.0	1237.0		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	gr	730.0	701.0	701.0		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA - (10-11)	c.c.	335.0	327.7	326.0		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-8)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/9 aparente)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	335.0	327.7	326.0		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (8/9)	gr/c.c.	3.388	3.383	3.384	3.388	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2911		2.350	2.350	2.350		
18 VACIOS (17-16)/100%	%	3.3	3.4	3.3	3.4	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6+7+10+11+12)		2.617	2.617	2.617		
20 V.M.A. (10-8+3+4+7)/100%	%	17.2	17.8	17.4	17.4	Mín. 14
21 VACIOS LLENOS CON C.A. 100/20-18/20	%	81.1	86.0	86.8	86.8	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6+7+10+11+12)		2.622	2.622	2.622		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (10/9+10+11+12)/100%	%	0.08	0.08	0.08		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (1-23)/2+3+4+7+10	%	0.16	0.16	0.16		
25 RUIZO	mm	0.8	0.2	0.4	0.4	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		12.845	12.470	12.688		
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1310	1370	1260		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1310	1370	1264	1261	Mín. 810
29 ESTABILIDAD-FILLO	kg/cm	3743	3989	3808	3828	1700 - 4000

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 3/4" (Material de Río) 36%
 Arena triturada 3/8" (Material de Río) 33%
 Arena natural (Material de Río) 31%
 Aditivo emulsionador de estereos 0.07%
 Cemento asfáltico PEN 65 - 100


GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 1996-1997-1998-1999-2000

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo - Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

TELÉFONO : 952525151 - 972831911 - 991375093

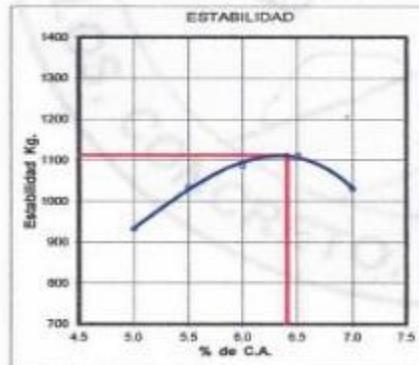
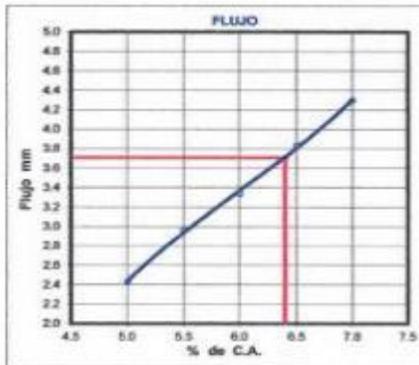
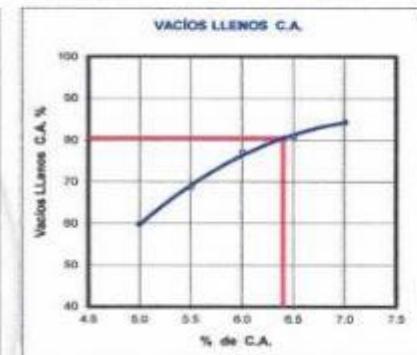
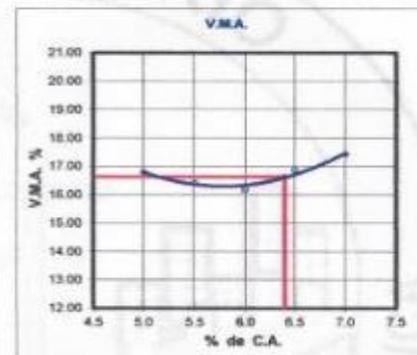
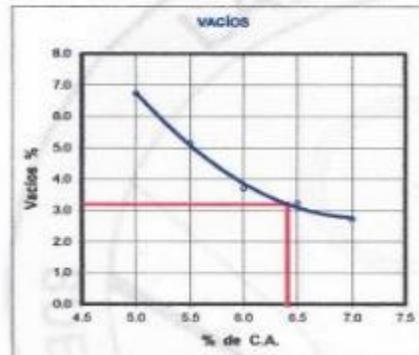
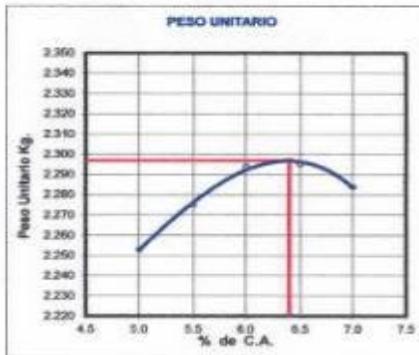
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

RUC : 20606529229

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
CANTERA: ORCDTUNA



RESUMEN DE RESULTADOS

	OPTIMO %C.A.	ESPECIFIC.
GOLPES POR LADO	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	6.4	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	2.299	
VACÍOS	3.1	3 - 5
V.M.A.	16.4	Min 14
VACÍOS LLENOS CON C.A.	80.9	
FLUJO	3.77	2 - 4
ESTABILIDAD	1109	Min. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	2943	1790 - 4000
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD		Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA		Min. 75
DOSIFICACIÓN		
Grava triturada 3/4" (Material de Cerro)	36.0%	
Arena triturada 3/16" (Material de Río)	33.0%	
Arena natural (Material de Río)	31.0%	
Aditivo mejorador de adherencia		
Cemento asfáltico	PEN 85 - 100	



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP Nº 247312

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINERLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
TESISTA: VILLA ROQUE PERCY
MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
CANTERA: 3 DE DICIEMBRE

HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: JULIO 2021

Diseño C.A. 5.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	N° 200	Peso Mat. S/Lavado	g
ABERTURA EN mm	19.000	12.700	9.500	4.750	2.000	0.850	0.250	0.075	0.075	Peso Mat. Lavado	g
PESO RETENIDO	g	6090.9	7458.3	8611.8	2313.3	206.1	208.4	60.3	55.7	Peso Mat. Lav. 1ºWc	g
RETENIDO PARCIAL	%	12.1	14.9	15.2	15.8	20.4	14.8	4.3	4.8	Peso de Asfalto	g
RETENIDO ACUMULADO	%	12.1	27.0	42.0	57.8	78.2	93.0	97.4	100.0	Peso total de Fines	g
PASA	%	100.0	87.8	73.0	58.7	44.1	33.7	22.6	10.0	Peso final de Fines	g
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 90	70 - 80	61 - 68	50 - 62	40 - 47	30 - 37	20 - 25	FRACCIÓN	%
ASFALTO LÍQUIDO											345.0
FRANCO ASFALTADO											3200.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	G.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	9.0	8.8	8.9	8.9
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	38.24	38.24	38.24	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	56.76	56.76	56.76	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%				
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.018	1.018	1.018	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.828	2.804	2.804	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.820	2.820	2.820	
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE					
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	g	1020.8	1030.1	1025.5	
10	PESO DE BRIQUETA AL AGUA (SATURADO)	g	1254.4	1237.4	1245.9	
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	g	888.2	888.5	888.3	
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	cc	545.1	540.8	542.9	
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	g				
14	VOLUMEN DE PARAFINA (15Pa parafina)	cc				
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-16)	cc	545.1	540.8	542.9	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (815)	g/cc	2.062	2.085	2.072	2.072
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.430	2.436	2.430	
18	VACÍOS (17-16)/100%	%	6.8	6.8	6.8	6.8
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+5)/(8+9+10)		2.617	2.617	2.617	
20	V.M.A. 100 (2+3+4)/(8+9)	%	17.8	17.8	17.8	17.8
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100 (20-19)/100	%	81.3	84.7	83.0	83.0
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(8+9+10+11)		2.622	2.622	2.622	
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(12-11)/(8+9+10+11))	%	0.086	0.086	0.086	
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-23/(2+3+4+19)	%	4.92	4.92	4.92	
25	FLUIDO	mm	3.8	3.8	3.8	3.8
26	LECTURA DEL EQUIPO		18.848	18.887	18.868	
27	ESTABILIDAD SIN CORRECCIÓN	kg	1118	1120	1120	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1118	1120	1120	1118
30	ESTABILIDAD-FLUIDO	kg/cm	2880	2895	2885	2882

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 3/4" (Material de Rio) 38%
 Arena triturada 3/8" (Material de Rio) 33%
 Arena natural (Material de Rio) 21%
 Aditivo resposador de adherencia 0.0%
 Cemento asfáltico PEN 85 - 100

GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 INC. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com,
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "VARIACIÓN DE LA MINERLOGÍA DE LOS AGRÉGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
TESISTA: WILLY ROQUE PERCY
MATERIAL: AGRÉGADO GRUESO Y AGRÉGADO FINO
CANTERA: 3 DE DICIEMBRE
MECNO POR: A. Y.G
FECHA: JULIO 2021

Diseño C.A. 5.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	1 1/2"	2 1/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 20	Nº 40	Nº 60	Nº 100	Nº 200	Peso Mat. Sólido	gr.
ABERTURA EN mm	19.000	37.500	59.700	4.750	2.000	840	425	250	150	75	Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.	656.0	108.5	461.8	221.3	108.1	59.4	30.5	16.7	8.7	Peso Mat. Lav. < 75µm	gr.
PERCENTUAL	%	12.1	14.9	13.2	13.6	20.4	14.8	4.3	4.4	4.4	Peso de Asfalto	gr.
PERCENTUAL ACUMULADO	%	12.1	27.0	40.3	53.9	74.3	89.1	93.4	97.8	100.0	Peso total de Fines	gr.
PASA	%	100.0	87.9	73.0	58.7	44.1	33.7	28.9	23.6	19.6	Peso total de Fines	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	500	80-180	70-90	81-68	28-52	17-35	8-17	4-8		Peso de Fines	gr.
ASFALTO LIQUIDO											FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	gr.
												846.8
												88800.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	1P	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.8	5.8	5.8	5.8	
2 AGRÉGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	38.34	38.04	38.04		
3 AGRÉGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	58.45	58.45	58.45		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGRÉGADO GRUESO - BULK		2.604	2.604	2.604		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGRÉGADO FINO - BULK		2.625	2.625	2.625		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1232.2	1237.4	1239.0		
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1235.4	1236.7	1241.7		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	gr	686.2	685.2	701.8		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c.	397.2	396.4	340.1		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13P/13H/13)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-9)	c.c.	537.2	528.4	540.1		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (8/13)	gr/c.c.	2.294	2.292	2.294	2.293	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D 2041		2.413	2.413	2.413		
18 VACÍOS (13-16)/100%	%	4.8	4.6	4.8	4.8	2 - 8
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGRÉGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8+16)		2.617	2.617	2.617		
20 V.M.A. 130(2+3+4+5+6+7+8)	%	17.2	17.2	17.2	17.2	13.2
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 130(10-18)/20	%	71.3	71.1	71.4	71.3	Mín. 14
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGRÉGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8+16)		2.623	2.623	2.623		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGRÉGADO TOTAL (130*5/22-10)(82*18)	%	0.092	0.092	0.092		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1 (23)(2+3+4+5+6)	%	5.41	5.41	5.41		
25 FLUJO	mm	3.4	3.8	3.8	2.8	3 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		11.988	11.988	11.988		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1219	1222	1228		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1219	1222	1228	1228	Mín. 818
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/m	979	488	488	488	1700 - 4880

OBSERVACIONES:
 Grava 1/4" (Material de Fila) 20%
 Grava 3/8" (Material de Fila) 23%
 Arena natural (Material de Fila) 31%
 Aditivo espesador de adherencia 0.8%
 Cemento Portland 100%
PEN 65 - 100

GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 Ing. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP: 14747012

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MNERGLOGIA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE"
 TEBISTA: VILLA ROQUE PERCY
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
 CANTERA: 3 DE DICIEMBRE
 HECHO POR: A.Y.G
 FECHA: JULIO 2021

Diseño C.A. 6.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. Secular	g
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	9.525	4.750	2.000	0.425	0.075	0.075	0.075	Caso Mat. Lavado	g
PESO RETENIDO	g	6005.0	7496.5	8911.8	221.5	289.1	209.4	60.3	85.7	Caso Mat. Lav. FFBK	g
RETENIDO PARCIAL	%	12.1	14.9	15.2	15.8	20.4	14.8	4.3	4.8	Peso de Asfalto	g
RETENIDO ACUMULADO	%	100.0	87.9	73.0	58.7	44.1	33.7	8.6	4.8	Peso final de Fibras	g
PASA	%	100.0	12.1	14.9	15.2	15.8	20.4	14.8	4.3	Peso de Fibras	g
ESPECIFICACIÓN	%	100	80-100	70-85	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	FRACCIÓN	%
ASFALTO LIGADO											345.8
TRAMO ASFALTADO											6966.8



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIGUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	Q.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.0	6.8	6.0	6.0
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	27.84	27.84	27.84	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	58.16	58.16	58.16	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%				
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.915	1.915	1.915	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.934	2.934	2.934	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.925	2.925	2.925	
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE					
9	PESO DE LA BRIGUETA AL AIRE	g	1240.8	1240.8	1240.7	
10	PESO DE BRIGUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1240.8	1244.3	1225.0	
11	PESO DE LA BRIGUETA EN AGUA	g	703.2	703.2	684.8	
12	VOLUMEN DE LA BRIGUETA (10-11)	cc	539.8	541.0	534.2	
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	g				
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13% parafina)	cc				
15	VOLUMEN DE LA BRIGUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	cc	539.8	541.0	534.2	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIGUETA (9-15)	g/cc	2.289	2.287	2.288	2.288
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.285	2.285	2.285	
18	VACÍOS (17-16)/100%	%	4.8	4.1	4.8	3 - 8
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8+9)	%	2.817	2.817	2.817	
20	V.M.A. 100(2+3+4)/(16*18)	%	17.4	17.8	17.4	Mín. 14
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100(20-18)/20	%	76.9	76.8	76.8	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8+9)		2.823	2.823	2.823	
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100(12-16)/(22*18)	%	0.980	0.985	0.985	
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-23(2+3+4)/100	%	5.91	6.81	6.91	
25	FLUJO	mm	3.1	3.2	3.1	3 - 4
26	LECTURA DEL EQUIPO		12.288	12.288	12.288	
27	ESTABILIDAD EN CORREGOR	Hg	1288	1288	1288	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	Hg	1288	1288	1288	Mín. 918
30	ESTABILIDAD FLUIDA	kg/cm	4832	3922	4832	2888 - 4888

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 3/4" (Material de Rio) 36%
 Arena triturada 3/16" (Material de Rio) 23%
 Arena natural (Material de Rio) 31%
 Aditivo mejorador de adherencia 6.0%
 Cemento asfáltico 1000 1000
 FON 88 - 108


GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 34731Z
 PROF. TIT. ADMINISTRATIVO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



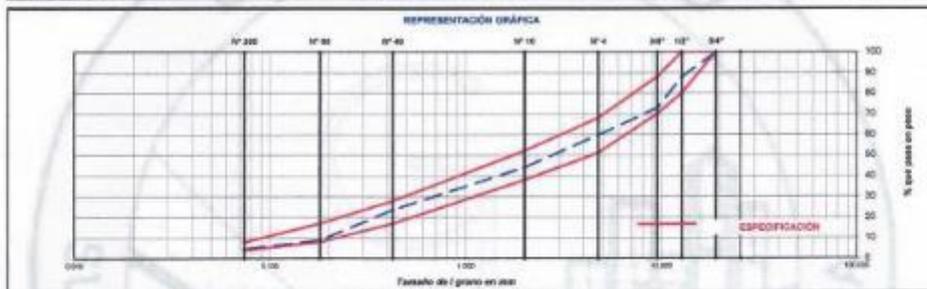
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
 TESTEA: VILLA ROQUE PERCY
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
 CANTERA: 3 DE DICIEMBRE

HECHO POR: A.Y.G
 FECHA: JULIO 2021

Diseño C.A. 6.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavado	gr
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	9.500	4.750	2.000	0.850	0.250	0.075		Peso Mat. Lavado	gr
PESO RETENIDO	gr	8005.9	7458.5	8011.8	2213.3	206.1	200.4	60.3	80.7	Peso Mat. Lav + Filtro	gr
RETENIDO PARCIAL	%	12.1	14.9	13.2	10.6	39.4	14.8	4.3	4.9	Peso de Asfalto	gr
RETENIDO ACUMULADO	%	12.1	27.0	40.3	50.9	79.3	94.1	98.4	103.3	Peso Inicial de Filtro	gr
PASA	%	100.0	87.9	73.0	69.7	60.7	55.7	51.7	51.7	Peso final de Filtro	gr
ESPECIFICACIÓN	%	100	88-100	70-88	51-68	38-52	17-20	8-17	4-8	Peso de Filtro	gr
ASFALTO LIQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										Wt. Líquido	gr
										FRACCIÓN	%
										PESO TOTAL	gr
											8000.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.8	6.8	6.8	6.8
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	37.64	37.64	37.64	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	53.99	53.99	53.99	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%				
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO AFARENTE		1.619	1.619	1.619	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.604	2.604	2.604	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.626	2.626	2.626	
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - AFARENTE					
9	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1220.8	1220.9	1220.4	
10	PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1220.4	1220.9	1220.7	
11	PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	gr	668.6	668.6	668.1	
12	VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c.	533.0	526.1	530.0	
13	PESO DE LA PARAFINA (10-11)	gr				
14	VOLUMEN DE PARAFINA (10-11)	c.c.				
15	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-14)	c.c.	687.8	654.1	671.0	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (8-15)	gr/c.c.	2.591	2.594	2.597	2.594
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.594	2.594	2.594	
18	VACIOS (17-19)*100%	%	3.4	3.4	3.3	3-5
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6+7+8+10+11)	%	2.620	2.620	2.620	
20	V.M.A. 100-Q+34*(1/1619)	%	16.8	17.3	17.3	17.3
21	VACIOS LLENOS CON C.A. 100*(20-19)/3	%	66.7	61.2	61.7	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6+7+8+10+11+12)		2.601	2.601	2.601	
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(20-19)/22*19)	%	0.091	0.091	0.091	
24	CRAMENTO ASFÁLTICO ESPECÍFICO 1-(23*(2+3+4+6+7+8+10+11+12))	%	6.41	6.41	6.41	
25	FLUJO	mm	3.7	3.8	3.8	3-6
26	LECTURA DEL EQUIPO		12.282	12.282	12.282	
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1294	1294	1293	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	k	1.05	1.05	1.05	
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1364	1364	1363	1270
30	ESTABILIDAD FLUJO	kg/cm	3497	3563	3550	3620

OBSERVACIONES

Grava triturada 3/4" (Material de Río) 30%

Grava triturada 3/8" (Material de Río) 31%

Grava natural (Material de Río) 31%

Aditivo mejorador de adherencia 0.2%

Cemento asfáltico PEN 85 - 100

GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247318
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCION : Pj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

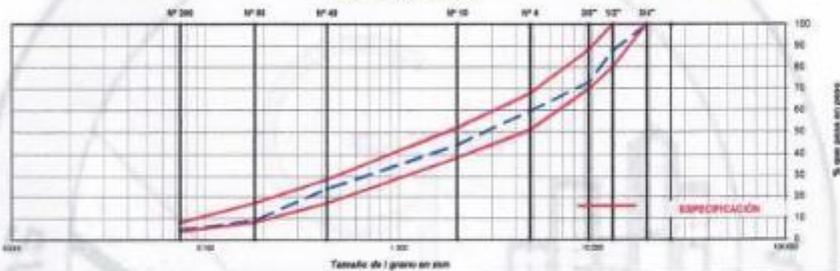
TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
 TESIS/TA: VILLA ROQUE PERCY
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
 CANTERA: 3 DE DICIEMBRE

HECHO POR: A.Y.G
 FECHA: JULIO 2021

Diseño C.A. 7.0 %

TAMIZ ASTM	ENSAYO GRANULOMÉTRICO									LAVADO ASFÁLTICO			
	3/4"	1 1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 20	Nº 40	Nº 60	Nº 100	Nº 200	Peso Mat. Sólido	g	
ABERTURA EN mm	19.000	12.700	9.500	4.750	2.000	0.850	0.425	0.250	0.075	0.075	Peso Mat. Lavado	g	
PESO RETENIDO	g	6555.0	7498.0	6811.8	221.3	266.1	209.4	40.1	95.7		Peso Mat. Lav. + Filtro	g	
RETENIDO PARCIAL	%	12.1	14.3	13.2	10.2	20.4	14.8	4.3	4.8		Peso de Retenido	g	
RETENIDO ACUMULADO	%	12.1	27.0	40.3	50.5	70.9	85.7	90.0	94.8		Peso Final de Filtro	g	
PASA	%	100.0	87.9	73.9	58.7	44.1	33.7	29.9	25.2		Peso Final de Filtro	g	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 90	51 - 68	38 - 60	17 - 38	8 - 17	4 - 8		Peso de Filtro	g	
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	%	
TIRAMO ASFALTADO											Mezcla Líquida	%	
												PESO TOTAL	g
													546.0
													5550.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 G.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	7.8	7.8	7.8	7.8	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	37.43	37.43	37.43	37.43	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	35.57	35.57	35.57	35.57	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.013	1.013	1.013		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.804	2.804	2.804		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.825	2.825	2.825		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1222.2	1222.4	1222.4		
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1222.6	1234.4	1232.5		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	883.9	888.7	881.8		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c.	538.9	544.7	538.7		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	g					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/9) (peso/1.0)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	538.9	544.7	538.7		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (9-15)	g/c.c.	2.287	2.294	2.292	2.279	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2941		2.381	2.381	2.381		
18 VACÍOS (17-16)*100%	%	5.1	4.1	3.3	3.8	3 - 8
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+6)(9)(10)+16)		2.617	2.617	2.617		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)*100%	%	35.7	38.8	38.8	38.0	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON G.A. 100/120-18/20	%	83.3	78.8	82.3	81.8	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(10)+16)+19)		2.623	2.625	2.625		
23 G.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100/120-18)/22-19)	%	0.094	0.094	0.094		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-23/3-9+6/19)	%	6.91	6.91	6.91		
25 FLUJO	mm	4.2	4.1	4.3	4.2	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		11,296	11,362	11,496		
27 ESTABILIDAD EN CORREGIR	kg	1130	1137	1108		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1130	1137	1108	1108	Mín. 810
30 ESTABILIDAD-FLUJO	kg/hm	2736	2823	2718	2799	1700 - 4000

OBSERVACIONES:
 Arena bituminosa 3/4" (Material de Rio) 33%
 Arena bituminosa 3/8" (Material de Rio) 33%
 Arena natural (Material de Rio) 31%
 Aditivo mejorador de adherencia 0.8%
 Cemento asfáltico PEN 55 - 100

GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 Pj. GRAU N° 211 - CHILCA
 INGENIERO MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 217312

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE
 MTC E-600, ASTM D-2041, AASHTO T-209

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

OBRA: "INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
 TRAMO: VILLA ROQUE PERCY
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO
 CANTERA: 3 DE DICIEMBRE
 HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: JULIO 2021

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	6.23
Peso del material	gr	1537.90	1547.40	1541.80	1549.00	1568.20	1549.50
Peso del agua + frasco Rice	gr	8055.00	8059.00	8057.00	8057.00	8052.00	8059.00
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9592.90	9606.40	9598.80	9626.00	9620.20	9608.50
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8990.00	8965.00	8955.00	8980.00	8956.00	8959.00
Volumen del material	cc	632.90	641.40	643.60	658.00	664.20	649.50
Peso Específico Máximo	gr/cc	2.430	2.413	2.395	2.384	2.361	2.386
Temperatura de ensayo	°C	25	25	25	25	25	25
Grava triturada 3/4" (Material de Río)	%	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
Arena triturada 3/16" (Material de Río)	%	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
Arena natural (Material de Río)	%	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
Tiempo de ensayo	Min.	15	15	15	15	15	15
Factor de Corrección							

Observaciones:

Grava triturada 3/4" (Material de Río)	36.0%
Arena triturada 3/16" (Material de Río)	33.0%
Arena natural (Material de Río)	31.0%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psc. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

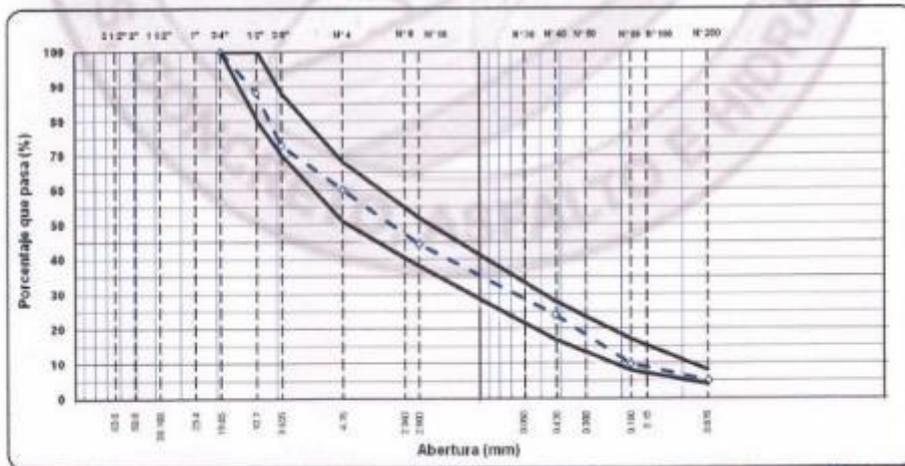
MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "INCIDENCIA DE LA MINEROLOGÍA DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE"
TESISTA: PERCY VILLA ROQUE
MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA
CANTERA: APATA
HECHO POR: A. Y. G.
FECHA: JULIO 2021

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	11:55 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1286.0 gr
3/4"	19.050			100.0	100	100	Peso de material lavado	1206.0 gr
1/2"	12.700	142.5	11.8	11.8	88.2	80 - 100	Peso mat. lav. + filer en el filtro	1206.4 gr
3/8"	9.525	185.0	15.3	27.1	72.9	70 - 66	Peso inicial del filtro	31.7 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	33.1 gr
N°4	4.750	155.0	12.8	40.0	59.0	51 - 66	Peso del filer en filtro	1.4 gr
N°8	2.360						Peso del asfalto	75.0 gr
N°10	2.000	188.6	15.5	55.5	44.4	38 - 52	Contenido de asfalto	6.12 %
N°16	1.190						Relación Polvo - Asfalto	0.81
N°20	0.840							
N°30	0.600							
N°40	0.425	245.8	20.4	75.0	24.0	17 - 28		
N°50	0.300							
N°60	0.250	171.4	14.2	90.2	9.8	8 - 17		
N°100	0.150							
N°200	0.074	68.5	4.9	95.1	4.9	4 - 8		
< 200	-	99.6	4.9	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: _____



ING. MAX JERRY VELIZ SULCAHUAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO