

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Evaluación de propiedades físico-mecánicas del Concreto Asfáltico en
Caliente modificado con Residuos del Agregado Grueso Retriturado en
Cantera Santa Cecilia**

**TESIS PARA OBTENER EL
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Autores:

Bach. Rodríguez Vásquez, Elian Rubén
Bach. Vinchales Salazar, Josiah George

Asesor:

Ms. Ing. Rivasplata Díaz Julio Cesar
DNI N°: 32770844
ORCID: 0000-0002-4180-9362

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Evaluación de propiedades físico-mecánicas del Concreto Asfáltico en
Caliente modificado con Residuos del Agregado Grueso Retriturado en
Cantera Santa Cecilia**

**TESIS PARA OBTENER EL
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

REVISADO Y APROVADO POR:

Ms. Ing. Rivasplata Díaz Julio Cesar

Asesor

DNI N°: 32770844

ORCID: 0000-0002-4180-9362

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ
2025**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Evaluación de propiedades físico-mecánicas del Concreto Asfáltico en
Caliente modificado con Residuos del Agregado Grueso Retriturado en
Cantera Santa Cecilia**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

REVISADO Y APROVADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS:

Ms. Ing. Janet Verónica Saavedra Vera
Presidenta
DNI N°: 32964440
ORCID: 0000-0002-4195-982X

Ms. Ing. Luz Esther Álvarez
Asto
Secretaria
DNI N°: 32968961
ORCID: 0000-0001-6491-6569

Ms. Ing. Rivasplata Díaz Julio Cesar
Asesor
DNI N°: 32770844
ORCID: 0000-0002-4180-9362

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ
2025



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

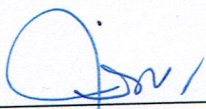
A los 27 días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 095-2025-UNS-CFI, con fecha 27.03.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Janet Verónica Saavedra Vera P(Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Integrante), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 234-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: **"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"**, presentado por los Bachilleres **RODRIGUEZ VÁSQUEZ ELIAN RUBEN** con cód. N° 0201713001 y **VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE** con cód. N° 0201813059, quienes fueron asesorados por el docente Ms. Julio César Rivasplata Díaz según lo establece la T. Resolución Decanal N° 813-2023-UNS-FI, de fecha 20.11.2023.

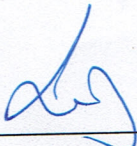
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

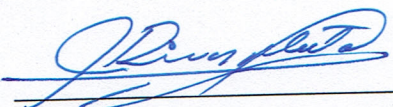
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
RODRIGUEZ VÁSQUEZ ELIAN RUBEN	18	BUENO

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 27 de mayo de 2025.


Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Presidente


Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Secretaria


Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Integrante



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 27 días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 095-2025-UNS-CFI, con fecha 27.03.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Janet Verónica Saavedra Vera P(Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Integrante), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 234-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA", presentado por los Bachilleres RODRIGUEZ VÁSQUEZ ELIAN RUBEN con cód. N° 0201713001 y VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE con cód. N° 0201813059, quienes fueron asesorados por el docente Ms. Julio César Rivasplata Díaz según lo establece la T. Resolución Decanal N° 813-2023-UNS-FI, de fecha 20.11.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE	18	BUENO

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 27 de mayo de 2025.

Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Presidente

Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Secretaria

Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Integrante



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Josiah George Vinchales Salazar
Título del ejercicio: TESIS / VINCHALES - RODRIGUEZ
Título de la entrega: Evaluación de propiedades físico-mecánicas del Concreto Asfá...
Nombre del archivo: TESIS_RODRIGEZ_-_VINCHALES.docx
Tamaño del archivo: 1.96M
Total páginas: 63
Total de palabras: 10,909
Total de caracteres: 60,930
Fecha de entrega: 25-may.-2025 01:48p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2558131553

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

 **UNS**
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

Evaluación de propiedades físico-mecánicas del Concreto Asfáltico
en Caliente modificado con Residuos del Agregado Grueso Retriturado en
Cantera Santa Cecilia

TESIS PARA OBTENER EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autores:
Bach. Rodríguez Vázquez, Elian Ruben
Bach. Vinchales Salazar, Josiah George

Asesor:
Ms. Ing. Rivasplata Díaz Julio Cesar
DNI N°: 32770844
ORCID: 0000-0002-4180-9362

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ
2025

Evaluación de propiedades físico-mecánicas del Concreto Asfáltico en Caliente modificado con Residuos del Agregado Grueso Retriturado en Cantera Santa Cecilia

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

6%

2

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

1%

3

idoc.tips

Fuente de Internet

1%

4

pt.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

1%

7

repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

vsip.info

Fuente de Internet

1%

9

repository.unimilitar.edu.co

Fuente de Internet

DEDICATORIA

A mis padres por haber forjado quien soy hoy en día, muchos de mis logros son fruto de ello, incluido este, a mis hermanas por su amor incondicional y a quienes dedico todo mi empeño y dedicación puesto en la ejecución de esta tesis.

Rodríguez Vásquez, Elian Rubén

Esta tesis está dedicada a Dios, quien me proporciona la sabiduría y orienta mi camino, a mis padres y hermanos por su respaldo incondicional y quienes me impulsan a seguir adelante y a mi familia por su compañía y aliento constante. Esta tesis es para ustedes, como un pequeño reflejo de todo lo que me han brindado.

Vinchaes Salazar, Josiah George

AGRADECIMIENTOS

A nuestros docentes a lo largo de nuestra carrera universitaria, por brindarnos el conocimiento necesario para llegar hasta este momento, cada uno de ustedes ha hecho un aporte significativo al desarrollo nuestras habilidades y fortalecimiento profesional. Sus enseñanzas y orientación no fueron sólo una fuente de inspiración, sino también la base para la realización de este trabajo

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestro asesor el Ing. Rivasplata Diaz Julio Cesar, gracias por su invaluable apoyo y orientación durante todo el proceso, su dedicación, paciencia y conocimiento nos permitieron superar los desafíos en el camino y llevar a cabo esta investigación con confianza y determinación.

RODRIGUEZ & VINCHALES

Índice General

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
Índice General	iv
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	ix
Índice de Anexos	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Descripción y Formulación del Problema	14
1.1.1. Problema General	15
1.1.2. Problemas Específicos	15
1.2. Objetivos	16
1.2.1. Objetivo General	16
1.2.2. Objetivos Específicos	16
1.3. Formulación de la Hipótesis	16
1.4. Justificación e Importancia	17
1.4.1. Justificación	17
1.4.2. Importancia	18
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes	20
2.1.1. Antecedentes Internacionales	20
2.1.2. Antecedentes Nacionales	21
2.1.3. Antecedentes Locales	21

2.2. Marco Conceptual.....	22
2.2.1. Agregados Pétreos.....	22
2.2.2. Clasificación de los Agregados Pétreos	22
2.2.3. Residuos de Agregado Grueso Retriturado	25
2.2.4. Propiedades de los Agregados.....	26
2.2.5. Proceso y Equipos de Trituración	27
2.2.6. Cemento Asfáltico.....	32
2.2.7. Mezclas Asfálticas.....	33
2.2.8. Clasificación de las Mezclas Asfálticas	34
2.2.9. Principales Propiedades de Mezclas Asfálticas	35
2.2.10. Concreto Asfáltico.....	36
2.2.11. Parámetros para el Diseño de Concreto Asfaltico en Caliente.....	37
III. METODOLOGÍA.....	44
3.1. Enfoque.....	44
3.2. Método.....	44
3.2.1. Nivel o Alcance de la Investigación.....	44
3.2.2. Diseño de Investigación	45
3.3. Población y Muestra	46
3.3.1. Población.....	46
3.3.2. Muestreo.....	46
3.3.3. Muestra.....	47
3.4. Variables y Operacionalización.....	48
3.4.1. Variable Independiente: Porcentaje de Residuos del Agregado Grueso Retriturado.....	48

3.4.2. Variable Dependiente: Propiedades Físico-mecánicas del Concreto Asfáltico en Caliente	48
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	48
3.6. Técnicas de Análisis de Resultados	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
4.1. Resultados.....	51
4.1.1. Propiedades Físico-mecánicas del Agregado Grueso Retriturado	51
4.1.2. Diseño de Concreto Asfáltico en Caliente Modificado.....	52
4.1.3. Comparativo de muestras	53
4.1.4. Prueba de hipótesis.....	64
4.2. Discusiones	67
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
5.1. Conclusiones.....	74
5.2. Recomendaciones	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS	84

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de los agregados según su densidad.....	23
Tabla 2. Clasificación de los agregados según su tamaño.	24
Tabla 3. Clasificación de los agregados según su forma.	24
Tabla 4. Clasificación en función de su textura superficial.	25
Tabla 5. Clasificación del agregado grueso retriturado	25
Tabla 6. Principales propiedades del cemento asfáltico.	32
Tabla 7. Requerimientos de los agregados gruesos para CAC - RNE.....	37
Tabla 8. Requerimientos de los agregados grueso para CAC - MTC.....	38
Tabla 9. Requisitos para los árido finos para CAC - RNE.	38
Tabla 10. Requerimientos de los agregados finos para CAC - MTC.	39
Tabla 11. Requerimientos para Caras Fracturadas para CAC.	39
Tabla 12. Requerimientos del equivalente de Arena para CAC.	39
Tabla 13. Requerimientos de angularidad del agregado fino.....	40
Tabla 14. Requerimientos de gradación de los áridos para CAC.	40
Tabla 15. Sustancias dañinas en los agregados.....	40
Tabla 16. Requisitos del CAC.	41
Tabla 17. Requisitos de adherencia para CAC.	41
Tabla 18. Vacíos mínimos del agregado mineral.....	42
Tabla 19. Matriz de diseño para estudio cuasi experimental.	46
Tabla 20. Muestra para la investigación.	47
Tabla 21. Evaluación de propiedades físico-mecánicas del RAGR para CAC.	51
Tabla 22. Diseño del CAC patrón.....	52
Tabla 23. Diseño del CACM15%.	52
Tabla 24. Diseño del CACM25%.	52

Tabla 25. Diseño del CACM35%.	53
Tabla 26. Comparativo de muestras.....	60
Tabla 27. Resultados de datos estadísticos descriptivos – Estabilidad Marshall.....	61
Tabla 28. Resultados de datos estadísticos descriptivos – Flujo.....	62
Tabla 29. Resultados de datos estadísticos descriptivos – Relación estabilidad / flujo.....	63
Tabla 30. Resultados de datos para T de student – Estabilidad Marshall.....	64
Tabla 31. Resultados de datos para T de student – Flujo.....	65
Tabla 32. Resultados de datos para T de student – Relación estabilidad / flujo.....	66
Tabla 33. Propiedades del RAGR según la procedencia de trituración.	68
Tabla 34. Comparación de propiedades del RAGR y arena zarandeada	69
Tabla 35. Diseño de CAC modificado.	75

Índice de Figuras

Figura 1. Trituradora de Mandíbula corte transversal.	27
Figura 2. Trituradora de Mandíbula.....	27
Figura 3. Trituradora de Cono corte transversal.	28
Figura 4. Trituradora de Cono.	28
Figura 5. Trituradora de Impacto Eje Horizontal corte transversal.	29
Figura 6. Trituradora de Impacto Eje Horizontal.	29
Figura 7. Trituradora de Molino de Martillos corte transversal.	30
Figura 8. Trituradora de Molino de Martillos.....	30
Figura 9. Trituradora de Rodillos corte transversal.	31
Figura 10. Trituradora de Rodillos.	31
Figura 11. Estabilidad MARSHALL - CAC Modificado.....	53
Figura 12. Flujo - CAC Modificado.	54
Figura 13. Porcentaje de vacíos con aire - CAC Modificado.	55
Figura 14. Porcentaje de vacíos en el agregado mineral - CAC Modificado.	55
Figura 15. Relación estabilidad/flujo - CAC Modificado.....	56
Figura 16. Peso específico teórico máximo - CAC Modificado.....	57
Figura 17. Porcentaje de asfalto que absorbe el agregado - CAC Modificado.....	58
Figura 18. Resistencia a la compresión simple - CAC Modificado.....	58
Figura 19. Peso específico unitario - CAC Modificado.....	59
Figura 20. Distribución normal – Estabilidad Marshall.	61
Figura 21. Distribución normal – Flujo.	62
Figura 22. Distribución normal – Relación estabilidad / flujo.	63
Figura 23. T de Student – Estabilidad Marshall.	65
Figura 24. T de Student – Flujo.	65
Figura 25. T de Student – Relación estabilidad / flujo.	66

Índice de Anexos

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENTIA Y OPERACIONALIZACION	85
ANEXO 2. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO REALIZADOS EN LABORATORIO.....	89
ANEXO 3. RESULTADOS DE ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	171
ANEXO 4. RESULTADOS DE ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE KAE INGENIERIA	188

RESUMEN

La presente investigación planteó como objetivo principal evaluar las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente mediante el reemplazo parcial del agregado fino por residuos del agregado grueso retriturado (RAGR). El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, con un nivel correlacional y un diseño cuasi experimental. Se evaluaron las propiedades de los agregados provenientes de la cantera Santa Cecilia, y se realizaron sustituciones del agregado fino en proporciones de 15%, 25% y 35%, empleando cemento asfáltico PEN 60-70. El comportamiento de cada mezcla fue determinado mediante ensayos Marshall.

Los resultados demostraron que la mezcla con 15% de RAGR presentó el mejor desempeño global, destacando por su alta estabilidad Marshall (14 kN), adecuada fluidez (0.36 cm), una relación estabilidad/flujo favorable (3921 kg/cm) y la resistencia f'_c superior (87.26 kg/cm²) en comparación con la mezcla patrón (sin RAGR). Asimismo, los valores de vacíos con aire (4%) y vacíos del agregado mineral (14.7%) se ubicaron dentro de los parámetros aceptables establecidos por la normativa técnica.

Concluimos en que incorporación de RAGR en sustitución del agregado fino mejora significativamente las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico en caliente, posicionándose como una alternativa viable, técnica y ambientalmente favorable, para su aplicación en pavimentos flexible.

Palabras Clave: Pavimento, Concreto Asfáltico Modificado, Propiedades Físico-mecánicas, Agregado Retriturado.

ABSTRACT

The present research aimed to evaluate the physical and mechanical properties of hot mix asphalt by partially replacing fine aggregate with crushed coarse aggregate waste (RAGR). The study was conducted using a quantitative approach, applied type, with a correlational level and a quasi-experimental design. The properties of aggregates from the Santa Cecilia quarry were evaluated, and substitutions of fine aggregate were made in proportions of 15%, 25%, and 35%, using PEN 60-70 asphalt cement. The behavior of each mixture was determined through Marshall tests.

Results showed that the mixture containing 15% RAGR exhibited the best overall performance, with high Marshall stability (14 KN), appropriate flow (0.36 cm), a favorable stability/flow ratio (3921 kg/cm), and superior compressive strength (87.26 kg/cm²) compared to the control mix (without RAGR). Furthermore, the air voids (4%) and voids in mineral aggregate (14.7%) were within acceptable ranges according to technical standards.

In conclusion, incorporating 15% RAGR as a partial replacement for fine aggregate significantly improves the physical and mechanical properties of hot mix asphalt, making it a technically viable and environmentally beneficial alternative for use in flexible pavements

Keywords: Pavement, Modified Asphalt Concrete, Physical-Mechanical Properties, Reprocessed Aggregate, Recrushed Aggregate.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción y Formulación del Problema

La OCDE (2021), en su informe sobre infraestructura de transporte, señala que, a escala global, uno de los retos más significativos en el ámbito de la infraestructura vial es la degradación prematura de las vías, ocasionada por el uso intensivo, el cambio climático y una planificación inadecuada en el diseño y conservación de los pavimentos asfálticos. Diversos países enfrentan elevados costos de reparación y reconstrucción, debido a que las mezclas de concreto asfáltico en caliente no siempre se adaptan adecuadamente a las condiciones climáticas locales ni a las crecientes cargas del tráfico pesado. Esta situación genera ineficiencias económicas, un aumento en las emisiones de carbono por las reconstrucciones frecuentes y una disminución en la seguridad y conectividad vial, lo que impacta negativamente en el desarrollo sostenible.

La infraestructura vial constituye un elemento fundamental para el crecimiento y desarrollo económico y social de cualquier país, región o ciudad. En este contexto, el concreto asfáltico en caliente se ha consolidado como uno de los materiales más utilizados en la construcción y mantenimiento de carreteras.

El Peruano (2024, Enero 21), informó que, en el año 2023, el Perú registró una inversión en obras de transporte que alcanzó los 723.4 millones de dólares. Esta cifra representa un incremento del 33.2 % en comparación con el año 2022, según datos proporcionados por OSITRAN

En 2020, INEI reveló que, en los próximos 30 años, la población total del Perú se incrementará en un 20.7 %. Este crecimiento poblacional incidirá directamente en la demanda de infraestructura vial, la cual es de gran importancia, ya que facilita el intercambio y promueve el desarrollo socioeconómico y cultural del país.

Por ello, la creciente demanda de infraestructura vial en el país plantea la necesidad de buscar soluciones sostenibles y eficientes, lo que impulsa la investigación y el desarrollo de nuevos procesos y técnicas orientados a mejorar el rendimiento de estas estructura.

Por lo tanto, resulta necesario continuar en la búsqueda de alternativas que den respuesta a las necesidades mencionadas, las cuales deben cumplir con los estándares establecidos por las normativas vigentes en el país y, a su vez, garantizar un bajo impacto ambiental.

Teniendo en cuenta lo mencionado, la modificación del concreto asfáltico en caliente mediante la incorporación de agregado grueso retriturado representa una alternativa viable para evaluar la sostenibilidad y el desempeño de este material. El uso de dicho agregado reciclado contribuye a reducir el impacto ambiental asociado con la extracción de los agregados naturales que conforman la mezcla.

De igual manera, resulta esencial examinar las características físico-mecánicas del concreto asfáltico modificado, con el fin de asegurar que cumpla con los criterios de calidad y resistencia necesarios para un desempeño óptimo en pavimentos.

Por lo cual nos lleva a plantear el siguiente problema:

1.1.1. Problema General

- ¿Cuáles son los resultados de evaluar las propiedades físico-mecánicas de un concreto asfáltico en caliente modificado con residuos del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia?

1.1.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia?
- ¿Cuáles son los diseño de mezcla del concreto asfáltico en caliente, modificado con residuos del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia?

- ¿Cuál es el diseño de mezcla que permite mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico en caliente en comparación con el concreto asfáltico patrón?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Evaluar las propiedades físico-mecánicas de un concreto asfáltico en caliente, modificado con residuos del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades físico-mecánicas del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia.
- Formular los diseño de mezcla de un concreto asfáltico en caliente, modificado con residuos del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia.
- Escoger el diseño de mezcla que permita mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico en caliente.
-

1.3. Formulación de la Hipótesis

La adición de residuos de agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico en caliente.

1.4. Justificación e Importancia

1.4.1. Justificación

a. Justificación Técnica. La incorporación de residuos del agregado grueso retriturado en mezclas de concreto asfáltico en caliente permite explorar soluciones que podrían mejorar el desempeño físico-mecánico del pavimento. Esta investigación técnica busca determinar si dicha modificación incide favorablemente en parámetros como la estabilidad, el flujo y la resistencia, garantizando la funcionalidad y durabilidad del producto final bajo condiciones de carga y clima típicas del país.

b. Justificación Ambiental. El uso de materiales reciclados, como el agregado grueso retriturado, contribuye a la reducción del impacto ambiental asociado con la extracción de recursos naturales. Esta propuesta busca minimizar la generación de residuos y fomentar prácticas sostenibles en el sector de la construcción vial, alineándose con los principios de economía circular y desarrollo sostenible.

c. Justificación Económica. La reutilización de residuos del agregado grueso podría representar una alternativa más económica frente al uso exclusivo de materiales vírgenes. Esto permitiría reducir los costos de producción de las mezclas asfálticas sin comprometer su calidad.

d. Justificación Social. La mejora y sostenibilidad de la infraestructura vial impacta directamente en la calidad de vida de la población, al facilitar el transporte, la conectividad regional y el acceso a servicios básicos. Esta investigación contribuye al desarrollo de soluciones viables que fortalezcan el crecimiento urbano y rural de manera equitativa.

1.4.2. Importancia

a. Importancia Técnica. La investigación permite evaluar el comportamiento físico-mecánico del concreto asfáltico modificado con residuos del agregado grueso retriturado, lo cual puede aportar al desarrollo de mezclas más resistentes, duraderas y acordes con las exigencias del tránsito vehicular moderno. Sus resultados pueden ser aplicables en proyectos reales de pavimentación

b. Importancia Ambiental. La reutilización de agregados retriturados reduce la demanda de extracción de recursos naturales, disminuyendo el impacto ambiental de la industria de la construcción. Este enfoque promueve prácticas sostenibles y aporta a los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la gestión de residuos y la protección del entorno.

c. Importancia Económica. El empleo de materiales reciclados puede reducir los costos de producción de mezclas asfálticas, optimizando el uso de los recursos en obras públicas. Esto representa un beneficio potencial para entidades gubernamentales y empresas privadas que buscan soluciones más rentables en la ejecución de proyectos viales.

d. Importancia Social. La mejora en la calidad y durabilidad de las vías tiene un efecto directo en la seguridad vial, la conectividad territorial y el acceso a servicios. Esta investigación contribuye a generar propuestas que inciden positivamente en la calidad de vida de la población y en el desarrollo socioeconómico de las regiones.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Martinez (2021), en la ciudad de Bogotá, investigó la influencia de los distintos métodos de trituración del agregado fino en el concreto asfáltico en caliente. Para ello, produjo agregado fino triturado mediante tres tipos de maquinaria: trituradora de cono, impactor y molino de martillos. Posteriormente, comparó estos materiales utilizando un único diseño de mezcla y evaluó las propiedades mecánicas mediante la metodología Marshall. Los resultados evidenciaron que el tipo de trituración afecta directamente las características físico-mecánicas del agregado y, por ende, del concreto asfáltico. En particular, el agregado triturado con trituradora de cono presentó mejores propiedades, lo que sugiere que el método de trituración es un factor determinante en la calidad del material y su desempeño en mezclas asfálticas.

Por otro lado, (Yousify & Taher, 2021), en un artículo desarrollado en Irak, analizaron los efectos del empleo de agregados petreos más utilizados en su región: Piedra triturada y piedra caliza y su relación con las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico. Para ello, aplicaron la metodología Marshall con el fin de evaluar el desempeño de las mezclas. Concluyeron que ambos agregados cumplen con los parámetros requeridos para su aplicación, observándose además una variación en el contenido óptimo de ligante asfáltico: 4.2% para el diseño con piedra triturada y 6% para el diseño con piedra caliza. En este contexto la variación del agregado utilizado modifica directamente las propiedades del CAC.

Aldana (2021), valuó las propiedades físicas y mecánicas de diferentes agregados en condiciones de laboratorio, estableciendo un diseño de mezcla aplicable para carreteras de segundo orden. Tras realizar ensayos de calidad y comparar los resultados, identificó que el agregado triturado presenta un mejor comportamiento en sus propiedades físicas y mecánicas en comparación con el agregado de arena de río. Además, destacó que el agregado triturado posee una graduación más adecuada según el tipo de granulometría.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Boza y Ríos (2022), analizaron los agregados de la Cantera Pedregal, evaluando su granulometría y determinando las propiedades físico-mecánicas de una mezcla asfáltica con miras a su futura aplicación. Para ello, emplearon la metodología Marshall, utilizando dos variaciones de agregado grueso retriturado en proporciones del 36% y 57%, comparándolas con un mismo diseño de mezcla. Se observó una diferencia significativa en las propiedades físico-mecánicas, destacando que el diseño con menor reemplazo del árido fino, es decir, al 36%, presentó la mejor relación estabilidad/flujo. Este estudio permitió identificar y establecer las bases para la incorporación o sustitución del árido fino por agregado grueso reciclado en distintas proporciones dentro de mezclas asfálticas.

2.1.3. Antecedentes Locales

Castro (2022), en su investigación, formuló como objetivo determinar la influencia de la incorporación de materiales triturados en un concreto asfáltico en caliente (CAC) convencional, los cuales fueron empleados en la ejecución de la vía de evitamiento en la ciudad de Chimbote, desde el kilómetro 10+000 hasta el 20+060. Para ello, aplicó la metodología Marshall, obteniendo como resultado que el diseño de mezcla requiere un 25% de agregado grueso retriturado (arena chancada secundaria), en función del peso total del agregado fino. Asimismo, se verificó que la mezcla cumple con los requerimientos establecidos en la normativa vigente, obteniéndose un contenido óptimo de asfalto del 5.2%.

Arroyo y Goycochea (2024), evaluaron el desempeño mecánico de una mezcla asfáltica modificada, empleando la metodología Marshall. Para ello, categorizaron los agregados provenientes de la Cantera Chero y las escorias negras, obteniendo un diseño de mezcla patrón compuesto por 41.9% de grava triturada, 53.2% de arena fina y 4.9% de finos (filler), con un contenido óptimo de asfalto (CA) del 5.7%, el cual cumplió con todos los parámetros requeridos. Posteriormente, modificaron la mezcla añadiendo escorias de acero en proporciones distintas como sustitución del árido fino, para comparar sus propiedades físico-mecánicas con la mezcla patrón utilizaron la metodología Marshall. Este proceso permitió identificar y establecer las bases para la incorporación o sustitución del árido fino por material reciclado en mezclas asfálticas.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Agregados Pétreos

Los agregados pétreos constituyen el mayor volumen de una mezcla de concreto asfáltico aproximadamente entre el 90-95%, por lo cual las propiedades y características de los agregados, ejercen una gran influencia sobre este tipo de mezclas.

2.2.2. Clasificación de los Agregados Pétreos

a. Según su Procedencia

- Agregados Naturales: Derivados del aprovechamiento de recursos naturales como depósitos de arrastres de ríos (arenas y grava de río), glaciares (canto rodado) y de canteras de diferentes rocas y piedras naturales (Montejo, y otros, 2013).
- Agregados Artificiales: Se derivan de materiales y procedimientos industriales, tales como arcillas expandidas, escorias de alto horno, residuos de construcción reciclados, entre otros. (Montejo, y otros, 2013).

b. Según su Densidad

Tabla 1

Clasificación de los agregados según su densidad.

Tipo de concreto	Peso unitario aproximado, del concreto kg/m ³	Peso unitario del agregado kg/m ³	Ejemplo de utilización	Ejemplo de agregado
Ultraligero	500 – 800		Concretos para aislamientos	Piedra pómez Agregado ultraligero
Ligero	950 – 1350	480 – 1040	Rellenos y mampostería no estructural	Agregados ultraligeros
	1450 – 1950		Concreto estructural	Agregado ligeros
Normal	2250 – 2450	1300 - 1600	Concreto estructural y no estructural	Agregados de ríos y triturados
Pesado	3000 - 5600		Concreto para proteger de radiación	Hematita, barita corindón, magnetita

Nota: Tomado de Tecnología y patología del concreto armado (p,80-81), por (Montejo, y otros, 2013).

c. Según su Tamaño

- Grava: T.M. ≥ 20 mm.
- Gravilla: T.M. < 20 mm.
- Arena: Obtenido producto de la descomposición natural y la abrasión de las rocas, o por el manejo de conglomerados con conexiones apenas vinculadas.
- Grava Triturada: Como consecuencia de la trituración artificial de la roca.
- Arena Manufacturada: También conocida como arena triturada o arena chancada es obtenida de la molienda artificial de áridos gruesos como grava, roca o escoria (residuo mineral de hierro).

La grava y la gravilla son el producto de la descomposición natural y el desgaste de las rocas, o de la gestión de conglomerados poco vinculados.

Tabla 2
Clasificación de los agregados según su tamaño.

Tamaño en mm	Denominación más común	Clasificación	Uso como agregado de mezclas
Inferior a 0.002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0.002 – 0.074	Limo	Fracción fina	No recomendable
0.074 – 4.76	Arena	Agregado fino	Material apto para mortero o concreto
#200 – #4			
4.76 – 19.1	Gravilla	Agregado grueso	Material apto para mortero o concreto
#4-3/4"			
19.1 – 50.8	Grava	-	Material apto para mortero o concreto
3/4" – 2"			
50.8 – 152.4	Piedra	-	-
2" – 6"			
Superior a 152.4	Rajón, Piedra bola	-	Concreto ciclópeo
6"			

Nota: Tomado de Tecnología y patología del concreto armado (p,83), por (Montejo, y otros, 2013).

d. Según su Forma

Tabla 3
Clasificación de los agregados según su forma.

Tamaño	Denominación más común	Ejemplo
Redondeadas	Completamente desgastada por el agua o limada por frotamiento	Piedra de río o playa, arena del desierto, playa
Irregular	Irregularidad natural, o parcialmente limitada por frotamiento y con orillas redondeadas	Otras gravas pedernales del suelo o de excavación
Escamosa	espesor < largo y ancho	Roca laminada
Angular	Posee orillas bien definidas que se forman en la intersección de caras más o menos planas	Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada
Elongadas	Árido angular en donde su la longitud es considerablemente mayor que sus otras dos dimensiones	-

Nota: Adaptado de Tecnología y patología del concreto armado (p,83), por (Montejo, y otros, 2013).

e. Según su Textura Superficial

Tabla 4
Clasificación en función de su textura superficial.

Textura	Características	Ejemplo
Vítrea	Fractura concooidal	Pedernal negro, escoria vítrea
Lisa	Deteriorado por agua, o liso debido a la fractura laminada o de grano	Gravas, pizarras, mármol, algunas reolitas
Granular	Fractura que muestra granos más o menos uniformemente redondeado	Arenisca
Áspera	Fractura áspera con partículas finos o medianos que contiene constituyentes cristalinos no fácilmente visibles	Basalto, felsita pórfido, caliza
Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles	Granito, gabro, gneis
Apanalada	Poroso y con orificios visibles	Pómez, escoria espumosa, arcilla expandida

Nota: Tomado de Tecnología y patología del concreto armado (p,84), por (Montejo, y otros, 2013).

2.2.3. Residuos de Agregado Grueso Retriturado

Montejo y otros, (2013), lo describe como el resultante de la trituration de los residuos del agregado grueso, por consiguiente, según la clasificación previamente vista sería:

Tabla 5
Clasificación del agregado grueso retriturado

Clasificación	Tipo
Según su Procedencia	Agregado Natural
Según su Densidad	Normal
Según su Tamaño	Arena Manufacturada / arena triturada
Según su Forma	Angular
Según su Textura Superficial	Granular

Nota: Tomado de Tecnología y patología del concreto armado (p,84), por (Montejo, y otros, 2013).

2.2.4. Propiedades de los Agregados

a. Angularidad. Propiedad física que evalúa la angularidad, redondez y rugosidad del árido y que afectan la adherencia con el asfalto.

b. Gravedad específica. Es una fundamental que indica la densidad relativa del agregado en comparación con la del agua. Esta propiedad influye directamente en el diseño de mezclas asfálticas, ya que afecta el cálculo de volúmenes, proporciones y la resistencia del concreto asfáltico.

c. Absorción de agua. Esta propiedad es importante porque influye en la dosificación de mezclas, ya que los agregados con mayor absorción requieren un mayor control del contenido de agua o asfalto para asegurar la calidad, durabilidad y desempeño del concreto o mezcla asfáltica. Además, una alta absorción puede indicar la presencia de porosidad excesiva, lo que puede comprometer la resistencia del material.

d. Índice de durabilidad. es una propiedad que evalúa la resistencia de los agregados pétreos a la desintegración cuando son sometidos a condiciones de desgaste, fricción o acciones mecánicas en presencia de agua. Este índice es particularmente importante para determinar la estabilidad del agregado frente a procesos de degradación durante el almacenamiento, manipulación, compactación o en servicio.

e. Granulometría. Es una propiedad física de los agregados que describe la distribución del tamaño de las partículas que componen el material. Se determina mediante el paso del agregado por una serie de tamices normalizados con aberturas decrecientes, lo que permite clasificar el porcentaje de material retenido y pasado en cada tamaño de tamiz

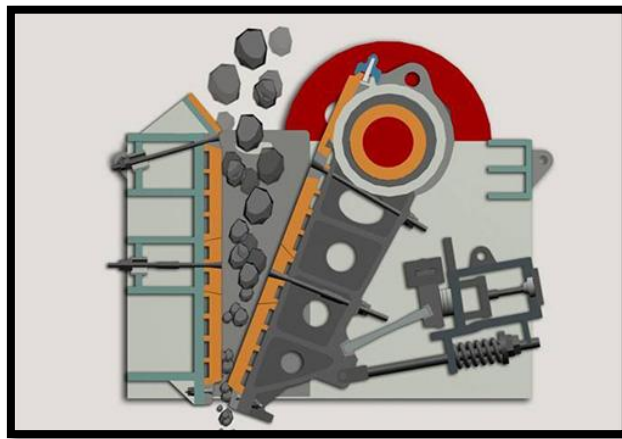
f. Peso unitario. Es una propiedad física importante para el diseño y control de mezclas asfálticas y concretos, ya que influye en la densidad de la mezcla, dosificación y estimación de volumen que ocupara los agregados en la mezcla.

2.2.5. Proceso y Equipos de Trituración

a. **Trituradora de Mandíbula.** También denominado como triturador de quijada, estos aplican la compresión de forma discontinua por atrapamiento de dos mandíbulas, una fija y otra móvil a través de distintos sistemas de operación.

Figura 1

Trituradora de Mandíbula corte transversal.



Nota: Adaptado de AIMIX GROUP CO. (<https://aimixtrituradora.com/trituradora-de-quijada>)

Figura 2

Trituradora de Mandíbula.

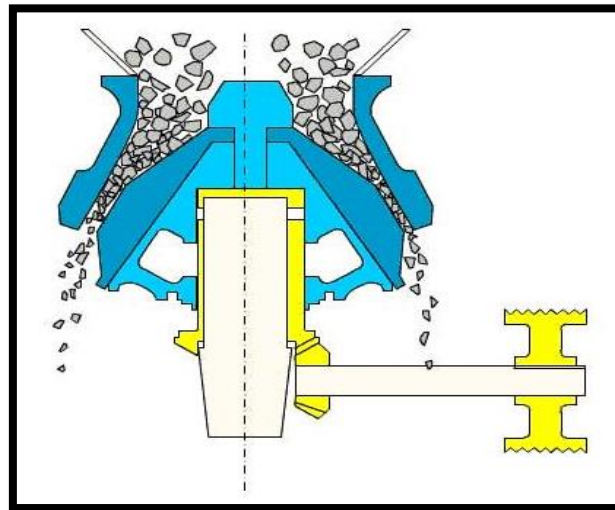


Nota: Adaptado de Omnia Machinery (<https://www.omniamachinery.com/es/find-a-machine/metso-lt-106-jaw-crusher/>)

b. **Trituradora de Cono.** Empleada para la trituración de materiales de dureza media, media y extremadamente alta, con una alta demanda de fragmentación y grandes capacidades de producción.

Figura 3

Trituradora de Cono corte transversal.



Nota: Adaptado de DASWEL (<https://victoryepes.blogs.upv.es/files/2014/08/Cone-crusher-works.jpg>)

Figura 4

Trituradora de Cono.

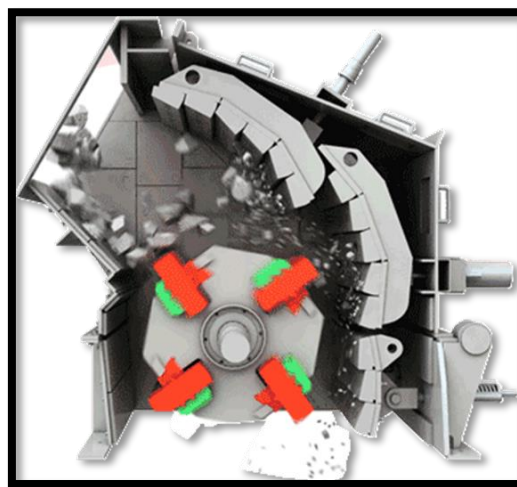


Nota: Tomado de WIRTGEN GROUP (<https://www.wirtgen-group.com/es-pe/noticias-y-medios/kleemann/conexpo-mc-120-zi-pro/>)

c. **Trituradora de Impacto Eje Horizontal.** Aplica una fuerza de forma abrupta mediante un choque o impacto, producido por la energía cinética diferencial entre el bloque a triturar y el movimiento rotatorio de una masa pesada conocida como rotor, que presenta salientes en forma de martillos o dientes extendidos. El material impactado es arrojado sobre una mandíbula fija, donde recibe impactos continuos y se subdivide en fragmentos cada vez más pequeños.

Figura 5

Trituradora de Impacto Eje Horizontal corte transversal.



Nota: Tomado de DASWELL

(https://daswell.com/kind/image/20220614/20220614094104_39870.gif)

Figura 6

Trituradora de Impacto Eje Horizontal.

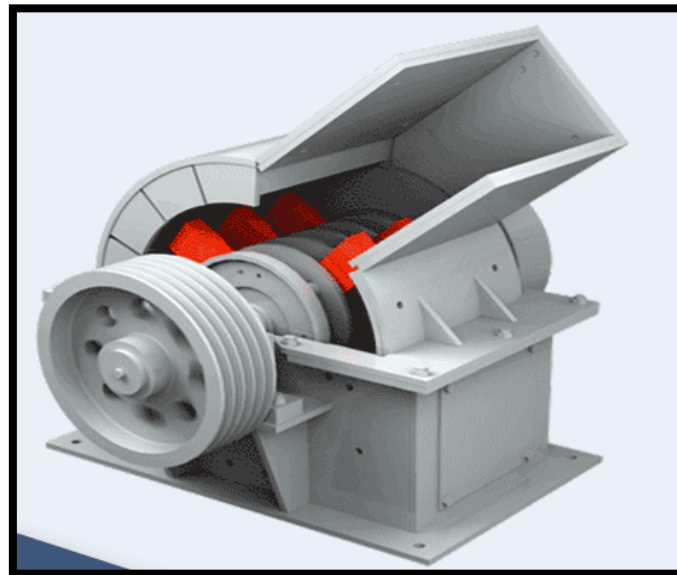


Nota: Tomado de MACHINESEEKER (<https://www.machineseekeer.no/crushtek-starttrack+1313i/i-12164843>)

d. **Trituradora de Molino de Martillos.** Opera de manera muy parecida a la trituradora de impacto, con la diferencia de que este aparato tiene un tamaño reducido, por lo que la capacidad para almacenar el material es menor.

Figura 7

Trituradora de Molino de Martillos corte transversal.



Nota: Tomado de Fote Heavy Machinery

(https://www.ftmmachinery.com/uploads/image/20220315135540_36619.gif)

Figura 8

Trituradora de Molino de Martillos.



Nota: Tomado de AIMIX GRUOP (<https://aimixtrituradora.com/wp-content/uploads/2020/08/Trituradora-de-Minerales-1280x720.jpg>)

e. **Trituradora de Rodillos.** Las trituradoras de rodillos trituran el material por medio de compresión entre dos cilindros paralelos que giran en direcciones opuestas. Las tamaño nominal del material a obtener varía según la distancia entre los rodillos.

Figura 9

Trituradora de Rodillos corte transversal.



Nota: Tomado de Grau Tenichnic LTD

(<https://www.grautechnik.com/es/productos/procesamiento-de-aidos/trituradoras/trituradoras-de-rodillo>)

Figura 10

Trituradora de Rodillos.



2.2.6. *Cemento Asfáltico*

Derivado del petróleo, compuesta por largas cadenas de hidrocarburos y compuestos inorgánicos, Su comportamiento es viscoso o viscoelásticos, dependiendo de la temperatura. A bajas temperaturas, actúa como sólido, pero a medida que su temperatura aumenta, su comportamiento se vuelve líquido. (Villegas, y otros, 2012)

a. Propiedades Principales. Sus principales propiedades son la impermeabilidad, adhesividad, flexibilidad y resistencia al desgaste estas dos últimas siendo propiedades viscoelásticas, y las cuales en conjunto proporcionan soluciones duraderas y eficientes en su variedad de aplicaciones. (Loría, y otros, 2024)

Tabla 6

Principales propiedades del cemento asfáltico.

Impermeabilidad	Adhesividad	Flexibilidad	Resistencia al desgaste
Se adhiere fuertemente			
El cemento asfáltico es a varios tipos de altamente impermeable al agua, lo que lo convierte en las carreteras, es un material ideal para prevenir la infiltración de esta en carreteras y estructuras	como grava y agregados, formando una capa sólida y duradera	Puede adaptarse a cambios de temperatura y movimientos del suelo sin agrietarse	Proporciona una superficie resistente al desgaste causado por el tráfico vehicular

Nota: Tomado de Introducción a los cementos y ligantes asfálticos: caracterización, reología y producción (p,24), por (Loría, y otros, 2024).

2.2.7. *Mezclas Asfálticas*

Compuestas por una mezcla de aproximadamente (90-95%) áridos y un ligante hidrocarbonado, en ocasiones se emplea polvo mineral (filler) como adicional; estas mezclas se elaboran en instalaciones fijas o portátiles, después se traslada a campo, allí se conforma y compactan. (Kraemer, y otros, 2004).

a. Aspectos Funcionales. Sus principales aspectos según su funcionabilidad en cuanto a su aplicación en carreteras (capa de rodadura) son:

- La adherencia del neumático al firme.
- Las proyecciones de agua en tiempo de lluvia.
- Reducir el deterioro de los neumáticos.
- El ruido en el exterior y en el interior del vehículo.
- La comodidad y estabilidad en marcha.
- Las cargas dinámicas del tráfico.
- La resistencia a la rodadura (consumo de carburante).
- El envejecimiento de los vehículos.
- Las propiedades visuales.

b. Propiedades Principales: Cuenta con varias propiedades, pero considerando su aplicación en carreteras (capa de rodadura), las principales propiedades físico-mecánicas a considerar y optimizar son:

- Estabilidad
- Flujo
- Porcentaje de Vacíos (permeabilidad)
- Durabilidad
- Resistencia a la fatiga
- Resistencia al deslizamiento

2.2.8. Clasificación de las Mezclas Asfálticas

a. Según las Áridos que lo Conforman

- Masilla asfáltica: Polvo mineral (filler) más ligante asfáltico.
- Mortero asfáltico: Árido fino + masilla asfáltica.
- Concreto asfáltico: Árido grueso + mortero asfáltico.
- Macadam asfáltico: Árido grueso + ligante asfáltico.

b. Según la Temperatura Puesta en Obra

- Mezcla asfáltica en Caliente (CAC Es aquella elaborada a altas temperaturas, según la viscosidad del ligante y colocada in situ con temperatura mayor a la temperatura ambiente.
- Mezcla asfáltica en frío: Es aquella mezcla donde el ligante suele ser una emulsión asfáltica y colocada en obra a temperatura ambiente.

c. Según el Porcentaje de Vacíos

- Mezclas Cerradas o Densas: Aquellas donde su porcentaje de vacíos es $< 6\%$.
- Mezclas Semicerradas o Semidensas: Aquellas donde su porcentaje de vacíos es mayor al 6% pero menor al 12%.
- Mezclas Abiertas: Aquellas donde su porcentaje de vacíos es mayor al 12% pero menor al 20%.
- Mezclas Porosas o Drenantes: Aquellas donde su porcentaje de vacíos $> 20\%$.

d. Según el Tamaño Máximo del Agregado Pétreo

- Mezclas Gruesas: T.M. del árido $> 10\text{mm}$
- Mezclas Finas: También llamado micro aglomerado o mortero asfáltico.

e. Según la Estructura del Agregado Pétreo

- Mezclas con Esqueleto Mineral
- Mezclas sin Esqueleto Mineral

f. Según la Granulometría

- Mezclas Continuas: Son aquellas conformadas por mezclas donde el agregado pétreo presenta gran variabilidad en sus tamaños.
- Mezclas Discontinuas: Son aquellas conformadas por mezclas donde el agregado pétreo presenta limitada variabilidad en sus tamaños.

2.2.9. Principales Propiedades de Mezclas Asfálticas

a. Estabilidad Marshall. Es una propiedad mecánica fundamental del concreto asfáltico en caliente, que representa la capacidad de la mezcla para resistir cargas aplicadas sin experimentar fallas por corte o deformación excesiva. **(Kraemer, y otros, 2004)**

b. Flujo Marshall. Propiedad mecánica que indica la deformación plástica total que sufre un CAC, hasta alcanzar su carga máxima. **(Kraemer, y otros, 2004)**

c. Adherencia Agregado – Asfalto. Es una propiedad físico-química, que determina la capacidad de la mezcla bituminosa para adherirse a los agregados y mantener la cohesión de la mezcla, de tal forma que previene las separación de los agregados que lo conforma, evitando la disgregación y el deterioro prematuro. **(Kraemer, y otros, 2004)**

d. Resistencia a la Comprensión. Es una propiedad mecánica que evalúa la capacidad de la mezcla para resistir esfuerzos de carga axial sin fallar, siendo una herramienta válida para caracterizar la resistencia estructural del concreto asfáltico en caliente. **(Kraemer, y otros, 2004)**

e. Contenidos de Vacíos. Es una propiedad física que mide el porcentaje de volumen de aire dentro de la mezcla compactada y que influye en la durabilidad y deformación.

f. Absorción del Agregado. Es una propiedad física que determina la capacidad del agregado para absorber el asfalto, lo que afecta directamente al contenido efectivo de ligantes.

g. Gravedad Específica. Propiedad física fundamental en el diseño y control de calidad del concreto asfáltico en caliente (CAC). Se define como la relación entre el peso de un volumen dado de material y el peso de un volumen igual de agua destilada a una temperatura estándar (generalmente 25 °C). En el caso de mezclas asfálticas, esta propiedad se utiliza para calcular parámetros volumétricos esenciales, como los vacíos totales.

2.2.10. Concreto Asfáltico

Es el material más empleado en la elaboración de capas de rodaduras en pavimentos flexibles a nivel global. Un conjunto de agregados revestidos con una película de material asfáltico. En este contexto, las mezclas asfálticas deben proporcionar ciertos atributos mecánicos y funcionales que favorezcan el rendimiento de la estructura del pavimento. (Bastidas Martinez & Rondón Quintana, 2020).

a. Ventajas Principales

- Son materiales resistentes y duraderos que resisten el envejecimiento y la oxidación.
- Baja porosidad, alta resistencia y rigidez, impermeabiliza superficialmente el pavimento.

b. Desventajas Principales

- Dado su escasa porosidad, la textura superficial no es la más adecuada para conseguir una adecuada fricción entre el neumático y el pavimento.
- Contribuyen a la creación de capas delgadas superficiales de agua durante lluvia, elevando la posibilidad del fenómeno de hidropelante y eleva el nivel de accidentalidad en las carreteras.
- Complejidad en la producción e instalación, dado que se extienden y compactan a altas temperaturas, afectando de manera adversa al medio ambiente debido a las emisiones producidas.

2.2.11. Parámetros para el Diseño de Concreto Asfáltico en Caliente

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021), en el Reglamento Nacional de Edificaciones, en el sub capítulo Norma CE. 010, menciona los requerimientos de los agregados y del concreto asfáltico en caliente (CAC), los cuales se observan en las siguientes figuras.

Tabla 7

Requerimientos de los agregados gruesos para CAC - RNE

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm)	
		< 3000	> 3000
Pérdida en Sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	12 % máximo	10 % máximo
Pérdida en Sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	18 % máximo	15 % máximo
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	40 % máximo	35 % máximo
Índice de Durabilidad	MTC E-214 (1999)	35 % máximo	
Partículas chatas y alargadas*	ASTM D-4791 (1999)	15 % máximo	
Partículas fracturadas	MTC E-210 (1999)	Según Tabla 12	
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0.5% máximo	
Absorción	NTP 400.021:2002	1.00 %	Según Diseño
Adherencia	MTC E-519 (1999)	+95	

Nota: *La relación a emplearse para la determinación es : 5/1 (ancho/espesor o longitud/ancho). Adaptado de RNE – NTP CE. 010, por (MVCS, 2021)

Tabla 8
Requerimientos de los agregados grueso para CAC - MTC.

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm)	
		≤ 3000	≥ 3000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18 % máximo	15 % máximo
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40 % máximo	35 % máximo
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 % mín.	35 % mín.
Partículas chatas y alargadas*	ASTM 4791	10 % máximo	10 % máximo
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5 % máx.	0.5 % máx.
Absorción*	MTC E 206	1.0 % máx.	1.0 % máx.

Nota: Solo se permitirán porcentajes superiores si se garantizan las características de durabilidad de la mezcla asfáltica. Tomado de (MTC, 2013, pág. 266).

Tabla 9
Requisitos para los árido finos para CAC - RNE.

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm)	
		< 3000	> 3000
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	Según Tabla 13	
Angularidad del agregado fino	MTC E-222 (1999)	Según Tabla 14	
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E-220 (1999)	4 % mínimo	6 % mínimo
Índice de Durabilidad	MTC E-214 (1999)	35 mínimo	
Índice de Plasticidad	MTC E-211 (1999)	Máximo 4	NP
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002	0.5 % máximo	
Absorción	MTC E-205 (1999)	0.50%	Según Diseño

Nota: Tomado de RNE – NTP CE. 010, por (MVCS, 2021)

Tabla 10

Requerimientos de los agregados finos para CAC - MTC.

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm)	
		≤ 3000	≥ 3000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N.º200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5 % máx.	0.5 % máx.
Absorción**	MTC E 205	0.5 % máx.	0.5 % máx.

Nota: Tomado de (MTC, 2013, pág. 266)

Tabla 11

Requerimientos para Caras Fracturadas para CAC.

Tipos de Vías	Espesor de Capa	
	< 100 mm	>100 mm
Vías Locales y Colectoras	65/40	50/30
Vías Arteriales y Expresas	85/50	60/40

Nota: Tomado de RNE – NTP CE. 010, por (MVCS, 2021)

Tabla 12

Requerimientos del equivalente de Arena para CAC.

Tipos de Vías	Equivalente Arena (%)
Vías Locales y Colectoras	45 mínimo
Vías Arteriales y Expresas	50 mínimo

Nota: Tomado de RNE – NTP CE. 010, por (MVCS, 2021)

Tabla 13
Requerimientos de angularidad del agregado fino.

Tipos de Vías	Angularidad (%)
Vías Locales y Colectoras	30 mínimo
Vías Arteriales y Expresas	40 mínimo

Nota: Tomado de RNE – NTP CE. 010, por (MVCS, 2021)

Tabla 14
Requerimientos de gradación de los áridos para CAC.

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80-100	100	-
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	-
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N°4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N°10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N°40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N°80)	08-17	08-17	09-19
75 µm (N°200)	04-08	04-08	05-10

Nota: Tomado de RNE – NTP CE. 010, por (MVCS, 2021)

Tabla 15
Sustancias dañinas en los agregados.

Sustancia dañina	Criterio
Arcilla de terrones	Máx. 1%
Partículas deleznales	Según MTC E - 221
Material orgánico u otros materiales deletéreos	Máx. 0.5%

Nota: Adaptado de RNE – NTP CE. 010, por (MVCS, 2021)

Tabla 16
Requisitos del CAC.

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado (4)	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8.15	5.44	4.53
	kN	kN	kN
3. Flujo 0.01” (0.25mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	Ver Tabla 423-10		
Inmersión-Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2.1	2.1	1.4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	80 mín.		
AASHTO T 283			

Nota: Tomado de (MTC, 2013, pág. 272)

Tabla 17
Requisitos de adherencia para CAC.

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		< 3000	>3000*
Adherencia (Agregado grueso)	MTC E 517	+95	-
Adherencia (Agregado fino)	MTC E 220	4	-
		mín.**	
Adherencia (mezcla)	MTC E 521	-	+95
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	AASHTO T 283	-	80
			Mín.

Nota: Tomado de (MTC, 2013, pág. 272)

* Mayor a 3000 msnm y zonas húmedas o lluviosas

**Grado inicial de desprendimiento

Tabla 18*Vacíos mínimos del agregado mineral.*

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %	
	Marshall	Superpave
2.36 mm (Nº8)	21	-
4.75 mm (Nº4)	18	-
9.50 mm (3/8")	16	15
12.5 mm (1/2")	15	14
19.00 mm (3/4")	14	13
25.0 mm (1")	13	12
37.5 mm (1 1/2")	12	11
50.0 mm (2")	11.5	10.5

Nota: Tomado de (MTC, 2013, pág. 273)

CAPITULO III

METODOLOGÍA

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque

La investigación cuantitativa se enfoca en recopilar y analizar datos numéricos para medir y cuantificar variables, así como para identificar relaciones objetivas entre ellas. Este método pretende lograr resultados exactos y aplicables a diferentes contextos mediante la utilización de métodos estadísticos y herramientas matemáticas. (Borja Suárez, 2012).

Por lo cual la presente investigación se clasifica como cuantitativa porque se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos para evaluar las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico modificado con residuos del agregado grueso retriturado. A través de ensayos estandarizados.

3.2. Método

3.2.1. Nivel o Alcance de la Investigación

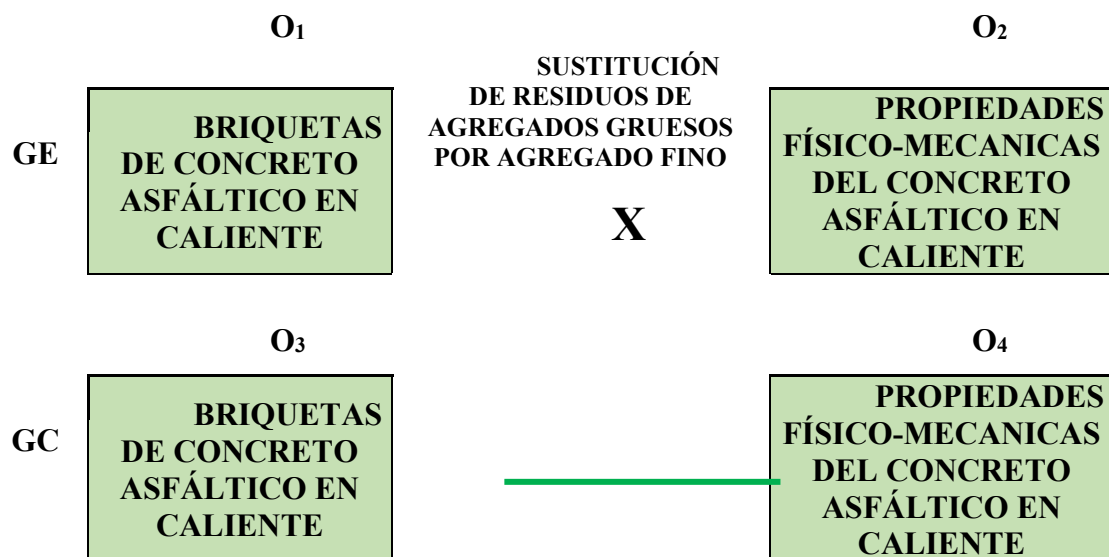
El nivel correlacional de investigación corresponde a un diseño cuyo objetivo es examinar la relación o asociación entre dos o más variables mediante mediciones y análisis estadísticos, con el fin de determinar tanto la dirección (positiva o negativa) como la intensidad de dicha relación. (Borja Suárez, 2012).

La presente investigación se clasifica como de nivel correlacional porque su objetivo principal es analizar la relación existente entre la proporción de agregado grueso retriturado y las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico en caliente, sin manipular de manera experimental otras variables externas. A través de mediciones precisas y análisis estadísticos

3.2.2. Diseño de Investigación

Un diseño cuasi experimental es un tipo de diseño de investigación cuantitativa que busca establecer relaciones de causa y efecto entre variables, pero sin asignación aleatoria de los grupos o tratamientos. Es decir, se trabaja con grupos que ya están formados previamente o que no pueden asignarse al azar por razones prácticas o éticas. (Borja Suárez, 2012).

La investigación se desarrolla bajo un diseño cuasi experimental, ya que implica la manipulación controlada de la variable independiente, porcentajes de residuos de agregado grueso retriturado, para evaluar su efecto en las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico en caliente.



Donde:

GE: Grupo Experimental

GC: Grupo Control

X: Estímulo

-: Ausencia de estímulo

O₁, O₂ y O₃: Observaciones de la variable dependiente pre estímulo

O₄: Observaciones de la variable dependiente post estímulo

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

“Desde un punto de vista estadístico, se denomina población o Universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio” (Borja Suárez, 2012).

Por lo cual en nuestra investigación nuestra población fue de tipo finita y estará conformada por los 72 testigos de concreto asfáltico en caliente elaborados.

3.3.2. Muestreo

En las muestras no probabilísticas, no se puede determinar tanto el error estándar como el nivel de probabilidad. En este escenario, la elección de los componentes no se basa en la elección de los elementos sino en el juicio del investigador. (Hérmades Sampieri, y otros, 2014).

La muestra fue de tipo por cuotas, el cual se eligió proporcional a la representatividad en la población total. (Borja Suárez, 2012)

Tabla 19

Matriz de diseño para estudio cuasi experimental.

Criterio de evaluación	Cantidad
C1	X_{01}
C2	X_{02}
C3	X_{03}
.	.
.	.
.	.
Nº MUESTRAS	$\sum X$

3.3.3. Muestra

La muestra se calculó el número de muestras mínimo para obtener una muestra representativa, con un nivel de confianza del 90%.

n: Tamaño de la muestra

Z: Coeficiente confiabilidad (1.65)

e: Error estimado (10%)

p: probabilidad e hipótesis verdadera (50%)

q: probabilidad de no ocurrencia de la hipótesis (50%)

Obteniendo que se requirió un mínimo de 68 muestras de estudio.

Tabla 20
Muestra para la investigación.

Criterio de evaluación	Descripción	Cantidad
Diseño Marshall (Patrón)	03 especímenes por contenido de asfalto de 4.5, 5, 5.5, 6 y 6.5%	15
Diseño Marshall (Modificado)	04 especímenes por contenido de asfalto optimo y sustituyendo los finos con residuos de agregados grueso retriturado al 15, 25 y 35%	12
Porcentaje de Vacíos de Mezclas Asfáltica (MTC E 505)		9
Peso Específico Teórico Máximo de Mezclas Asfálticas (MTC E 505)		9
Porcentaje de Asfalto que Absorbe el Agregado en Mezclas Asfálticas (MTC E 511)	01 espécimen por contenido de asfalto de 4.5, 5, 5.5, 6 y 6.5%, optimo patrón y sustituyendo los finos con residuos de agregados grueso retriturado al 15, 25 y 35%	9
Resistencia a Comprensión simple de Mezclas Asfálticas (MTC E 513)		9
Peso Específico Aparente y Peso Unitario de Mezclas Asfálticas (MTC E 514)		9
Nº MUESTRAS		72

3.4. Variables y Operacionalización

3.4.1. Variable Independiente: Porcentaje de Residuos del Agregado Grueso Retriturado

- Definición Conceptual: Es un árido que se obtiene retrituyendo piedra o gravas y tamaños variables (Montejo, y otros, 2013).
- Definición Operacional: Corresponde a las dosificaciones experimentales del agregado grueso retriturado (RAGR) utilizadas en la mezcla asfáltica, expresadas como porcentaje del total del agregado fino, en porcentajes de 15%, 25% y 35%.

3.4.2. Variable Dependiente: Propiedades Físico-mecánicas del Concreto Asfáltico en Caliente

- Definición Conceptual: Los cementos asfálticos, tienen importantes propiedades que ayudan a que el recubrimiento tenga un mejor rendimiento y además están sujetos a diversas pruebas, las más destacadas son durabilidad, fluidez y penetración. (Bastidas Martinez & Rondón Quintana, 2020)
- Definición Operacional: Evaluación mediante ensayos de laboratorio método y los cuales deben cumplir con los requisitos para mezclas asfálticas especificadas en la normativa vigente.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de datos se empleó técnicas experimentales basadas en ensayos de laboratorio estandarizados que permitió evaluar las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico modificado con residuos del agregado grueso retriturado.

Los principales instrumentos y técnicas utilizados fueron:

- Ensayo Marshall.
- Análisis granulométrico.
- Ensayo de densidad y absorción de los agregados
- Formatos de laboratorio.

Los instrumentos utilizados están validados por normas nacionales: N.T.P. C.E. 010 aprobado por DS N°010-2021, EG-2013 apropiado por RD N°22-2013-MTC/14, Manual de Ensayo de materiales aprobado por RD N°18-206-MTC-14, e internacionales aprobados los la American Society for testing and Materials (ASTM)

3.6. Técnicas de Análisis de Resultados

Los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio serán organizados y analizados estadísticamente para evaluar el efecto de la incorporación del Residuos del Agregado Grueso Retriturado (RAGR) en las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico en caliente. Se aplicarán técnicas descriptivas como cálculos de medias, desviaciones estándar y porcentajes para resumir los resultados.

Los resultados serán interpretados en función de los parámetros técnicos establecidos en normativas vigentes para concretos asfálticos, con el fin de identificar el diseño óptimo que mejore el desempeño y cumpla con los estándares requeridos

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Propiedades Físico-mecánicas del Agregado Grueso Retriturado

Tabla 21

Evaluación de propiedades físico-mecánicas del RAGR para CAC.

ENSAYO	RESULTADOS	NORMA	PARAMETRO	OBSERVACIÓN
Equivalente de Arena	73%	CE. 010	50% mín.	Cumple
Angularidad	43.6%	CE. 010	30% mín.	Cumple
Adhesividad	6	CE. 010	4 mín.	Cumple
Índice de Durabilidad	63.7	CE. 010	35 mín.	Cumple
Índice de Plasticidad				
MALLA N°40	N.P	CE. 010	N.P.	Cumple
Sales Solubles	0.44%	CE. 010	0.5 % máx.	Cumple
Absorción (MTC E 205)*	0.73%	EG - 2013	Según diseño	Cumple
Azul de Metileno	5.4	EG -2 013	8 máx.	Cumple
Arcilla en Terrones y Partículas desmenuzables	0.53%	CE. 010	1% máx.	Cumple
Material Fino que Pasa Tamiz N°200	0.36%	CE. 010	0.5% máx.	Cumple

Nota: El manual EG-2013, menciona que la absorción puede ser mayor a 0.5%, siempre que se asegure la propiedad de durabilidad de la mezcla.

Se apreció que el material RAGR ha estudiado, cumple con los requisitos para su utilización en pavimentos urbanos según la NTP CE. 010.

4.1.2. Diseño de Concreto Asfáltico en Caliente Modificado

Para el diseño de CAC modificado primero se diseñó un CAC sin modificar empleando la metodología Marshall, del cual se obtuvo el siguiente diseño.

Tabla 22
Diseño del CAC patrón.

Descripción	Resultado
%Piedra Chancada	45%
%Arena zarandeada	55%
%Cemento asfáltico en peso de los agregados	5.53%

Posteriormente se realizó la modificación del porcentaje en peso de arena zarandeada por RAGR en porcentajes de 15%, 25% y 35%, las cuales se pueden visualizar en las tablas 80, 81 y 82 respectivamente.

Tabla 23
Diseño del CACMI5%.

Descripción	Resultado
%Piedra Chancada	45%
%Arena zarandeada	46.75%
%RAGR al 15% de arena zarandeada	8.25%
%Cemento asfáltico en peso de los agregados	5.53%

Tabla 24
Diseño del CACM25%.

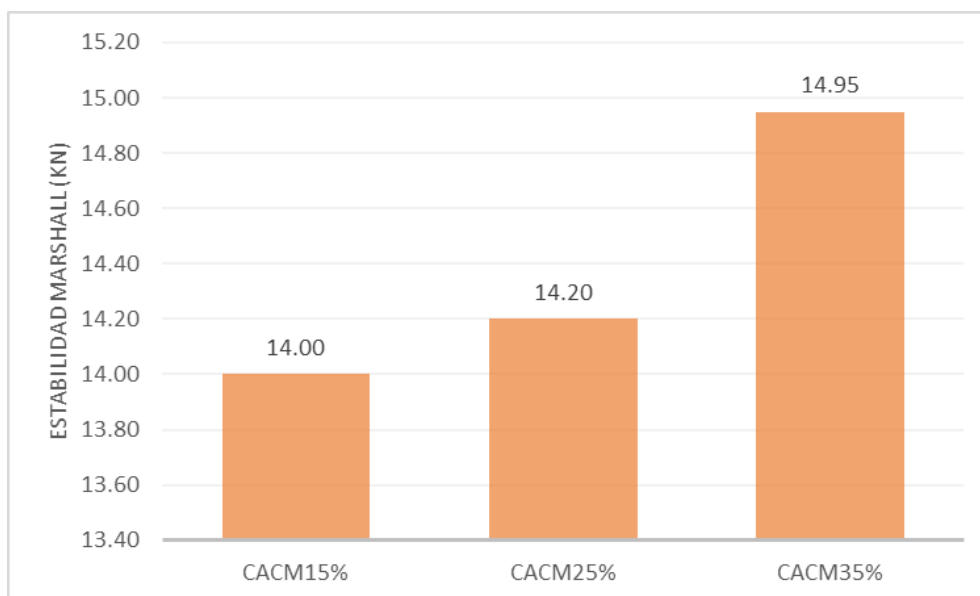
Descripción	Resultado
%Piedra Chancada	45%
%Arena zarandeada	41.25%
%RAGR al 25% de arena zarandeada	13.75%
%Cemento asfáltico en peso de los agregados	5.53%

Tabla 25
Diseño del CACM35%.

Descripción	Resultado
%Piedra Chancada	45%
%Arena zarandeada	35.75%
%RAGR al 35% de arena zarandeada	19.25%
%Cemento asfáltico en peso de los agregados	5.53%

4.1.3. Comparativo de muestras

Figura 11
Estabilidad MARSHALL - CAC Modificado.

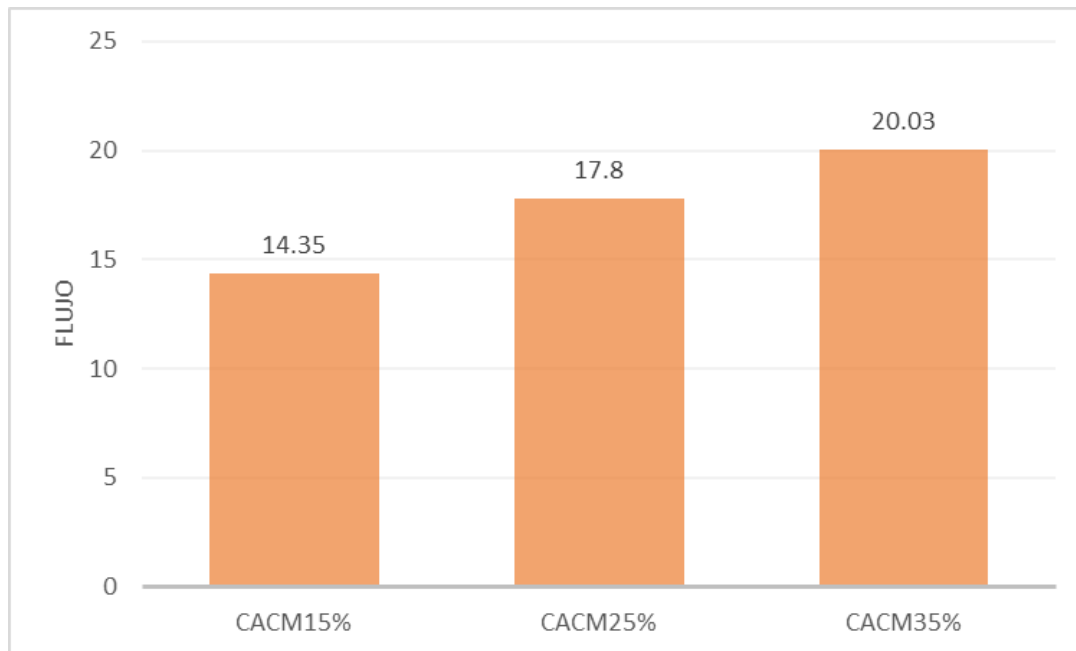


Los resultados muestran que al incrementar el porcentaje de RACR, la estabilidad Marshall también aumenta de manera gradual. La mezcla con sustitución de arena zarandeada por 35% de RACR en peso alcanzó la mayor estabilidad (14.95 kN), superando a las mezclas con 25% y 15%.

Las tres mezclas cumplen los requisitos reglamentarios y muestran un buen rendimiento mecánico en términos de resistencia a la deformación, ya que sus valores de estabilidad superan ampliamente el umbral mínimo de 5,44 kN necesario para las carreteras de tráfico medio. (MTC, 2013)

Figura 12

Flujo - CAC Modificado.



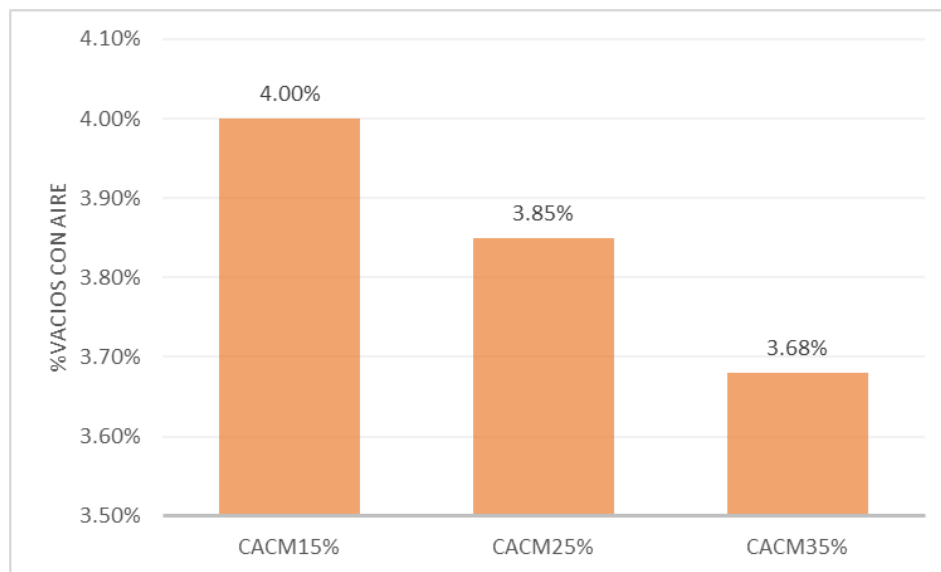
Se observaron porcentajes más altos de RAGR para mejorar de manera fiable el flujo de Marshall. La mezcla con 15% RAGR en peso tenía el valor de flujo más bajo (14,35), mientras que la mezcla con 35% RAGR en peso tenía el más alto (20,03).

Solo la mezcla del 15% cumple con los requisitos establecidos en la ley peruana más reciente (MTC, 2013)

Una mezcla más blanda con menor resistencia a la deformación plástica puede ser indicada por muestras que superen el umbral superior, indicando una mayor propensión a generar surcos o deformaciones permanentes durante el servicio, especialmente en situaciones de alto volumen de tráfico o temperaturas.

Figura 13

Porcentaje de vacíos con aire - CAC Modificado.

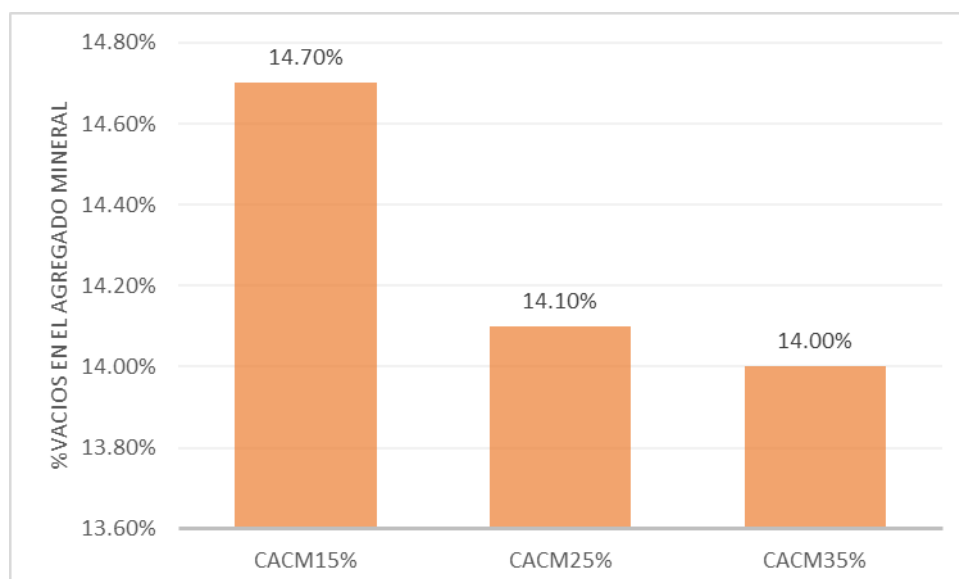


Se observa que al aumentar el contenido de agregado grueso retriturado, el porcentaje de vacíos con aire disminuye ligeramente. Esta tendencia puede deberse a un mejor empaquetamiento de los agregados o a una mayor absorción del ligante asfáltico por parte del material reciclado, lo que reduce el espacio de aire en la mezcla.

Todas las mezclas cumplen con el rango normativo recomendado (3-5%) lo que sugiere que el nivel de compactación y la dosificación de asfalto han sido adecuadas (MTC, 2013)

Figura 14

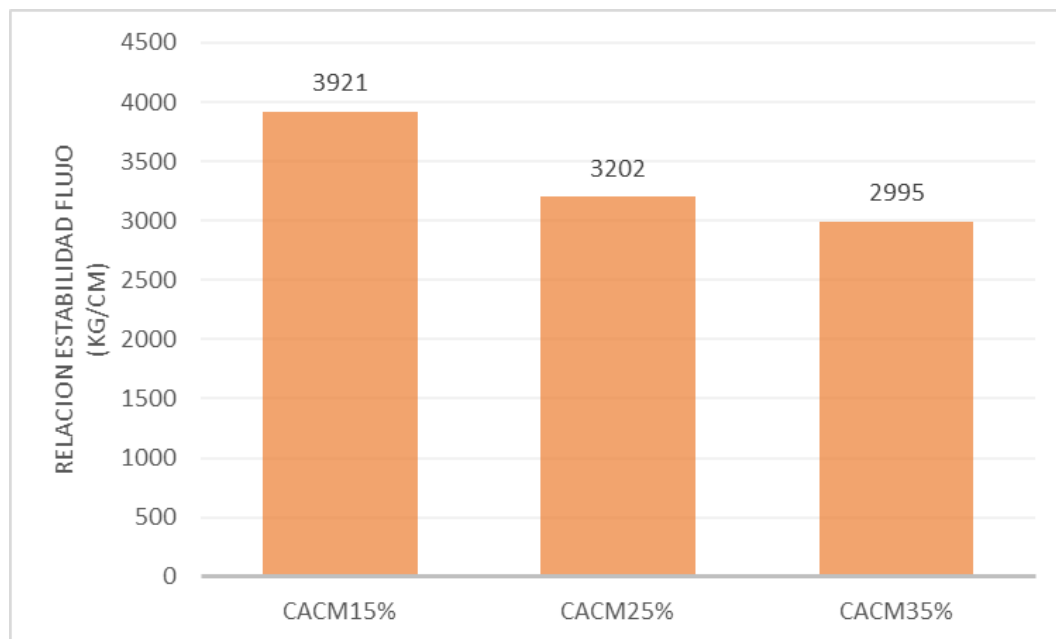
Porcentaje de vacíos en el agregado mineral - CAC Modificado.



El VAM representa el espacio dentro de la matriz mineral (agregado) que puede ser ocupado por el asfalto y los vacíos con aire. Es un parámetro crítico para garantizar una buena adhesión entre el ligante y los agregados, por lo tanto, influye directamente en la durabilidad de la mezcla.

Se observa una ligera disminución del VAM a medida que se incrementa el porcentaje de agregado retriturado. Esta reducción podría estar relacionada con un mejor empaquetamiento de partículas o una mayor compactación de la mezcla. Así mismo todas las mezclas cumplen con el rango normativo recomendado de 14% mín. (MTC, 2013)

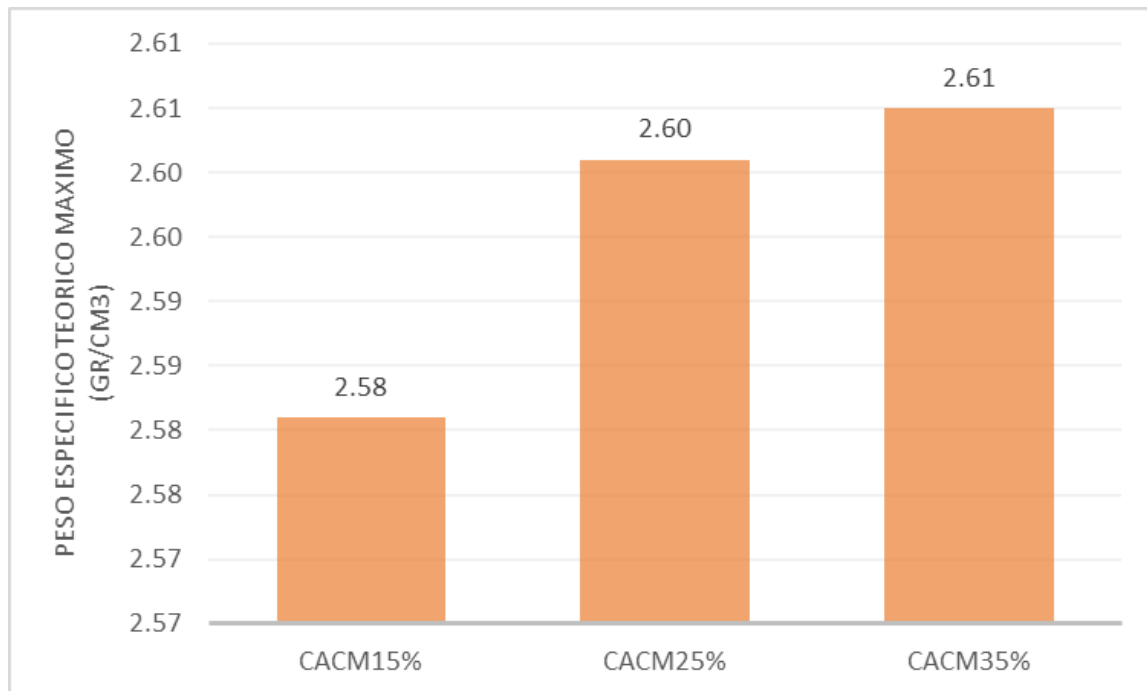
Figura 15
Relación estabilidad/flujo - CAC Modificado.



La mezcla con sustitución de arena zarandeada por 15% de RACR tiene la mayor rigidez, lo que sugiere un excelente comportamiento estructural, con alta resistencia a la deformación, mientras que las otras muestras presentan una disminución progresiva de la rigidez, la cual está asociada al aumento del flujo como se observa en la Figura 12. Aun así, todas las mezclas cumplen con el rango normativo recomendado de 1700 a 4000 kg/cm (MTC, 2013)

Figura 16

Peso específico teórico máximo - CAC Modificado.

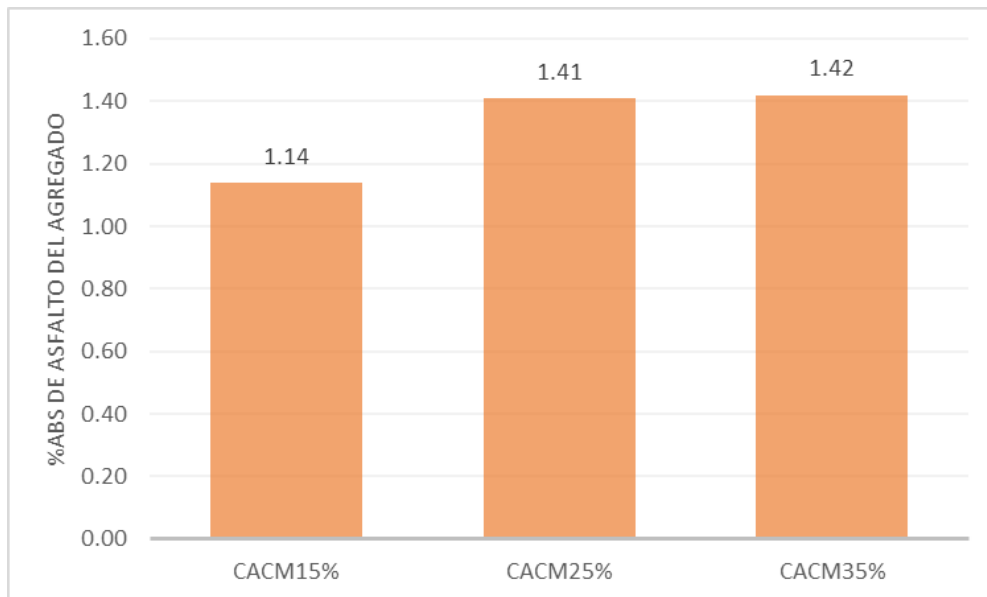


Se observa una ligera tendencia ascendente en función al aumento del RAGR en la mezcla, la cual está relacionada a una mayor densidad del RAGR.

El aumento progresivo del peso específico teórico máximo con el incremento del agregado retriturado indica que las mezclas tienden a ser ligeramente más densas, lo que puede favorecer la compactación y la resistencia mecánica siempre y cuando los vacíos con aire no sean demasiado bajos, como se ha comprobado en los resultados anteriores.

Figura 17

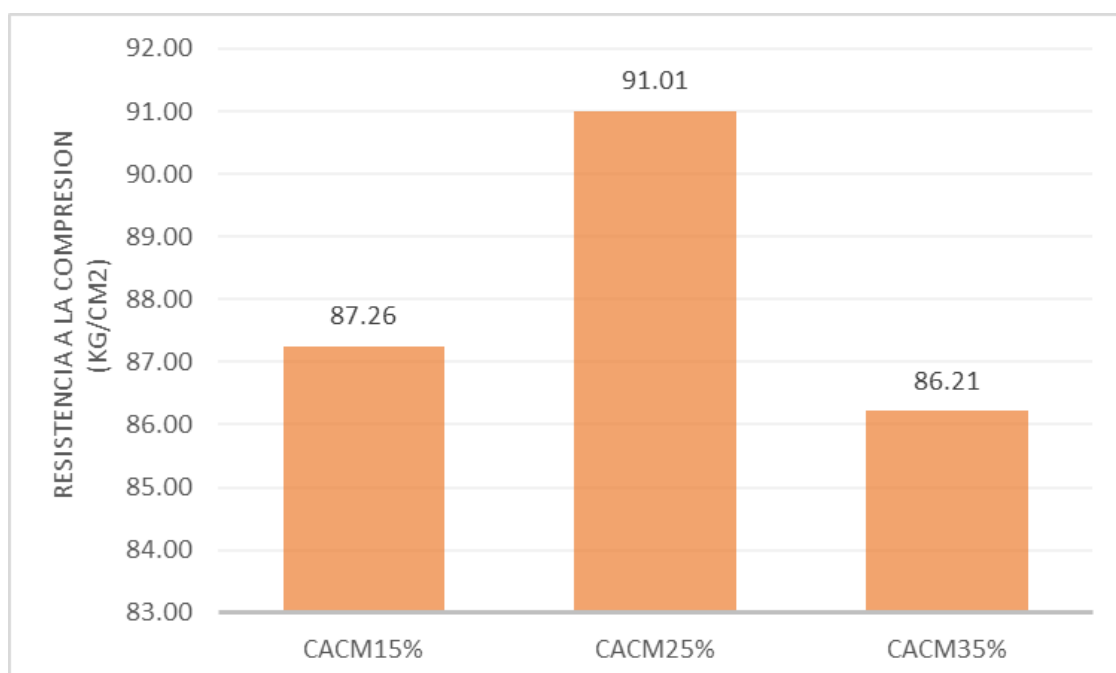
Porcentaje de asfalto que absorbe el agregado - CAC Modificado.



Se observa que a mayor contenido de agregado grueso retriturado, aumenta la absorción del asfalto, esto se debe a que los agregados retriturados suelen tener mayor porosidad y superficie rugosa, lo que favorece la absorción del ligante, pero si es excesiva compromete la trabajabilidad, la cual se contrasta en el aumento del flujo Marshall.

Figura 18

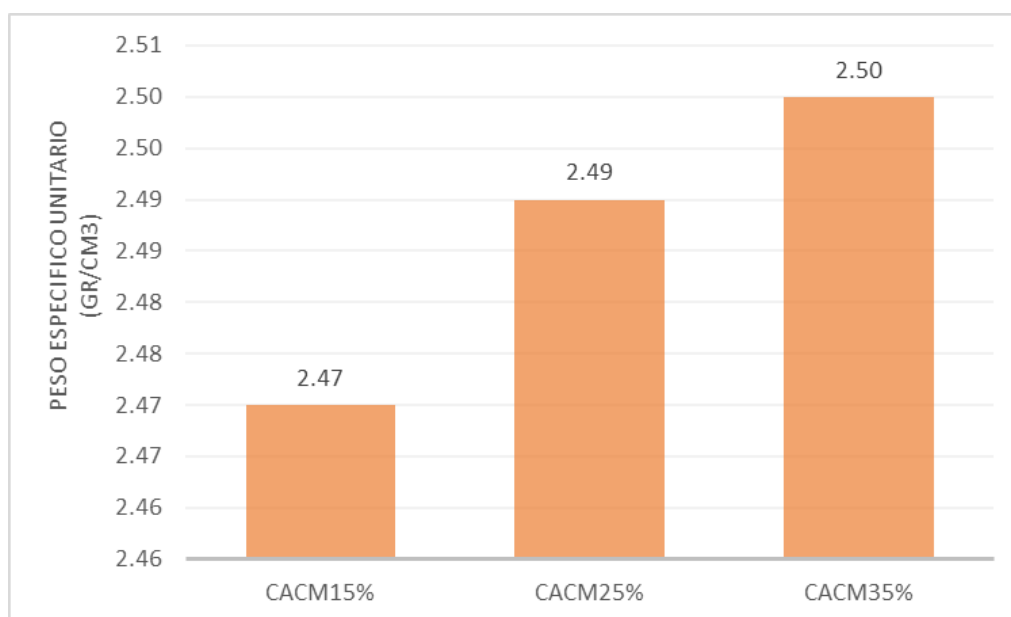
Resistencia a la compresión simple - CAC Modificado.



La resistencia más alta la presenta la mezcla con sustitución de arena zarandeada por 25% de RACR, lo que sugiere que esta dosificación tiene una mayor cohesión interna y buena adherencia agregado-ligante, la muestra al 15% tiene una resistencia apenas inferior, lo que indica un buen desempeño mecánico, con una mezcla más rígida como se vio en la relación estabilidad/flujo.

Figura 19

Peso específico unitario - CAC Modificado.



Se observa una ligera tendencia ascendente en el peso específico unitario al incrementar el contenido de RAGR, esto sugiere que, con más material retriturado, la mezcla logra una mayor compactación, debido a un mejor acomodamiento de partículas y a una densidad mayor del RAGR.

En función a los resultados obtenidos anteriormente se procedió a la comparación de resultados de una muestra patrón con el diseño de CAC sustituyendo el 15% de árido zarandeado por RAGR, debido a cumple todos los parámetros y requisitos establecidos por la normativa nacional vigente.

Tabla 26
Comparativo de muestras.

ENSAYO	CACP	CACM 15%
Estabilidad Marshall	12.56 KN	14.00 KN
Flujo 0.01" Marshall	15.84	14.35
Porcentaje de Vacíos con Aire	3.84%	4.00%
%VMA	13.93%	14.7%
Porcentaje de Vacíos llenados con C. Asf.	72.50%	73.1%
Relación Estabilidad / Flujo	3232 kg/cm	3921 kg/cm
Peso Específico Teórico Máximo	2.593 gr/cm ³	2.581 gr/cm ³
Porcentaje de Asfalto que Absorbe el Agregado	1.42%	1.14%
Resistencia a la Compresión Simple	79.65 kg/cm ²	87.26 kg/cm ²
Peso Específico Aparente	2.491 gr/cm ³	2.479 gr/cm ³
Peso Unitario	2.496 gr/cm ³	2.47 gr/cm ³

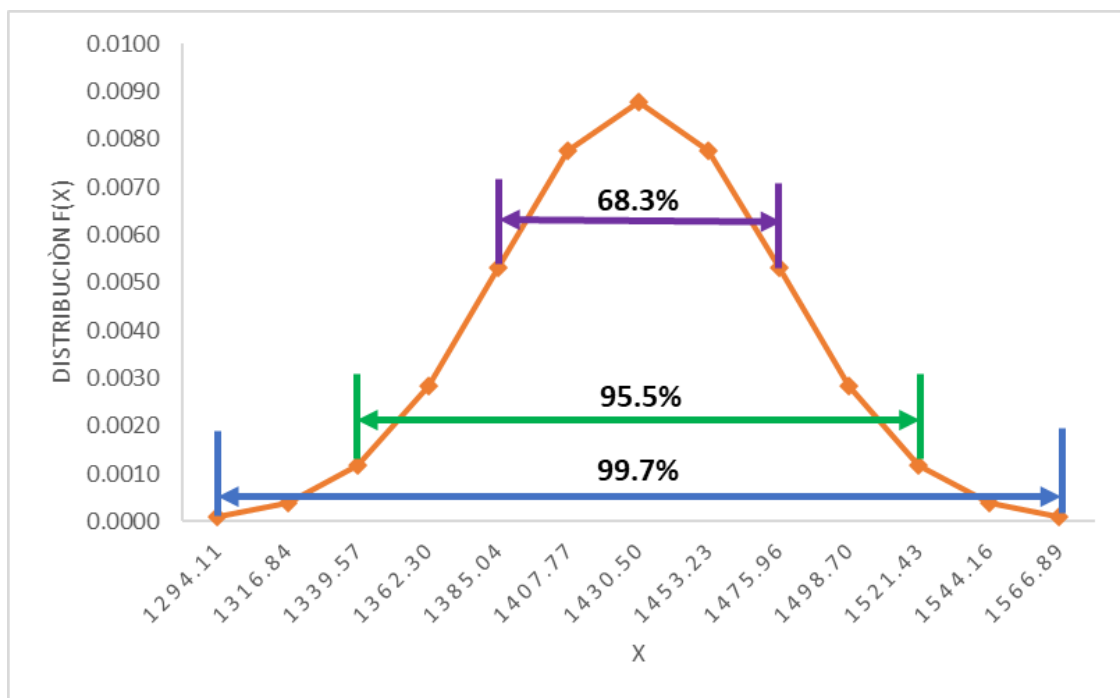
Se visualiza que existe una variación en las propiedades físico-mecánicas del CAC con el CACM15%, en las cuales existe un aumento de la estabilidad en un 11.5%, esto indica una mezcla más resistente estructuralmente; la reducción en el flujo, lo que indica una mezcla más rígida y con menor deformabilidad plástica, lo cual es deseable en capas estructurales para evitar deformaciones la cuales reflejan un relación estabilidad/flujo mayor, es decir un mejor equilibrio entre resistencia y deformabilidad.

Así mismo un aumento en la resistencia a la compresión en un 9.5%, un mayor %VMA y un menor %asfalto absorbido lo que implica que hay más ligante efectivo, el cual favoreció a la cohesión de la mezcla propiedades claves para la durabilidad y desempeño bajo carga.

Tabla 27
Resultados de datos estadísticos descriptivos – Estabilidad Marshall

Descripción	Resultado
Número de datos (n)	4
Media aritmética ($\bar{x}$)	1430.50
Desviación estándar (S)	45.46
Coeficiente de variación (CV)	3.18%
Mínimo	1380
Máximo	1473
Rango	93

Figura 20
Distribución normal – Estabilidad Marshall.



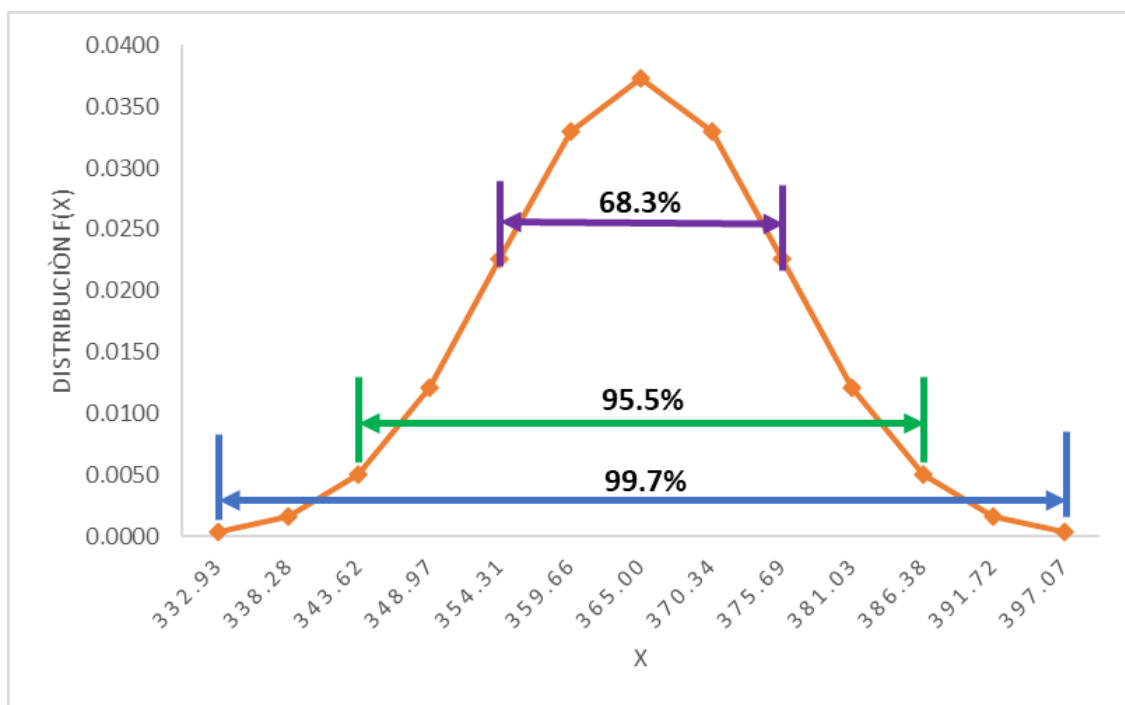
De acuerdo a la

Figura 20 existe la probabilidad del 68.3% de que los valores de estabilidad Marshall este entre los valores de 1385.04 y 1475.96 Kg, una probabilidad del 95.5% entre 1339.57 y 1521.43 kg y una probabilidad del 99.7% entre los valores de 1294.11 y 1566.89 kg.

Tabla 28
Resultados de datos estadísticos descriptivos – Flujo

Descripción	Resultado
Número de datos (n)	4
Media aritmética ($\bar{x}$)	365
Desviación estándar (S)	10.69
Coefficiente de variación (CV)	2.93%
Mínimo	356
Máximo	379
Rango	23

Figura 21
Distribución normal – Flujo.



De acuerdo a la

Figura 21 existe la probabilidad del 68.3% de que los valores de estabilidad Marshall este entre los valores de 354.31 y 375.69 mm, una probabilidad del 95.5% entre 343.62 y 386.38 mm y una probabilidad del 99.7% entre los valores de 332.93 y 397.07 mm.

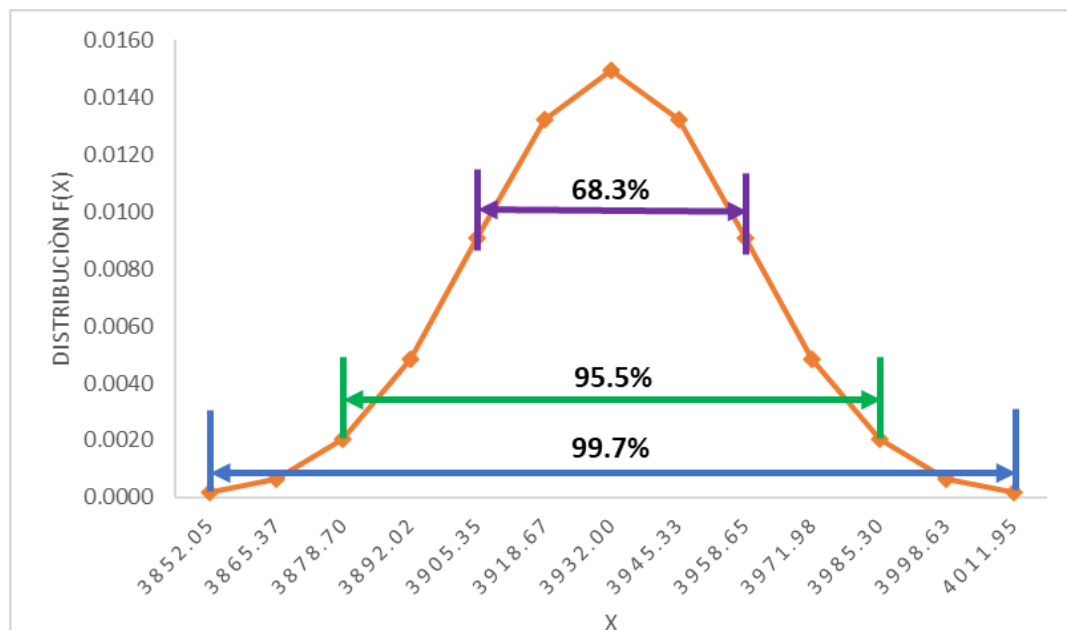
Tabla 29

Resultados de datos estadísticos descriptivos – Relación estabilidad / flujo

Descripción	Resultado
Número de datos (n)	4
Media aritmética ($\bar{x}$)	3932
Desviación estándar (S)	26.65
Coefficiente de variación (CV)	0.68%
Mínimo	3881
Máximo	3938
Rango	57

Figura 22

Distribución normal – Relación estabilidad / flujo.



De acuerdo a la **Figura 22** existe la probabilidad del 68.3% de que los valores de estabilidad Marshall este entre los valores de 3905.35 y 3958.65 kg/cm, una probabilidad del 95.5% entre 3878.70 y 3985.30 kg/cm y una probabilidad del 99.7% entre los valores de 3852.05 y 4011.95 kg/cm.

4.1.4. Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis formulada para a tesis, se centró en validar la afirmación que la adición de residuos de agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia aumenta las propiedades físico-mecánicas del concreto asfaltico en caliente.

Hipótesis nula (H_0): La adición de residuos de agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia no aumenta las propiedades físico-mecánicas del concreto asfaltico en caliente.

Hipótesis alternativa (H_1): La adición de residuos de agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia aumenta las propiedades físico-mecánicas del concreto asfaltico en caliente.

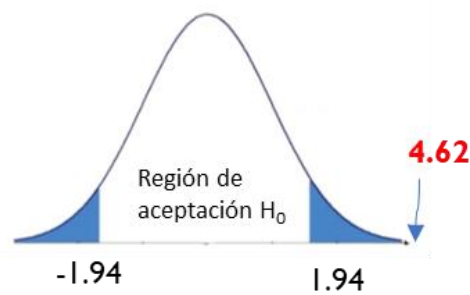
Para la prueba de hipótesis se realizó mediante la prueba T de Student, la cual nos permitió evaluar dos poblaciones, y la aplicamos en las propiedades de Estabilidad, flujo y relación estabilidad flujo, las cuales dan las características principales al funcionamiento de un CAC.

Tabla 30
Resultados de datos para T de student – Estabilidad Marshall

Descripción	CACP	CAC15%
Número de datos (n)	4	4
Media aritmética ($\bar{x}$)	1282.00	1430.50
Varianza (S)	2060	2067
Varianza agrupada (S_c)	2063.50	
Grados de libertad	6	
Estadístico T	4.62	
α	0.1	
t crítico	1.94	
p-valor	0.0036	

Figura 23

T de Student – Estabilidad Marshall.



En la **Figura 23** observamos en el gráfico que el valor estadístico T (4.62), se encuentra en la zona de rechazo, es decir se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

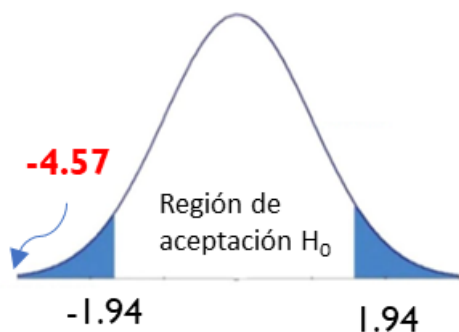
Tabla 31

Resultados de datos para T de student – Flujo

Descripción	CACP	CAC15%
Número de datos (n)	4	4
Media aritmética ($\bar{x}$)	400	365
Varianza (S)	120.15	114.25
Varianza agrupada (Sc)	117.20	
Grados de libertad	6	
Estadístico T	-4.57	
α	0.1	
t crítico	1.94	
p-valor	0.0038	

Figura 24

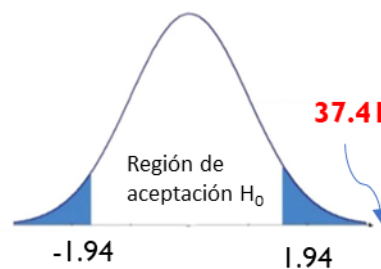
T de Student – Flujo.



En la **Figura 24** observamos en el gráfico que el valor estadístico T (-4.57), se encuentra en la zona de rechazo, es decir se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 32
Resultados de datos para T de student – Relación estabilidad / flujo.

Descripción	CACP	CAC15%
Número de datos (n)	4	4
Media aritmética ($\bar{x}$)	3232	3932
Varianza (S)	690.45	710.25
Varianza agrupada (S_c)	700.35	
Grados de libertad	6	
Estadístico T	37.41	
α	0.1	
t crítico	1.94	
p-valor	0.00000002	

Figura 25
T de Student – Relación estabilidad / flujo.


En la **Figura 25** observamos en el gráfico que el valor estadístico T (37.41), se encuentra en la zona de rechazo, es decir se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

4.2. Discusiones

Al realizar la prueba de hipótesis mediante la herramienta t de student se evidencio que la modificación del concreto asfaltico en caliente con residuos del agregado grueso retriturado mejora sus propiedades físico-mecánicas debido a que existe un 95% de que la estabilidad y relación estabilidad/flujo aumenten y el flujo disminuya. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, y se concluyó que al sustituir un 15% de RAGR por árido zarandeado en peso, se aumenta las propiedades físico-mecánicas del CAC.

(Martinez Uribe, 2021) obtuvo que las propiedades del RAGR varían según la maquinaria utilizada para la obtención del RAGR, propiedades que influyen directamente en el contenido de vacíos del CAC, %absorción de asfalto en el agregado y flujo, la cual en contraste con nuestra investigación podemos afirmar debido a que para nuestra investigación se hizo empleo de la tritura de rodillos obteniendo valores similares, propiedades que influyen directamente en el contenido de vacíos del CAC, %absorción de asfalto en el agregado y flujo, los cuales son esenciales para la determinación del contenido óptimo de asfalto, obteniendo para su diseño un contenido de asfalto óptimo de 5.3%, para la mezcla al 100% del árido fino sustituido por RAGR, la cual en contraste con nuestra investigación podemos afirmar debido a que para nuestro diseño con un contenido óptimo de 5.53% los valores de flujo aumentan en función al aumento de contenido de RAGR en la mezcla.

Tabla 33
Propiedades del RAGR según la procedencia de trituración.

Propiedad	Martínez Uribe (2021)			Rodríguez & Vinchales (2025)
	Trituradora de cono	Trituradora de Impacto	Trituradora de Molino	Trituradora de Rodillos
Gravedad específica (gr/cm ³)	2.659	2.653	2.654	2.824
%Absorción	0.867	0.735	0.783	0.73
Equivalente de arena	59%	62%	61%	73%
Angularidad	49%	46.7%	47%	43.6%

Nota: Adaptado de (Martínez Uribe, 2021).

La tabla anterior contrasta los valores obtenidos de las propiedades del RAGR obtenido de la cantera Santa Cecilia, utilizando la trituradora de rodillos, los cuales se aprecian ligeras variaciones, estas debidas principalmente a la gradación del agregados (angularidad).

Por otro lado (Aldana López, 2021) comparó los ensayos de calidad entre agregados naturales, como la arena de río y RAGR, concluyendo que el RAGR presenta un mejor comportamiento en sus propiedades físico-mecánicas. Este comportamiento se reflejó positivamente en el desempeño de la mezcla asfáltica, mejorando su resistencia y estabilidad. Los resultados de su estudio evidencian que la utilización de RAGR no solo es viable, sino que puede ser beneficiosa desde el punto de vista técnico.

Los ensayos realizados a la arena zarandeada y al RAGR en laboratorio permitieron evidenciar que este último posee cualidades técnicas destacables, tales como mayor angularidad y el equivalente de arena, estas características son determinantes para mejorar el comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas, lo cual se reflejó directamente en parámetros como la estabilidad Marshall, el flujo, la resistencia a la compresión simple y la relación estabilidad/flujo.

Tabla 34

Comparación de propiedades del RAGR y arena zarandeada.

ENSAYO	ARENA ZARANDEADA	RAGR	PARAMETRO
Equivalente de Arena	68%	73%	50% mín.
Angularidad	41.6%	43.6%	30% mín.
Adhesividad	5	6	4 mín.
Índice de Durabilidad	65.7%	63.7	35 mín.
Sales Solubles	0.47%	0.44%	0.5 % máx.
Arcilla en Terrones y Partículas desmenuzables	0.69%	0.53%	1% máx.

Boza y Ríos (2022), evaluó dos mezclas una incorporando el 36% de RAGR y otra incorporando el 57% de RAGR, observando un aumento en la estabilidad del 1053 kg (36%RAGR) a 1421 kg (57%RAGR), esto implicado directamente en la relación E/F donde también se aprecia un aumento en el cual la mezcla al 57%RAGR, sobrepasa los límites establecidos en la normativa por lo cual no lo hace utilizable.

En comparación con los resultados obtenidos, se confirma que aumenta la estabilidad en función del adicionamiento del RAGR teniendo 1282 kg (0%RAGR) a 1524 kg (35%RAGR), estos aumentos significan que al aumentar RAGR en la mezcla aumenta la estabilidad por ende significa que la mezcla tiene mayor resistencia a la carga vigente, pero al adicionar en cantidades mayores afecta la relación E/F lo cual modifica la cantidad del %C.A.

Castro Mendoza (2022), realizó un diseño de mezcla con la incorporación del 25% de RAGR por arido fino, en la cual obtuvo un porcentaje óptimo de 5.20%, estabilidad de 1260 kg, un flujo de 3.43mm un índice de rigidez de 3679 kg/cm, así mismo esta cumple con los requerimientos establecidos por la normativa.

Comparado a los resultados obtenidos también para una mezcla al 25%RAGR, obtuvimos una estabilidad de 1448 kg, un flujo de 4.5mm y un índice de rigidez de 3202 kg/cm para un contenido óptimo de asfalto de 5.53%, la diferencia entre contenidos de asfaltos refleja el aumento en el flujo la cual en nuestra investigación es mayor a la requerido por la normativa para su aplicación.

Arroyo y Goycochea (2024), en su investigación determinó un diseño de CAC modificado con la adición de escoria negra de arco eléctrico como arido fino, en porcentajes de 50%, 75% y 100%, obteniendo los mejores resultados en comparación con su muestra patrón, la muestra al 75%, la cual presenta un flujo de 0.36cm, una estabilidad marshall de 1350 kg y un índice de rigidez de 3921 kg/cm.

Al comparar los resultados obtenidos en esta investigación con nuestra investigación realizada con 15%RAGR, presenta un comportamiento técnico competitivo e incluso superior en algunas propiedades clave, en primer lugar, la mezcla con RAGR mostró una mayor estabilidad Marshall 1428 kg frente a los 1350 kg reportados con escoria negra, epresentando un incremento del 3.7% en la capacidad de soportar cargas sin deformarse, esta mejora se complementa con un peso unitario más alto (2.47 g/cm^3 frente a 2.379 g/cm^3), lo cual puede reflejar una mayor densidad y mejor compactación de la mezcla con RAGR.

Respecto al flujo Marshall, ambas mezclas presentan valores similares (0.36 cm para RAGR y 0.34 cm para escoria), indicando que ambas ofrecen un adecuado balance entre rigidez y flexibilidad. El factor de rigidez (relación estabilidad/flujo) fue de 3921 kg/cm en la mezcla con RAGR, y de 3979 kg/cm en la mezcla con escoria negra, siendo prácticamente equivalentes y mostrando que ambas poseen una capacidad comparable para resistir deformaciones bajo cargas repetidas.

En cuanto a la estructura volumétrica de la mezcla, el porcentaje de vacíos con aire fue de 4.0% en la mezcla con RAGR y 3.4% en la mezcla con escoria, mientras que el %VMA fue de 14.7% y 15.1% respectivamente. Estos valores indican que ambas mezclas se encuentran dentro de los rangos admisibles según la normativa técnica, sin comprometer la durabilidad ni la estabilidad del ligante asfáltico.

Finalmente, es importante destacar que todos estos resultados se obtuvieron en la mezcla con RAGR utilizando un menor contenido óptimo de asfalto (5.53% frente a 5.7%), lo que sugiere una mayor eficiencia en el uso del ligante y un posible beneficio económico.

En conjunto, estos resultados respaldan la evidencia existente en la literatura sobre los beneficios del uso de materiales reciclados en mezclas asfálticas. Así, se refuerza la idea de que la incorporación controlada de RAGR puede contribuir a la sostenibilidad de la infraestructura vial, sin sacrificar calidad ni desempeño estructural.

Además, mediante la aplicación de la prueba de hipótesis, se confirmó que la mezcla con 15% de RAGR mostró diferencias significativas en las propiedades físico-mecánicas respecto a la mezcla convencional, particularmente en la mejora de la estabilidad estructural sin comprometer el contenido de vacíos ni el comportamiento volumétrico. Esto sugiere que el uso de RAGR, en proporciones adecuadas, no solo es viable, sino también recomendable desde una perspectiva técnica, económica y ambiental.

El aporte de la investigación radica en su implicación en el diseño y la producción de CAC, debido a que la incorporación RAGR, ofrece una alternativa viable para la gestión de residuos en las canteras, así como para la mejora de las propiedades físico-mecánicas contribuyendo en una mayor vida útil de las estructuras de pavimento flexible.

Este estudio presenta la limitación de que el estudio de los agregados utilizados se realizó únicamente de una fuente la cual es la Cantera Santa Cecilia y no podrían generalizarse para otra fuente de extracción.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Respecto al primer objetivo específico el cual fue “Determinar las propiedades físico-mecánicas del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia”, se concluyó que en base a los resultado que el RAGR proveniente de la cantera Santa Cecilia puede ser utilizado como árido fino, puesto que cumple con los requisitos decretado por la NTP CE 010 y el Manual EG-2013 para su uso en la elaboración de CAC, ensayos como granulometría, absorción, adherencia, equivalente de arena, entre otros, confirmaron que el RAGR posee características técnicas adecuadas para ser incorporado en mezclas asfálticas sin comprometer su calidad.

Por tanto, se concluye que el empleo de RAGR como agregado fino no solo es compatible con las especificaciones normativas, sino que también representa una alternativa eficaz y ambientalmente responsable para el diseño de mezclas asfálticas de alto desempeño.

Respecto al segundo objetivo específico el cual fue “formular los diseños de un concreto asfáltico en caliente modificado con residuos del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia”, se realizó un diseño de mezcla con una muestra convencional donde se obtuvo un 45% de agregado, 55% de fino y el contenido optimo de asfalto del 5.53%.y se modificó los porcentajes del árido fino por RAGR obteniendo en base a los resultados el diseño optimo de:

Tabla 35
Diseño de CAC modificado.

Porcentajes de diseño	
Agregado grueso (45%)	
Piedra Chancada	45.00%
Agregado fino (55%)	
Arena Zarandeada (85%)	46.75%
Residuos del agregado grueso retriturado (15%)	8.25%
Total	100%
C.A. (PEN)	60-70
%C.A en peso de la mezcla	5.53%

Respecto al tercer objetivo específico el cual fue “Escoger un diseño de mezcla que mejore las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico en caliente” se concluye que la mezcla modificada con un 15% de RAGR presenta mejoras significativas en comparación con la mezcla patrón (convencional).

En concreto, se observó un incremento del 12% en la estabilidad Marshall (14 kN frente a 12.56 kN), una reducción del 10% en el flujo (0.36 cm frente a 0.40 cm), un aumento del 21% en la relación estabilidad/flujo (3921 kg/cm frente a 3232 kg/cm), y una mejora del 10% en la resistencia a la compresión simple (87.26 kg/cm² frente a 79.65 kg/cm²).

Estos resultados evidencian que la mezcla con 15% de RAGR ofrece un mejor equilibrio entre rigidez y deformabilidad, mayor durabilidad estructural y una resistencia superior a las cargas de tránsito, convirtiéndola en una opción más eficiente y sostenible para su aplicación en pavimentos flexibles.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda emplear un 15% de agregado grueso retriturado (RAGR) como porcentaje ideal en la elaboración de concreto asfáltico en caliente (CAC), ya que esta dosificación logró un equilibrio entre estabilidad, resistencia y comportamiento volumétrico sin comprometer la calidad estructural del pavimento.

Se recomienda realizar un diseño de mezcla asfáltica empleando exclusivamente RAGR como reemplazo total del agregado fino, con el objetivo de evaluar su comportamiento estructural, durabilidad y viabilidad técnica en condiciones extremas. Esta propuesta permitiría determinar los límites de desempeño del RAGR y su potencial como insumo principal en mezclas asfálticas. (Yousify & Taher, 2021)

Para futuras investigaciones, se aconseja evaluar otras dosificaciones RAGR, particularmente en rangos intermedios como el 10%, 12.5%, 17.5% y 20%, con el fin de identificar con mayor precisión el punto óptimo de desempeño de la mezcla asfáltica. Esta exploración más detallada permitiría establecer una curva de comportamiento físico-mecánico más completa, optimizar el diseño de mezcla en función de criterios técnicos y económicos. (Boza y Ríos, 2022).

Dado que se observó un aumento en la deformación bajo carga (flujo) a medida que aumentaba el contenido de agregado grueso retriturado, se recomienda determinar un nuevo contenido óptimo de asfalto para los modificados al 25% y 35% con la finalidad de obtener resultados que cumplan con el parámetro establecido por la NTP CE 010 y poder determinar cuanta es la variación del %CA, y si esta variación produce alguna mejora técnica u económica. (Castro Mendoza, 2022)

Se recomienda realizar más estudios al RAGR, comparándolo con otros materiales reciclados como la escoria negra de alto horno, residuos cerámicos, plásticos reciclados, entre otros, bajo un mismo diseño, con el objetivo de identificar cuál de estos ofrece un mejor desempeño en mezclas asfálticas en términos de estabilidad, durabilidad, comportamiento volumétrico y respuesta ante condiciones ambientales adversas. Este tipo de investigaciones comparativas no solo permitirá ampliar el conocimiento técnico sobre el uso de materiales alternativos en pavimentos flexibles, sino también fomentar la sostenibilidad mediante la reutilización de residuos industriales y de construcción, reduciendo así la dependencia de recursos naturales y el impacto ambiental asociado a la infraestructura vial. (Arroyo y Goycochea, 2024)

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (2016). AASHTO TP 57: Standard Test Method for Methlene Blue Value of Fine Aggregate.
- Aldana López, J. A. (2021). *Análisis y comparación de las propiedades físicas y mecánicas de un diseño de mezcla para micropavimentos, utilizando arena de río y arena triturada como agregado fino, aplicado a carreteras de segundo orden*. Trabajo de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala, Guatemala.
- Arroyo Rodríguez, J. D., & Goycochea De La Cruz, P. A. (2024). *Evaluación del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente modificadas con escoria negra de horno de arco eléctrico - Chimbote 2022*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Nuevo Chimbote. Perú. Obtenido de <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4604>
- Asphalt Institute. (2007). *Asphalt Handbook (MS-4)*.
- ASTM INTERNATIONAL. (2011). ASTM C 123: Standard Test Method for Lightweight Particles in Aggregate. Obtenido de <https://www.astm.org/c0123-04.html>
- ASTM INTERNATIONAL. (2011). ASTM D 3398: Standard Test Method for Index of Aggregate Particle Shape and Texture. Obtenido de <https://www.astm.org/jai103664.html>
- ASTM INTERNATIONAL. (2013). ASTM D 5821: Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate. Obtenido de www.astm.org
- ASTM INTERNATIONAL. (2017). ASTM C289-94: Standard Test Method for Potential Alkali-Silica Reactivity of Aggregates. Obtenido de <https://www.astm.org/c0289-94.html>
-

- ASTM INTERNATIONAL. (2017). *ASTM D 3665: Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials* (Vol. 04.03). ASTM INTERNATIONAL. doi:10.1520/D3665-12R17
- ASTM INTERNATIONAL. (2018). ASTM D 3744: Standard Test Method for Aggregate Durability Index. Obtenido de https://www.astm.org/d3744_d3744m-18.html
- ASTM INTERNATIONAL. (2021). ASTM D 1559: Test Method for Resistance of Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus (Withdrawn 1998). Obtenido de <https://www.astm.org/d1559-89.html>
- ASTM INTERNATIONAL. (2023). ASTM D 4791: Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate. Obtenido de <https://www.astm.org/d4791-19.html>
- ASTM INTERNATIONAL. (2024). ASTM D 546: Standard Test Method for Sieve Analysis of Mineral Filler for Bituminous. Obtenido de <https://www.astm.org/d0546-17.html>
- Bastidas Martinez, J. G., & Rondón Quintana, H. A. (2020). *Caracterización de mezclas de concreto asfáltico*. Bogotá, Colombia: Universidad Piloto de Colombia.
- Borja Suárez, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chicla, Perú.
- Boza Carbonelli, D. K., & Ríos Chávez, M. S. (2022). *Análisis de la granulometría de los agregados de la cantera El Pedregal y su influencia en las mezclas asfálticas en caliente en la ciudad de Abancay, 2019*. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil, Universidad Tecnológica de los Andes, Facultad de Ingeniería, Apurímac, Perú. Obtenido de <https://repositorio.utea.edu.pe/items/3bd1c4dd-04e5-4813-89a0-79e4c04c0aa0>
- Castro Mendoza, J. M. (2022). *Análisis de mezclas asfálticas con materiales triturados de canteras empleados Vía Evitamiento Chimbote Km 10+000 al 22+060 - 2022*. Tesis

- para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Trujillo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/116282>
- Celís Sanabria, B. J., & Monsalve Saenz, L. M. (2023). *Análisis de la viabilidad en la sustitución de agregado fino por residuos de relave minero en mezclas asfálticas en caliente a partir de ensayos de laboratorio*. Trabajo de Grado, Universidad de Santander, Facultad de Ingenierías y Tecnologías, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/a9043c81-911e-4479-be13-a3fd1d34368b>
- Garnica Anguas, P., Delgado Alamilla, H., Gómez López, J. A., Romero, S. A., Alarcón Orta, H. A., 1, . . . 3. (2004). Aspectos del diseño volumétrico de mezclas asfálticas. *Publicación Tecnica No 246, 67*. Obtenido de <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt246.pdf>
- Hérmades Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., 1, 2, 3, & 4. (2014). *Metodología de la Investigación* (Vol. 6ta Edición). México D.F., México: McGRAE-Hill Educatin.
- Instituto Nacional de Calidad. (2021). NTP 400.012. *Norma Técnica Peruana*, 29.
- INVIAS. (2007). *Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras*. Bogotá, Colombia.
- Kraemer, C., Pardillo, J. M., Rocci, S., Romana, M. G., Blanco, V. S., & Del Val, M. Á. (2004). *Ingeniería de carreteras* (Vol. II). España: McGraw-Hill.
- Loría, L. G., Villegas Villegas, R. E., Castillo Camarena, E. A., Cudrado Valbuena, R. E., 1, 2, & 3. (2024). *Introducción a los cementos y ligantes asfálticos: caracterización, reología y producción*. Panamá.
- Martínez Uribe, Z. K. (2021). *Influencia de la trituración del agregado fino en la mezcla asfáltica en caliente de gradación continua MDC-19 INVIAS*. Tesis para optar el título

- de Especialista en Ingeniería de Pavimentos, Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/items/ea343a66-8186-44eb-ae51-cf1a2d7b551c>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Montejo, A., Montejo Piratova, F., Montejo Piratova, A., 1, 2, 3, & 4. (2013). *Tecnología y patología del concreto armado*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- MTC. (2013). *Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción*. Lima, Perú: Ministeriorio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%20](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%20)
- MTC. (2016). *Manual de ensayos de materiales*. Lima, Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Murillo Luza, T. D. (2021). *Propiedades mecánicas de mezcla asfáltica en caliente modificado con residuos de ignimbrita para vías de alto tránsito, Arequipa 2021*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería y Arquitectura, Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68112>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2021). *Informe sobre Infraestructura de Transporte*.

Villegas, R. E., Aguilar Moya, J. P., Rodriguez Castro, E., Loria Salazar, L. G., 1, 2, & 3.

(2012). Calibracion de modelos basados en curvas maestras para temperaturas de mezclado y compactacion en Costa Rica. *VIII Jornada Internacional del Asfalto*.

Obtenido de

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/723/Calibraci%C3%B3n%20de%20modelos%20basados%20en%20curvas%20maestras%20para%20temperaturas%20de%20mezclado%20y%20compactaci%C3%B3n%20en%20CR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yousify, S., & Taher, S. (2021). An evaluation of the effect of aggregate type on hot mix asphalt properties in Kurdistan Region of Iraq. *The Journal of University of Duhok*, 13. doi:10.26682/sjuod.2021.24.2.13

CAPITULO VII

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y OPERACIONALIDAD

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
“EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	<u>GENERAL</u> ¿Cuáles son los resultados de evaluar las propiedades físico-mecánicas de un concreto asfáltico en caliente modificado con residuos del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia?	<u>GENERAL</u> Evaluar las propiedades físico-mecánicas de un concreto asfáltico en caliente, modificado con residuos del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia.	“La adición de residuos de agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia aumenta las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico en caliente”	<u>VARIABLE DEPENDIENTE</u> Propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico en caliente.
	<u>ESPECÍFICOS</u> ¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia? ¿Cuáles son los diseño de mezcla del concreto asfáltico en caliente, modificado con residuos del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia? ¿Cuál es el diseño de mezcla que permite mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico en caliente en comparación con el concreto asfáltico patrón?	<u>ESPECÍFICOS</u> Determinar las propiedades físico-mecánicas del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia. Formular los diseño de mezcla de un concreto asfáltico en caliente, modificado con residuos del agregado grueso retriturado proveniente de la cantera Santa Cecilia. Escoger el diseño de mezcla que permita mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto asfáltico en caliente en comparación con el concreto asfáltico patrón.		<u>VARIABLE INDEPENDIENTE</u> Porcentajes de residuos del agregado grueso triturado.

MATRIZ DE OPERACIONALIDAD

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Técnica
VARIABLE INDEPENDIENTE: RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO	Es un árido que se obtiene retriturando piedra o gravas y tamaños variables (Montejo, y otros, 2013).	Corresponde a las dosificaciones experimentales del agregado grueso retriturado (RAGR) utilizadas en la mezcla asfáltica, expresadas como porcentaje del total del agregado fino, en porcentajes de 15%, 25% y 35%).	Clasificación	Granulometría	Análisis granulométrico	Ensayos de Laboratorio
			Propiedades físicas	Peso unitario	Balanza Pala de Construcción Recipientes Horno Tamices Pinzas Cucharones Reactivos	
				Absorción		
				Gravedad específica		
				Angularidad		
				Equivalente de arena		
				Adhesividad agregado - ligante		
				%Vacíos		
			Propiedades mecánicas	Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio		
			Propiedades químicas	Sales solubles		
Azul de Metileno						

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de dimensiones
VARIABLE DEPENDIENTE: PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	Los cementos asfálticos, tienen importantes propiedades que ayudan a que el recubrimiento tenga un mejor rendimiento y además están sujetos a diversas pruebas, las más destacadas son durabilidad, fluidez y penetración. (Bastidas Martínez & Rondón Quintana, 2020)	Evaluación mediante ensayos de laboratorio y los cuales deben cumplir con los requisitos para mezclas asfálticas especificadas en la normativa vigente	Propiedades Mecánicas	Estabilidad	Aparato	Ensayos de laboratorio
				Flujo	Marshall	
				Resistencia a la compresión simple	Máquina de ensayo de compresión	
			Propiedades Físicas	%Vacíos totales	Balanza	
				Peso específico	Pala de	
				Peso unitario	Construcción	
				Peso específico aparente	Recipientes	
				Porcentaje de asfalto que absorbe el agregado total	Horno	
					Tamices	
					Pinzas	
					Cucharones	

ANEXO 2. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO

1. MUESTREO PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Ejecutado con el objetivo de conseguir una representación apropiada de la calidad, propiedades y características de los áridos provenientes de la cantera, buscando controlar el cumplimiento de los requisitos técnicos y normativos. (ASTM INTERNATIONAL, 2017)

Así mismo menciona 4 tipos de muestros, del cual usaremos el tercer tipo, muestreo de depósitos o unidades de transporte.

El equipo a utilizar consiste en balanza, bolsas o contenedores y palas de construcción.

Tabla 1

Pesos mínimos requeridos Ensayo MTC E 201.

Tamaño máximo nominal del agregado ^A	Masa mínima aproximada para la muestra de campo Kg ^B
Agregado fino	
2.36 mm	10
4.76 mm	10
Agregado grueso	
9.5 mm	10
12.5 mm	15
19.0 mm	25
25.0 mm	50
37.5 mm	75
50.00 mm	100
63.00 mm	125
75.00 mm	150
90.00 mm	175

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 295).

Figura 1

Toma de muestra del árido fino zarandeado.



Figura 2

Toma de muestra del agregado grueso retriturado.



Figura 3

Toma de muestra del agregado grueso triturado.



Tabla 2*Resultados de ensayo MTC E 201.*

Material	Peso
Piedra chancada	25.70 kg
Arena gruesa zarandeada	27.70 kg
Agregado grueso retriturado	27.20 kg

2. MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 MM (N° 200) POR LAVADO

La finalidad de este ensayo es poder separar del agregado mediante lavado aquellas partículas pasante de la malla N°200. (MTC, Manual de ensayos de materiales, 2016).

Equipos:

- Balanza.
- Estufa.
- Tamices N°200 (75 μ m) y N°16 (1.18 mm)
- Bandejas y/o recipientes.

Procedimiento:

- Mediante cuarteo obtener una muestra representativa para posteriormente secar hasta obtener una masa constante.
- Obtener una muestra no menor al peso mínimo requerido de según la figura mostrada a continuación.

Tabla 3*Pesos mínimos Ensayo MTC E 202.*

T.M.N. del agregado		Muestra mínima (g)
4.75 mm	(N°4) o menor	300
9.5 mm	(3/8")	1000
19.0 mm	(3/4")	2500
37.5 mm	(1 1/2") o mayor	5000

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 295).

- Obtenido la muestra, se procede al lavado de los aridos mediante agitación, repitiendo el proceso de lavado hasta obtener un agua de lavado completamente clara.
- Secar el material obtenido en la estufa y pesar.

Figura 4

Lavado de los agregados.



Cálculos:

Ecuación 1

Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N°200 por lavado

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100\%$$

Donde:

A = Muestra que pasa el tamiz N°200 por lavado (%).

B = Peso seco del material original (gr).

C = Peso seco del material lavada (gr).

Tabla 4*Resultados de ensayo MTC E 202.*

Material	A
Piedra chancada	0.04%
Arena gruesa zarandeada	0.26%
Agregado grueso retriturado	0.36%

3. PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS ÁRIDOS

Utilizado para hallar el valor del el peso unitario y porcentaje de vacíos en estado suelto y compactado de los áridos, (MTC, 2016).

Equipos:

- Balanza.
- Regla.
- Recipiente de medida, metálico, cilíndrico, aprueba de agua con fondo y borde superior pulido, plano y superficialmente rígido, cuya relación altura diámetro sean iguales o altura no menor al 80% o mayor al 150% a la longitud del diámetro.
- Varilla compactadora de acero liso, cilíndrica de 16mm (5/8") de diámetro y un longitud de 24" (600mm)
- Pala/cucharón de mano.

Requisito previo:

- Obtener los datos de volumen y peso del recipiente vacío.

Figura 5*Obtención de datos del recipiente.*

Obtención del peso unitario suelto:

- Descargar en el recipiente mediante caída libre el agregado desde una altura no mayor a 50mm o 2" hasta que el rebose y con una regla eliminar el material sobrante (registrar datos).

Figura 6*Descarga del agregado en estado suelto.*

Obtención del peso unitario compactado:

- Descargar sobre el recipiente en 3 capas de 1/3 de la altura total del recipiente cada una, las cuales deben ser apisonadas con 25 golpes cada una, usando la varilla, la última capa se debe enrasar para proceder a registrar datos.

Porcentaje de vacíos:

Previamente se necesita el peso aparente de los áridos y el peso unitario suelto y compactado como se describe en la Ecuación 2

Peso unitario suelto y compactado.

Cálculos:

Ecuación 2

Peso unitario suelto y compactado.

$$Pu = \frac{A - B}{C}$$

Donde:

Pu = Peso unitario de la muestra suelta o compactada (gr/cm³).

A = Peso de la muestra suelta o compactada + recipiente (gr).

B = Peso del recipiente vacío (gr).

C = Volumen del recipiente (cm³).

Ecuación 3

Porcentaje de vacíos en estado suelto y compactado.

$$\%V = \frac{AxW - B}{AxW} \times 100\%$$

Donde:

%V = Porcentaje de vacíos (%).

A = Peso específico aparente (MTC E 205 o MTC E 206) (gr/cm³).

B = Peso unitario de la muestra en estado suelo o compactado (gr/cm³).

W = Densidad del agua (998 kg/m³ o equivalente).

Tabla 5
Resultados de ensayo MTC E 203.

Material	Peso unitario estado suelto	Peso unitario estado compactado	Porcentaje de vacíos estado suelto	Porcentaje de vacíos estado compactado
Piedra chancada	1.37 g/cm ³	1.53 g/cm ³	47.69%	41.55%
Arena gruesa zarandeada	1.62 g/cm ³	1.80 g/cm ³	40.57%	34.02%
Agregado grueso retriturado	1.46 g/cm ³	1.63 g/cm ³	48.25%	42.24%

4. GRANULOMETRIA DE LOS ÁRIDOS

Es la gradación de las partículas de los material granular propuestos y especificar sus usos como agregados y determinar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de obra y su control de producción(MTC, Manual de ensayos de materiales, 2016).

Equipos y materiales:

- Balanza.
- Bandejas.
- Estufa.
- Tamices (de acuerdo con las especificaciones del material).
- Pala/Cucharón de mano.

Muestra:

La muestra deberá reducirse mediante cuarteo y estar previamente secada en la horno a 110°C $\pm$ 5°C, hasta obtener una masa constante.

Para agregado fino deberá usarse como mínimo 300gr.

Para agregado grueso deberá usarse el peso mínimo según se especifica en la figura siguiente.

Tabla 6

Cantidad mínima para granulometría del agregado grueso.

T.M.N		Cantidad mínima
mm	(pulg.)	Kg
9.5	(3/8)	1
12.5	(1/2)	2
19.0	(3/4)	5
25.0	(1)	10
37.5	(1 ½)	15
50.0	(2)	20
63.0	(2 ½)	35
75.0	(3)	60
90.0	(3 ½)	100
100.0	(4)	150
125.0	(5)	300

Nota: Tomado del Manual-de ensayo de-materiales (p,305), por (MTC, 2016).

Figura 7

Cuarteo para granulometría.



Figura 8

Peso de agregados para granulometría.



Procedimiento:

- Una vez obtenida la muestra requerida seca se procedera a selecciones el juego de tamices a utilizar según se requiera y ordendar de forma decreciente, por tamaño de abertura, verter el material y agitar.

Figura 9

Juego de tamices para granulometría.



- Se recomienda que el material no exceda la capacidad de la zaranda, de manera que las partículas logren alcanzar las aberturas del tamiz, previniendo la sobrecarga de material en el proceso de agitación.
- De ser necesario se podrá ir colocando el material en partes para evitar lo anterior mencionado.
- Una vez terminado proceso de agitación, se procede a anotar los pesos de las partículas retenidas en los tamices.

Requerimiento de la granulometría para mezclas de concreto:

Tabla 7

Requerimiento de granulometría del agregado fino.

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (N°4)	95 a 100
2.36 mm (N°8)	80 a 100
1.18 mm (N°16)	50 a 85
600 µm (N°30)	25 a 60
300 µm (N°50)	5 a 30
150 µm (N°100)	0 a 10
75 µm (N°200)	0 a 3.0 ^{AB}

Nota: Tomado de NTP 400.037, por (Instituto Nacional de Calidad, 2021)

Tabla 8
Requerimiento de granulometría del agregado grueso.

Huso	Tamaño máximo nominal	%Pasante acumulados empleando tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1 ½ pulg)	25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (3/4 pulg)	12.5 mm (1/2 pulg)	9.5 mm (3/8 pulg)	4.75 mm (Nº4)	2.36 mm (Nº8)	1.18 mm (Nº16)	300 µm (Nº50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
2	63 mm a 37.5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
3	50 mm a 25.0 mm (2 pulg a 1 pulg)	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
357	50 mm a 4.75 mm (2 pulg a Nº4)	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---	---
4	37.5 mm a 19.0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	---	0 a 5	---	---	---	---
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 ½ pulg a Nº4)	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	---
5	25.0 mm a 12.5 mm (1 pulg a ½ pulg)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---	---
56	25.0 mm a 9.5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---	---
57	25.0 mm a 4.75 mm (1 pulg a Nº4)	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---	---
6	19.0 mm a 9.5 mm (¾ pulg a 3/8 pulg)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---	---

Huso	Tamaño máximo nominal	%Pasante acumulados empleando tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1 ½ pulg)	25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (¾ pulg)	12.5 mm (½ pulg)	9.5 mm (¾ pulg)	4.75 mm (Nº4)	2.36 mm (Nº8)	1.18 mm (Nº16)	300 µm (Nº50)
67	19.0 mm a 4 mm (¾ pulg a Nº4)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
7	12.5 mm a 4.75 mm (½ pulg a Nº4)	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	---
8	9.5 mm a 2.36 mm (¾ pulg a Nº8)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	---
89	12.5 mm a 9.5 mm (½ pulg a ¾ pulg)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9 ^A	4.75 mm a 1.18 mm (Nº4 a Nº16)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota: Tomado de NTP 400.037, por (Instituto Nacional de Calidad, 2021)

Tabla 9
Granulometría piedra chancada.

ABERTURA (mm)	TAMIZ	% PASANTE PROMEDIO	ASTM C33 (HUSO 7) MIN	MAX
19.000	3/4"	100.00%	100%	100%
12.700	1/2"	92.05%	90%	100%
9.510	3/8"	59.28%	40%	70%
6.350	1/4"	29.83%	-	-
4.750	N° 04	2.11%	0%	15%

Figura 10
Curva granulométrica piedra chancada.

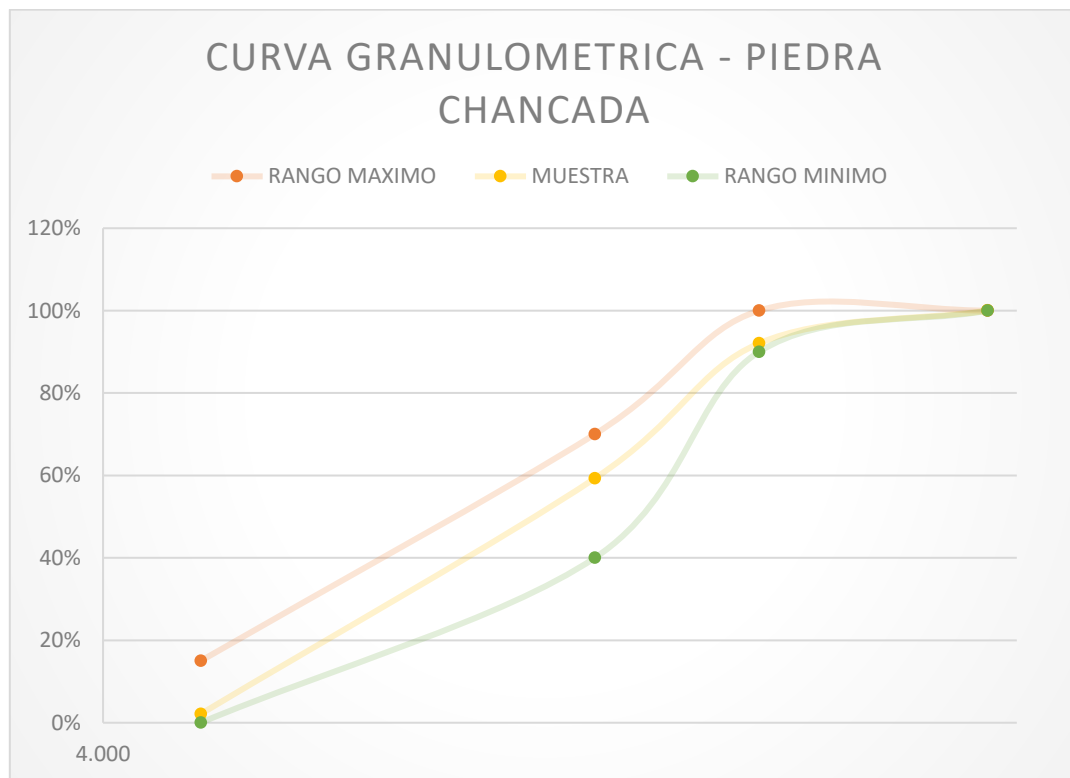


Tabla 10
Granulometría arena zarandeada.

ABERTURA (mm)	TAMIZ	% PASANTE PROMEDIO	ASTM C33	
			MIN	MAX
9.510	3/8"	100.00%	100%	100%
6.350	1/4"	100.00%	-	-
4.750	N° 04	97.44%	95%	100%
3.360	N° 06	97.44%	-	-
2.360	N° 08	86.07%	80%	100%
2.000	N° 10	82.27%	-	-
1.190	N° 16	69.51%	50%	85%
0.840	N° 20	65.66%	-	-
0.600	N° 30	50.85%	25%	60%
0.425	N° 40	41.99%	-	-
0.297	N° 50	27.82%	10%	30%
0.250	N° 60	24.78%	-	-
0.177	N° 80	18.00%	-	-
0.150	N° 100	8.29%	2%	10%
0.075	N° 200	1.38%	0%	5%

Figura 11
Curva granulométrica arena zarandeada.

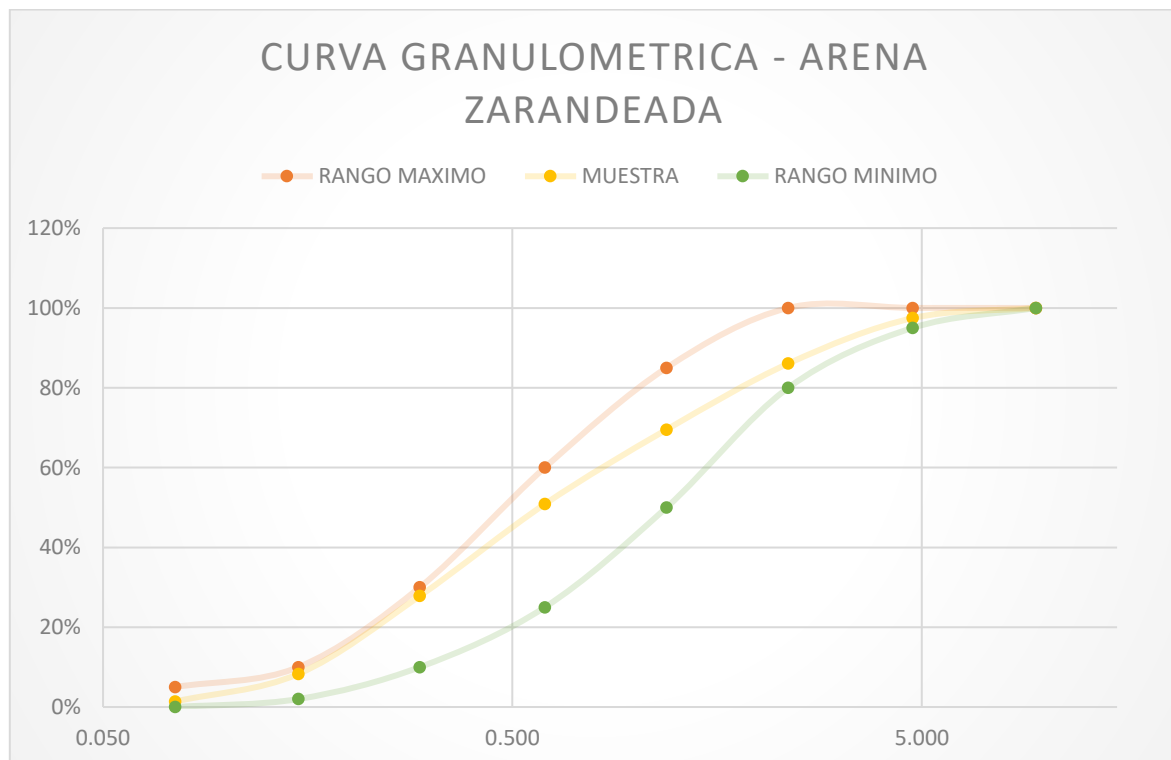
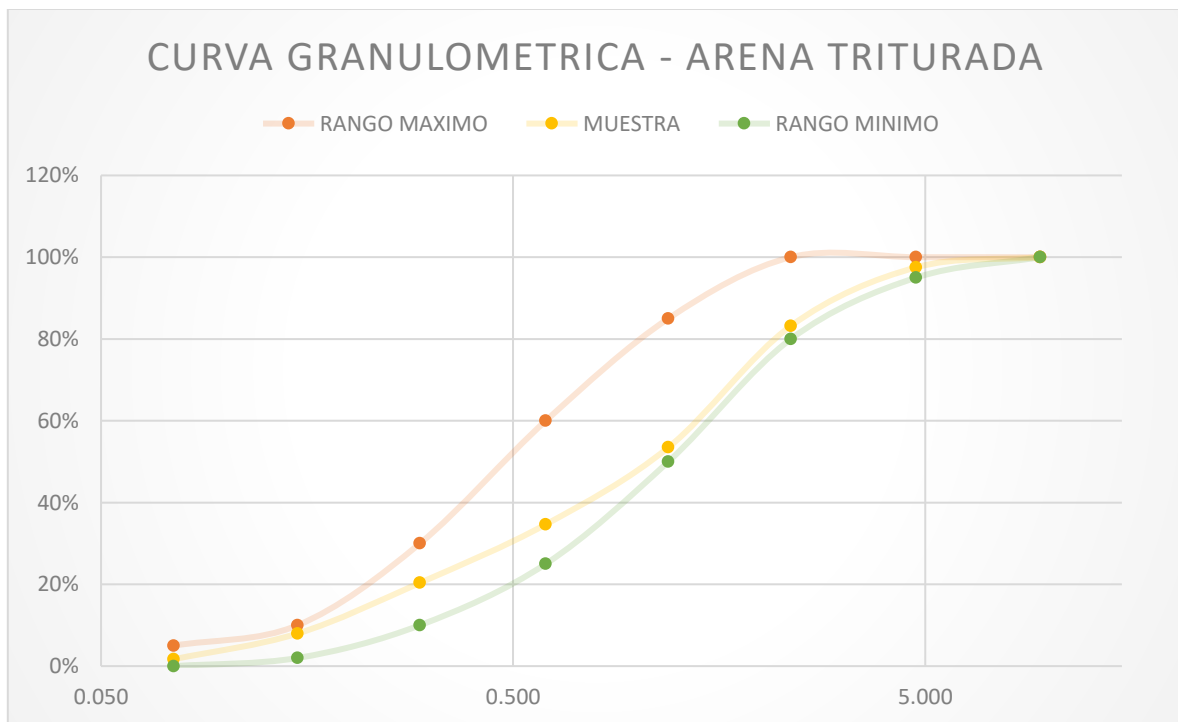


Tabla 11
Granulometría RAGR.

ABERTURA (mm)	TAMIZ	% PASANTE PROMEDIO	ASTM C33	
			MIN	MAX
9.510	3/8"	100.00%	100%	100%
6.350	1/4"	100.00%	-	-
4.750	N° 04	97.50%	95%	100%
3.360	N° 06	97.50%	-	-
2.360	N° 08	83.20%	80%	100%
2.000	N° 10	70.28%	-	-
1.190	N° 16	53.48%	50%	85%
0.840	N° 20	41.90%	-	-
0.600	N° 30	34.66%	25%	60%
0.425	N° 40	26.11%	-	-
0.297	N° 50	20.37%	10%	30%
0.250	N° 60	17.69%	-	-
0.177	N° 80	14.02%	-	-
0.150	N° 100	7.98%	2%	10%
0.075	N° 200	1.68%	0%	5%

Figura 12
Curva granulométrica RAGR.



5. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS ÁRIDOS FINOS

El objetivo de este proceso es determinar la gravedad específica aparente y el porcentaje de absorción de los áridos finos (MTC, 2016).

Equipos y materiales:

- Balanza
- Estufa
- Recipientes, bandejas.
- Frasco volumétrico de 500cm³ de capacidad (calibrado)
- Molde cónico metálico cuya altura es de 75 ± 3 mm y sus diámetros interiores superior e inferior sean de 90 ± 3 mm y 40 ± 3 mm de longitud respectivamente.
- Varilla para apisonado metálica (calibrada)
- Secadora

Preparación de la muestra:

- Para obtener una muestra, reducimos el material cuarteando hasta que pese alrededor de 1 kilogramo y esté seco.
- Después, introduzca la muestra en un recipiente con agua hasta que quede totalmente sumergida, y déjela allí durante un día entero.
- Posteriormente se vaciará el agua del recipiente teniendo en cuenta que no se pierdan partículas del material en el proceso.
- Consecuentemente se extenderá el material sobre una bandeja para proceder con el secado con aire tibio y removiendo hasta obtener una muestra húmeda superficialmente seca.
- Se considerará que la muestra es húmeda superficialmente seca aquella que al retirar el molde cónico cuya muestra interior apisonada en su superficie suavemente 25 veces con la varilla se derrumbe

Figura 13

Muestra húmeda superficialmente seca.



Procedimiento para el peso específico aparente.

- Se añade una muestra de 500 g de la sustancia producida a un matraz aforado, que se llena parcialmente con agua hasta alcanzar la marca de 500 cm³.

Figura 14

Adición de agua en el frasco volumétrico con muestra.



- Enrolle, invierta y agite la botella a mano durante 15 a 20 minutos, o hasta que se hayan eliminado todas las burbujas de aire.

Figura 15

Agitación del frasco para eliminación de vacíos.



- Una vez eliminadas las burbujas del frasco se procede a completar con agua hasta su capacidad calibrada y registrar sus pesos.

Figura 16

Muestras elaboradas para gravedad específica.



Procedimiento del porcentaje de absorción:

- Una parte de la muestra preparada debe pesarse y registrarse. A continuación, debe secarse en una estufa a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta que alcance una masa consistente. Una vez enfriada, anotar su nuevo peso.

Figura 17

Secado de muestras para porcentaje de absorción.



Cálculos:

Ecuación 4

Peso específico de la muestra fina.

$$Pe_m = \frac{P}{500 - (W - F)}$$

Donde:

Pe_m = Peso específico del árido

P = Peso de la muestra

F = Peso del frasco

W = Peso de la Muestra + Frasco + Agua

Ecuación 5

Peso específico de la muestra fina saturada con superficie seca.

$$Pe_{sss} = \frac{500}{500 - (W - F)}$$

Donde:

Pe_{sss} = Peso específico de la muestra saturada con superficie seca

F = Peso del frasco

W = Peso de la Muestra + Frasco + Agua

Ecuación 6

Peso específico aparente de la muestra fina.

$$Pe_a = \frac{P}{(500 - (W - F)) - (500 - P)}$$

Donde:

Pe_a = Peso específico aparente del árido

P = Peso de la muestra

F = Peso del frasco

W = Peso de la Muestra + Frasco + Agua

Ecuación 7

Porcentaje de absorción del agregado fino.

$$Ab = \frac{P_{sss} - P}{P} \times 100\%$$

Donde:

Ab = Porcentaje de absorción

P_{sss} = Peso de la muestra saturada superficialmente seca

P = Peso de la muestra secada en horno

Tabla 12*Resultados de ensayo MTC E 205.*

Material	Peso específico aparente	%Absorción
Arena gruesa zarandeada	2.730 g/cm ³	0.48
Agregado grueso retriturado	2.824 g/cm ³	0.73

6. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS

El objetivo de este proceso es determinar la gravedad específica aparente y el porcentaje de absorción de los áridos gruesos (MTC, 2016).

Equipos y materiales:

- Balanza
- Cesta con malla de alambre
- Depósito de agua
- Tamiz malla N°4
- Bandejas
- Estufa

Elaboración de la muestra:

- Se obtiene reduciendo el material mediante cuarteo hasta obtener el peso mínimo requerido según el T.M.N del árido, debe estar lavada, secada y tamizada por la malla N°4, para descartar material fino.

Tabla 13
Tamaño de muestra para ensayo de peso específico del agregado grueso.

T.M.N mm (pulg)	Peso Mínimo Kg (lb)
12.5 (1/2) o menos	2 (4.4)
19.0 (3/4)	3 (6.6)
25.0 (1)	4 (8.8)
37.5 (1 ½)	5 (11)
50.0 (2)	8 (18)
63.0 (2 ½)	12 (26)
75.0 (3)	18 (40)
90.0 (3 ½)	25 (55)
100.0 (4)	40 (88)
112.0 (4 ½)	50 (110)
125.0 (5)	75 (165)
150.0 (6)	125 (276)

Nota: Tomado del Manual de ensayo de materiales (p,314), por (MTC, 2016).

- La muestra se coloca en un recipiente, se llena de agua hasta el borde y se deja reposar durante un día entero.
- Posteriormente se vaciará el agua del recipiente teniendo en cuenta que no se pierdan partículas del material en el proceso.
- Para crear una muestra húmeda que esté seca superficialmente, se extiende el material en una bandeja y se seca con una toalla absorbente.

Figura 18

Preparación del agregado grueso para obtención del peso específico.



Procedimiento:

- Cuando la muestra esté lista, colóquela en la cesta, mida su masa en agua, agite el recipiente para liberar el aire atrapado y, a continuación, séquela en el horno.

Figura 19

Pesado del agregado grueso sumergido.

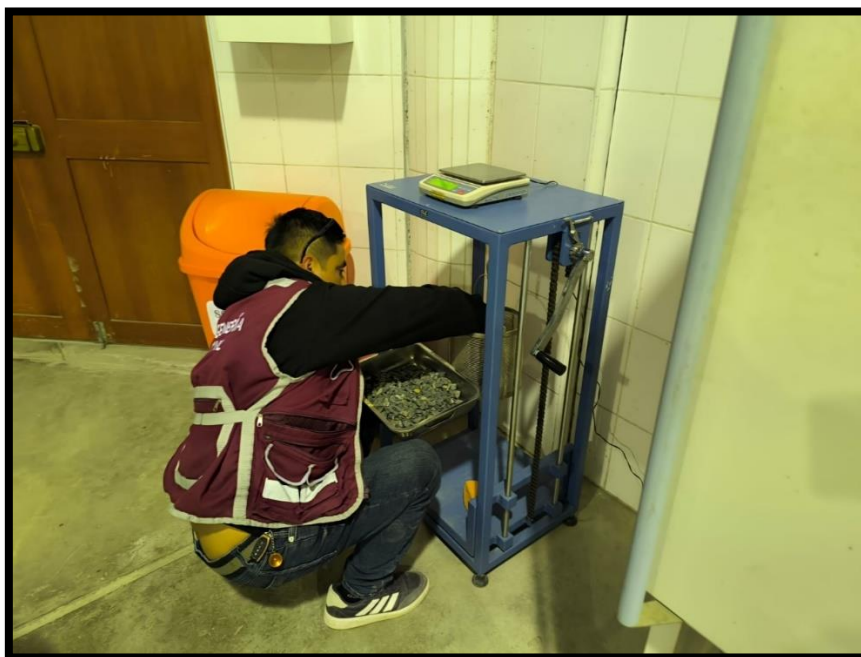


Figura 20

Secado de la muestra en horno.



Cálculos

Ecuación 8

Peso específico del agregado grueso

$$Pe_m = \frac{P}{P_s - P_c}$$

Donde:

P_{em} = Peso específico del árido

P_s = Peso-de la-muestra saturada superficialmente seca

P_c = Peso de la muestra sumergida + cesta

P = Peso de muestra secada en el horno

Ecuación 9*Peso específico del agregado grueso saturado con superficie seca*

$$Pe_{sss} = \frac{Ps}{Ps - Pc}$$

Donde:

 Pe_{sss} = Peso específico del materia saturado con superficie seca Ps = Peso del material saturada superficialmente seca Pc = Peso de la muestra sumergida + cesta**Ecuación 10***Peso específico aparente del agregado grueso*

$$Pe_a = \frac{P}{P - Pc}$$

Donde:

 Pe_a = Peso específico aparente de la muestra Pc = Peso del material sumergido + cesta P = Peso del material secado en el horno**Ecuación 11***Porcentaje de absorción del agregado grueso*

$$Ab = \frac{Ps - P}{P} \times 100\%$$

Donde:

 Ab = Porcentaje de absorción Ps = Peso de la muestra saturada superficialmente seca P = Peso de la muestra secada en horno**Tabla 14***Resultados de ensayo MTC E 206.*

Material	Peso específico aparente	%Absorción
Piedra chancada	2.622 g/cm ³	0.53%

7. ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.)

Este método permite la obtención del porcentaje de degradación de los agregados, resultantes de las acciones de impacto y trituración. (MTC, 2016).

Equipos:

- Máquina de abrasión los ángeles
- Tamices
- Balanza
- Carga (esferas de acero de 46.8mm de diámetro y masa ente 390-445gr)

Tabla 15

Número de cargas según gradación.

Gradación	Número de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5000±25
B	11	4584±25
C	8	3330±20
D	6	2500±15

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 317).

Preparación de la muestra:

- Obtener una muestra reduciendo el material mediante cuarteo hasta obtener el peso mínimo requerido según la medida del tamiz requerido y combinar.

Tabla 16

Gradación de la muestra para ensayo de abrasión los ángeles.

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, (gr)			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 ½ “)	25.0 mm (1”)	1250±25	.-	.-	.-
25.0 mm (1 “)	19.0 mm (¾”)	1250±25	.-	.-	.-
19.0 mm (¾”)	12.5 mm (½”)	1250±10	2500±10	.-	.-
12.5 mm (½”)	9.5 mm (⅜”)	1250±10	2500±10	.-	.-
9.5 mm (⅜”)	6.3 mm (¼”)	.-	.-	2500±10	.-
6.3 mm (¼”)	4.75 mm (Nº4)	.-	.-	2500±10	.-
4.75 mm (Nº4)	2.36 mm (Nº8)	.-	.-	.-	5000
TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 317).

Procedimiento:

- Llene el equipo de abrasión de Los Ángeles con el material de prueba y la carga.
Gírelo durante 500 revoluciones a una velocidad de 30 a 33 rpm. Después, vierta el material en una bandeja.
- Descargado el material de procederá a separar el material obtenido con la zaranda N°12.
- Para garantizar una muestra libre de partículas finas de la prueba, el material más grueso que el tamiz N°12 se limpiará y secará en un horno hasta alcanzar un peso constante.

Figura 21

Colocación de la muestra en el equipo de abrasión los ángeles.



Figura 22

Colocación de la carga en el equipo de abrasión los ángeles.

**Figura 23**

Separación de la muestra mediante tamiz N°12.



Figura 24

Lavado del material retenido en el tamiz N°12.



Cálculos:

Ecuación 12

Porcentaje de desgaste a la abrasión.

$$\%Desgaste = \frac{P - P_{12}}{P} \times 100\%$$

Donde:

%Desgaste= Porcentaje de desgaste a la abrasión

P = Peso de la muestra preparada

P₁₂ = Peso retenido en el tamiz N°12

Tabla 17

Resultados de ensayo MTC E 207.

Material	Gradación	N° Esferas	%Desgaste
Piedra chancada	B	11	10.43%

8. ÍNDICE DE FORMA Y DE TEXTURA DE ÁRIDOS

El proceso consiste en evaluar la textura y la forma de la superficie de los áridos. Estos índices ayudan a decidir si los áridos son adecuados para su uso en mezclas, ya que tienen un impacto en la trabajabilidad de las mezclas y su adherencia al cemento (ASTM INTERNATIONAL, 2011).

Equipos y materiales:

- Molde cilíndricos metálico con espesor de pared mínimo 6.1mm, para agregados gruesos el diámetro interior de $152.40 \pm 0.13\text{mm}$ y altura interior de $177.80 \pm 0.13\text{mm}$ en caso de agregados fino el molde puede ser más pequeño manteniendo la relación diámetro – altura.
- Varilla Apisonadora recta de acero, con sección circular de $15.88 \pm 0.25\text{mm}$, con longitud aproximadamente 610mm, con uno de sus extremos semiesférico.
- Balanza
- Recipientes
- Chucharon
- Tamices
- Horno

Elaboración de la muestra:

- Se toma una cantidad que represente significativamente a los agregados, se lava y seca para eliminar impurezas (material pasante malla N°200).

Procedimiento:

- Obtener los valores de volumen y peso de los moldes cilíndricos para su calibración.
- Tamizar el material y registrar pesos en función de las siguientes mallas, teniendo en cuenta que no se ensayará aquel peso retenido meno al 10%.

Tabla 18

Tamiz a emplear para ensayo de índice de forma y textura de los agregados.

Pasa Tamiz		Retenida en Tamiz	
19.0 mm	(3/4")	12.5 mm	(1/2")
12.5 mm	(1/2")	9.50 mm	(3/8")
9.50 mm	(3/8")	4.75 mm	(N°4)
4.75 mm	(N°4)	2.36 mm	(N°8)
2.36 mm	(N°8)	1.18 mm	(N°16)
1.18 mm	(N°16)	600 µm	(N°30)
600 µm	(N°30)	300 µm	(N°50)
300 µm	(N°50)	150 µm	(N°100)
150 µm	(N°100)	75 µm	(N°200)

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 326).

- Para cada fracción del material tamizado que pueda utilizarse, hallar la «S», la gravedad específica y la absorción de árido.
- Calcular el porcentaje de huecos de cada fracción aplicando 50 golpes de varilla por capa y 10 golpes por capa utilizando la misma muestra en tres capas en moldes cilíndricos. A continuación, anotar los pesos.

Cálculos:

Ecuación 13

Porcentaje de vacíos del agregado compactado con 10 y 50 golpes.

$$V_{10;50} = \left[1 - \frac{W_{10;50}}{S \cdot V} \right] \times 100\%$$

Donde:

$V_{10;50}$ = Porcentaje de vacíos del árido compactado a 10 y 50 golpes cada capa (%).

$W_{10;50}$ = Peso promedio del árido en el molde compactado con 10 y 50 golpes correspondientemente (gr).

S = Peso específico aparente seco por fracción del agregado tamizado (gr/cm³).

V = Volumen del molde (cm³)

Ecuación 14*Índice de partículas.*

$$I_a = 1.25V_{10} - 0.25V_{50} - 32$$

Donde:

I_a = Índice de partículas

$V_{10;50}$ = Porcentaje de vacíos del agregado compactado con 10 y 50 golpes cada capa (%).

Tabla 19*Resultados de ensayo MTC E 208.*

Material	I_a
Piedra chancada	36.308
Arena Zarandeada	11.971

9. DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO

se lleva a cabo para evaluar la resistencia de los agregados al asalto de sales solubles, en particular sulfato de magnesio ($MgSO_4$) y sulfato de sodio (Na_2SO_4) (MTC, 2016).

Equipos y materiales:

- Tamices
- Envases (recipientes de vidrio o plástico para sumergir los agregados en la solución)
- Balanza
- Termómetro
- Pinzas y guantes
- Horno
- Reactivos (Na_2SO_4 o $MgSO_4$)

Elaboración de la muestra:

Tabla 20

Agregado fino para ensayo de durabilidad al Na_2SO_4 o $MgSO_4$.

Pasa el tamiz normalizado	Retenido sobre el Tamiz normalizado
600 μm (N°30)	300 μm (N°50)
1.18 mm (N°16)	600 μm (N°30)
2.36 mm (N°8)	1.18 mm (N°16)
4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)
9.50 mm (3/8")	4.75 mm (N°4)

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 332).

Tabla 21

Agregado grueso para ensayo durabilidad al Na_2SO_4 o $MgSO_4$.

Tamaño (tamices normalizados de abertura cuadrada)	Peso en g
Consistiendo de:	
9.5 mm (3/8") a 4.75 mm (N°4)	300 $\pm$ 5
19.0 mm (3/4") a 9.5 mm (3/8")	1000 $\pm$ 10
Consistiendo de:	
Material de 12.5 mm (1/2") a 9.5 mm (3/8")	300 $\pm$ 5
Material de 19.0 mm (3/4") a 12.5 mm (1/2")	670 $\pm$ 10
37.5 mm (1 1/2") a 19.0 mm (3/4")	1500 $\pm$ 50
Consistiendo de:	
Material de 25.0 mm (1") a 19.0 mm (3/4")	500 $\pm$ 30
Material de 37.5 mm (1 1/2") a 25.0 mm (1")	1000 $\pm$ 50
63.0 mm (2 1/2") a 37.5 mm (1 1/2")	5000 $\pm$ 300
Consistiendo de:	
Material de 50.0 mm (2") a 37.5 mm (1 1/2")	2000 $\pm$ 200
Material de 63.0 mm (2 1/2") a 50.0 mm (2")	3000 $\pm$ 300
Para Tamaños mayores se aumentará el tamaño del tamiz en Incrementos de 25.0 mm (1") para cada fracción.	7000 $\pm$ 1000

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 332).

- Para eliminar los contaminantes, los áridos deben secarse y limpiarse primero utilizando un tamiz N°50 para los áridos finos y un tamiz N°4 para los áridos gruesos.

Procedimiento:

- Las muestras deben permanecer sumergidas en la solución durante un mínimo de 16 horas y un máximo de 18; en caso contrario, debe repetirse la prueba. Se taparán los recipientes para evitar la evaporación y la entrada de materiales extraños, y se mantendrán a $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- Una vez finalizada la inmersión, se escurrirán las muestras durante 15 minutos ± 5 minutos antes de secarlas en un horno hasta que alcancen un peso constante.
- En función del número de ciclos necesarios, se volverá a realizar el ensayo con el mismo material una vez que se haya secado.

Reporte de datos:

- Peso de cada muestras al inicio y final del ensayo
- Pérdida de peso en gr y porcentajes.
- Gradación y pérdida de peso corregida (%) para obtener el desgaste total (%).
-

Tabla 22*Resultados de ensayo MTC E 209.*

Material	%Desgaste
Piedra chancada	0.93%
Arena Zarandeada	1.58%
Agregado grueso retriturado	1.92%

10. PORCENTAJE DE CARAS FACTURADAS

Señala el porcentaje en masa o cantidad de una muestra de árido grueso, que incluye partículas fracturadas. (ASTM INTERNATIONAL, 2013)

Equipos:

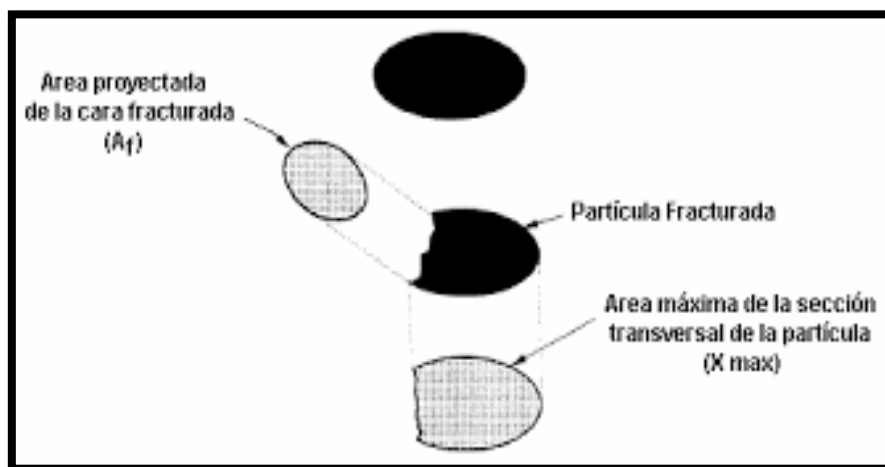
- Balanza
- Tamices
- Separador o cuarteador
- Espátula o cucharón de mano

Requisitos de las caras fracturadas:

- Se considerará una partícula con caras fractura aque que cumpla lo siguiente: Si $A_F \geq 0.25 X_{\max}$

Figura 25

Requisitos de las caras fracturada.



Nota: Tomado del Manual de ensayo de materiales (p,339), por (MTC, 2016).

Preparación de la muestra:

- La muestra del ensayo deberá estar lavada, secada y tamizada con la malla N°4, con la finalidad de tener una muestra libre de material fino.
- El peso mínimo requerido será según lo especificado en la siguiente figura.

Tabla 23
Muestra mínima para ensayo de cara fracturadas.

Tamaño máximo nominal Muestra de ensayo mínima mm (pulg)	Abertura cuadrada, mm (pulg) Masa, g (aprox. lb.)
9,5 (3/8)	200 (0,5)
12,5 (1/2)	500 (1)
19.0 (3/4)	1500 (3)
25.0 (1)	3000 (6,5)
37.5 (1 ½)	7500 (16,5)
50.0 (2)	15000 (33)
63.0 (2 ½)	30000 (66)
75.0 (3)	60000 (132)
90.0 (3 ½)	90000 (198)

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 339).

Figura 26
Preparación de la muestra para ensayo de cara fracturadas.



Procedimiento:

- Separar la muestra en dos categorías, partículas con una caras fracturas (una o dos caras) y partículas sin caras fracturadas.

Figura 27

Análisis visual de caras fracturadas.



Figura 28

Separación del material según sus presencia de caras fracturadas.



Calculos:

Ecuación 15

Porcentaje de una o dos caras fracturada por tamiz.

$$P_F = \frac{P}{M} \times 100\%$$

Donde:

P_F = Porcentaje de una o dos caras fracturadas por tamiz

P = Peso de la muestra de una o dos caras fracturadas por tamiz

M = Peso total de la muestra del tamiz

Ecuación 16

Porcentaje corregido de una o dos caras fracturada.

$$P_{CF} = \frac{(P_{Fi} \times G_i) + (P_{Fj} \times G_j) + \dots}{G_i + G_j + \dots}$$

Donde:

P_{CF} = Porcentaje corregido de una o dos caras fracturadas

$P_{Fi;Fj}$ = Porcentaje de una o dos caras fracturadas por tamiz

$G_{Gi;j}$ = Porcentaje retenido del ensayo de granulometría del tamiz correspondiente

Tabla 24:

Resultados de ensayo MTC E 210.

Material	%Una cara fracturada	%Una dos caras fracturada
Piedra chancada	95.5%	70.8%%

11. PARTÍCULAS LIVIANAS EN LOS AGREGADOS

Se utiliza para determinar la cantidad de partículas ligeras o menos densas presentes en una muestra de árido. Las partículas ligeras (como la materia orgánica o algunos tipos de arcilla) pueden afectar negativamente a la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del hormigón, por lo que este tipo de ensayo es crucial (ASTM INTERNATIONAL, 2011)

Equipos y Materiales:

- Balanza
- Recipientes o bandejas
- Colador
- Plato calentador u horno
- Tamices
- Solución (cloruro de zinc o bromuro de zinc en agua)

Preparación de la muestra:

- Para eliminar los contaminantes, los áridos deben secarse y limpiarse primero utilizando un tamiz N°50 para los áridos finos y un tamiz N°4 para los áridos gruesos.

Tabla 25

Muestra mínima para ensayo de partículas livianas en los agregados.

Tamaño máximo nominal del agregado (Tamices de abertura cuadrada)		Masa mínima de muestra (g)
4.75 mm	(N°4)	200
9.5 mm	(3/4 pulg)	3000
19.0 mm	(1 ½ pulg)	5000
37.5 mm	(3 pulg) o mayor	10000

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 345).

Procedimiento:

- Sumergir el material preparado en la solución y con un colador ir retirando y aislando dichas partículas que flotan, agitar y repetir hasta no encontrar partículas adicionales en la superficie, posteriormente secar el material y obtener pesos.

Cálculos:**Ecuación 17**

Porcentaje de una o dos caras fracturada por tamiz.

$$L = \frac{W_1}{W_2} \times 100\%$$

Donde:

L = Porcentaje en masa de partículas livianas.

W₁ = Masa seca de partículas que flotan

W₂ = Masa seca de la fracción de espécimen más grueso que tamiz N°50 para agregado grueso

o N°4 para agregado fino

Tabla 26

Resultados de ensayo MTC E 211.

Material	%Partículas liviana
Piedra chancada	0.34%
Arena Zarandeada	0.38%
Agregado grueso retriturado	0.35%

12. ARCILLA EN TERRONES Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES (FRIABLES) EN AGREGADOS

La finalidad de este ensayo es obtener el valor del contenido de estos materiales ya que pueden reducir la calidad de las mezclas (MTC, 2016).

Insumos:

- Balanza
- Recipientes inoxidables
- Tamices
- Estufa / horno
- Agua destilada

Preparación de la muestra:

- Los agregados deberán ser previamente secados y lavados con la finalidad de eliminar impurezas usando la malla N°200 se descartará todo material pasante.
- El peso mínimo para agregados finos estará comprendido del peso retenido en la malla N°16 y cuyo masa no debe ser menor a 25gr, para agregados gruesos será lo considerado a continuación.

Tabla 27

Muestra mínima para ensayo de arcilla en terrones y partículas desmenuzables.

Tamaño de las partículas de las muestras	Peso mínimo de la muestra (g) Muestra (g)
4,75 mm a 9,5 mm (No.4 a $\frac{3}{8}$ pulg)	1000
9,5 mm a 19,00 mm ($\frac{3}{8}$ pulg a $\frac{3}{4}$ pulg)	2000
19,0 mm 37,5 mm ($\frac{3}{4}$ pulg a 1 $\frac{1}{2}$ pulg)	3000
Mayor que 37,5 mm (1 $\frac{1}{2}$ pulg)	5000

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 348).

Procedimiento:

- Tras pesar y extender finamente la muestra de ensayo, se cubre con agua destilada y se deja reposar durante veinticuatro horas.
- Utilizando los dedos pulgar e índice para aplastar y deslizar, se desmenuzará manualmente las partículas.
- Dependiendo de la sustancia, se utilizarán distintos tamices para separar las partículas.

Tabla 28

Tamices a utilizar para separación de partículas.

Tamaño de las partículas de las muestras	Tamiz a utilizar para la separación de los terrones de arcilla y partículas desmenuzables
Agregado fino retenido sobre el tamiz de 1,18 mm (No 16)	850 μ m (N°20)
4,75 mm a 9,5 mm (No.4 a $\frac{3}{8}$ pulg)	2.36 mm (N°8)
9,5 mm a 19,00 mm ($\frac{3}{8}$ pulg a $\frac{3}{4}$ pulg)	4.75 mm (N°4)
19,0 mm 37,5 mm ($\frac{3}{4}$ pulg a 1 $\frac{1}{2}$ pulg)	4.75 mm (N°4)
Mayor que 37,5 mm (1 $\frac{1}{2}$ pulg)	4.75 mm (N°4)

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 348).

- Aplique agua a la muestra mientras mueve el tamiz con la mano para realizar el tamizado. A continuación, retire las partículas que queden en la malla, seque y registre la masa.

Cálculos:

Ecuación 18

Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla.

$$P = \frac{M - R}{M} \times 100\%$$

Donde:

P = Partículas desmenuzables y terrones de arcilla (%)

M = Masa seca del material de ensayo

R = Masa retenida en el tamiz designado

Tabla 29

Resultados de ensayo MTC E 212.

Material	%Terrones y partículas friables
Piedra chancada	0.05%
Arena Zarandeada	0.69%
Agregado grueso retriturado	0.53%

13. ÍNDICE DE DURABILIDAD DE LOS ÁRIDOS

El propósito de esta prueba es evaluar el índice de durabilidad de los agregados para determinar si son lo suficientemente resistentes para ser utilizados en la fabricación de concreto o en otros productos de construcción. (ASTM INTERNATIONAL, 2018)

Materiales y equipo:

- Vaso mecánico de lavado cilíndrico con paredes rectas y fondo plano
- Recipiente colector o fondo de mallas circular
- Agitador mecánico
- Tamices
- Balanza
- Horno
- Solución de cloruro de calcio-Stock
- Cilindro graduado, transparente de plástico acrílico con tapón de jebe

- Tubo irrigador
- Dispositivo de pesado de pie
- Ensamblaje sifón
- Lata de medición, capacidad de 85 ± 5 ml y 57 mm de diámetro
- Embudo
- Bandejas
- Botellas de 1 gal
- Platillo plano
- Espátula o cucharón de mano
- Reloj
- Papel filtro
- Agua destilada o agua desmineralizada

Preparación de la muestra del agregado grueso:

- Preparar una muestra tal como se muestra a continuación,

Tabla 30

Muestra de agregado grueso para ensayo de estándar para índice de durabilidad.

Tamaño del agregado	Peso seco al aire , g
19,0 a 12,5 mm ($\frac{3}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ ")	1070 ± 10
12,5 a 9,5 mm ($\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{8}$ ")	570 ± 10
9,5 a 4,75 mm ($\frac{3}{8}$ " a N°4)	910 ± 5
TOTAL	2550 ± 25

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 355).

- En el caso de tener menos del 10% del material en una malla, trabajar con porcentajes del retenido correspondiente.
- Para colocar el material preliminar en el recipiente mecánico, añadir 1000 ± 5 ml de agua desmineralizada o destilada, y agitar en la tamizadora durante 120 ± 5 segundos.

- A continuación, hasta conseguir un peso constante, secar el material que haya pasado por el tamiz N°4 y haya quedado retenido en el tamiz N°200.

Preparación de la muestra del agregado fino:

- Por cuarteo reducir la muestra hasta $500 \pm 25\text{g}$ de material secado en horno.

Procedimiento:

- Vierta $102 \pm 3\text{ mm}$ ($4 \pm 0,1$ pulg.) de la solución preparada en la probeta graduada y, a continuación, utilice el embudo para verter una de las muestras sin derramar material. Golpee el fondo de la probeta con la palma de la mano para eliminar las burbujas de aire y, a continuación, déjela reposar durante 10 ± 1 minuto.
- Utilice el agitador mecánico para agitar una vez finalizado el período de reposo.
- Cuando la solución alcance el punto de gradación de 15» (38 cm), irrigue el cilindro mientras está en posición vertical, girando y enjuagando las paredes del cilindro y pinchando el material del interior del tubo.
- Después de que el cilindro haya estado en reposo durante 20 minutos ± 15 segundos, anote la marca en la parte superior de la suspensión de arena (la altura máxima de arena). Si el tiempo de sedimentación es superior a 30 minutos, repita la prueba.
- Posteriormente dispositivo de pesado se ubica sobre el cilindro y bajar despacio, dejar descansar sobre la arena, dar lectura y registrar el valor indicado por la parte superior del dispositivo de pesado al cual se le restara 10” (25.4cm) para determinar la lectura de altura máxima de material fino.

Cálculos:

Ecuación 19

Índice de durabilidad del agregado fino.

$$I_D = \frac{LECTURA DE ARENA}{LECTURA DE LA ARCILLA} \times 100\%$$

Donde:

I_D = Índice de durabilidad (%)

Nota: Para el resultado del promedio de 3 muestras o más, se redondeará al entero siguiente.

Ecuación 20

Índice de durabilidad del agregado grueso.

$$I_D = 30.3 + 20.8 \cot (0.29 + 0.15H)$$

Donde:

I_D = Índice de durabilidad (%)

H = Altura de sedimentación, en mm y la cantidad de $(0.29 + 0.15H)$ en radianes.

Tabla 31

Resultados de ensayo MTC E 214.

Material	%Índice de Durabilidad
Piedra chancada	66.3%
Arena Zarandeada	65.7%
Agregado grueso retriturado	63.7%

14. CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS ÁRIDOS POR SECADO

Permite la determinación del contenido de humedad de los agregados mediante el secado.

(MTC, 2016)

Equipos:

- Balanza
- Horno ($110 \pm 5^\circ\text{C}$)
- Recipientes / bandeja
- Cuarteador
- Cucharón o espátula

Elaboración de la muestra:

- Es obtenida de la fuente de abastecimiento será transportada de forma que no pierda humedad en su trayecto, es decir usando bolsas o envases impermeables.

- La muestra deberá ser representativa obtenida mediante cuarteo, según lo mostrado a continuación.

Tabla 32

Muestra mínima para contenido de humedad.

T.M.N. del árido mm (pulg.)	Masa mínima en Kg
4,75 (0,187) (Nº4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12.5 (1/2)	2,0
19.0 (3/4)	3,0
25.0 (1)	4,0
37.5 (1 ½)	6,0
50.0 (2)	8,0
63.0 (2 ½)	10,0
75.0 (3)	13,0
90.0 (3 ½)	16,0
100.0 (4)	25,0
150.0 (6)	50,0

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 363).

Figura 29

Reducción de la muestra mediante cuarteo.



Preparación:

- - Una vez recolectada, la muestra será colocada en el horno para secar, hasta conseguir una muestra de peso estable.

Figura 30

Colocación de la muestra en horno para secado.

**Figura 31**

Retiro de la muestra seca.



Figura 32

Registro de datos para obtención de contenido de humedad.



Cálculos:

Ecuación 21

Contenido de humedad.

$$Ab = \frac{M - P}{P} \times 100\%$$

Donde:

%W = Contenido de humedad

M = Peso del materia húmedo

P = Peso del material secada en horno

Tabla 33

Resultados de ensayo MTC E 215.

Material	%Contenido de humedad
Piedra chancada	0.29%
Arena Zarandeada	0.46%
Agregado grueso retriturado	0.57%

15. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL RELLENO MINERAL

Es un procedimiento utilizado para determinar la granulometría de las partículas de un material granular (ASTM INTERNATIONAL, 2024)

Equipos y materiales:

- Balanza
- Horno ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$)
- Recipientes / bandeja
- Tamices
- Cucharon o espátula

Elaboración de la muestra:

- Comprendido entre 500g y 1000g dependiendo del tipo de material y las normas aplicables). La muestra deberá estar previamente secada en horno.

Procedimiento

- Lavar la muestra con agua y usando las mallas N°30, N°50 y N°200 hasta observar que el agua saliente está completamente clara.
- Secar la muestra retenida en cada zaranda y registrar.

Reporte de datos:

- Peso de la muestra inicial.
- Peso retenido seco en cada malla.
- Porcentaje de peso retenido parcial, acumulado y pasante, en función del peso de la muestra inicial.

Tabla 34
Resultados de ensayo MTC E 216 – Arena zarandeada.

ABERTURA (mm)	TAMIZ	% PASA
0.600	N°30	93.40%
0.297	N°50	81.80%
0.075	N°200	75.80%

Tabla 35
Resultados de ensayo MTC E 216 – RAGR.

ABERTURA (mm)	TAMIZ	% PASA
0.600	N°30	89.90%
0.297	N°50	67.90%
0.075	N°200	38.10%

16. REACTIVIDAD AGREGADO / ÁLCALI (MÉTODO QUÍMICO)

También conocida como la prueba de expansión por reacción alcalina-sílice o reacción álcali-sílice, RAS.

Es un método utilizado para evaluar si los agregados empleados en la fabricación de concreto pueden reaccionar de manera adversa con los álcalis (hidróxido de sodio y potasio) presentes en el cemento. Esta reacción puede causar expansión y deterioro en el concreto, comprometiendo su resistencia y durabilidad. (ASTM INTERNATIONAL, 2017)

Equipos y materiales:

- Balanza
- Equipo de molienda
- Fotómetro
- Horno ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$)
- Recipientes graduados
- Bandeja
- Tamices
- Solución de molibdato de Amonio
- Ácido clorhídrico estándar (0.005N)
- Ácido clorhídrico (1:1)
- Ácido Fluorhídrico
- Solución indicadora de fenolftaleína.

- Solución estándar de sílice
- Ácido Sulfúrico

Preparación de la muestra:

- Tras pasar por el tamiz N°50 y quedar retenida en el tamiz N°100, la muestra se limpia y se seca utilizando el tamiz N°100.

Procedimiento:

- Separar tres porciones de $25.0 \pm 0.05\text{g}$ de muestra preparada seca y colocar cada una en recipiente individual y adicionar por con una pipeta 25ml de solución N de NaOH, en un cuarto recipiente 25ml de solución NaOH (para ensayo en blanco), sellar los recipientes con tapón y agitar para eliminar el aire en su interior.
- Una vez sellados, colóquelos en un baño de agua a $80^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Transcurridas 24 horas ± 25 minutos, sacar los recipientes y dejarlos enfriar bajo el grifo durante 15 minutos ± 2 minutos por debajo de 30°C .
- Posteriormente el material se filtra y el material resultante de la reacción se analiza para determinar la cantidad de sílice reactiva presente.
- Para determinar el grado de reactividad se puede emplear el método gravimétrico o método fotométrico.

Cálculos:

Ecuación 22

Cálculo de sílice por método gravimétrico.

$$Se = (W_1 - W_2) \times 3330$$

Donde:

Se = Concentración de SiO_2 (milimoles/lit).

W_1 = Gramos SiO_2 fundido en 100 ml de solución diluida.

W_2 = Gramos SiO_2 fundido de la solución blanco.

Ecuación 23

Cálculo de sílice disuelta por método fotométrico.

$$Sc = 20x \frac{100}{V} x C$$

Donde:

Sc= Concentración de SiO₂ (mili-moles/lit).

C = Concentración de sílice medida en el fotómetro.

V = Mili-moles de la solución diluida.

Tabla 36

Resultados de ensayo MTC E 217.

Material	Concentración de SiO ₂	Reducción en alcalinidad
Agregado grueso retriturado	0.33 milimoles/lit	0.10 milimoles/lit

17. DETERMINACION CUANTITATIVA DE LOS COMPUESTOS DE AZUFRE

Tabla 37

Resultados de ensayo MTC E 218.

Material	%Contenido de sulfatos totales
Piedra chancada	0.09%
Arena Zarandeada	0.06%

18. SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

Los compuestos químicos que se disuelven fácilmente en agua se conocen como sales solubles, y pueden encontrarse en los áridos utilizados para fabricar asfalto u hormigón asfáltico para pavimentos flexibles. Aunque estas sales pueden tener una gran variedad de composiciones, las más frecuentes son las sales de sulfato, sodio, calcio y magnesio. Las características y la funcionalidad del pavimento flexible se ven afectadas significativamente por la presencia de estas sales en los áridos. (MTC, 2016)

Insumos:

- Balanza
- Horno

- Plancha de calentamiento
- Mecheros
- Matraces aforados
- Vasos precipitados
- Pipetas
- Agua destilada
- Solución de Nitrato de Plata
- Solución de Cloruro de Bario

Elaboración de la muestra:

- Deberá ser según lo requerido a continuación.

Tabla 38

Muestra mínima para contenido de humedad.

Agregado pétreo	Cantidad mínima (g)	Aforo mínimo (ml)
Grava 50 – 20 mm	1000	500
Grava 20 – 5 mm	500	500
Arena 20 mm	100	500

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 380).

Procedimiento:

- Primero hay que secar la muestra.
- Para colocar el material en un vaso precipitador, cúbralo con 3 centímetros de agua destilada y, a continuación, caliéntelo hasta que hierva.
- Tras un minuto de agitación, repetir hasta alcanzar cuatro ciclos en diez minutos.
- Para utilizar los reactivos mencionados para determinar individualmente la presencia de sales en dos tubos, decantar durante al menos diez minutos hasta que se aprecie el líquido transparente.
- Se utilizará una gota de nitrato de plata para detectar el cloruro, y cloruro de bario para detectar los sulfatos, este proceso se repetirá hasta que no queden sales.

- Una vez enfriado, transfiere el sobrenadante líquido recogido a un matraz aforado y completa con agua destilada.
- Registrar el volumen de una parte del material homogeneizado en el matraz, entre 50 y 100 mililitros.
- A continuación, secar en el horno a $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta que el peso se mantenga constante

Cálculos:

Ecuación 24

Cálculo de sales solubles

$$Ss = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Donde:

Ss= Porcentaje de sales solubles (%)

A = Peso de las sales solubles.

B = Peso inicial de la muestra.

Tabla 39

Resultados de ensayo MTC E 219.

Material	%Sales Solubles Totales
Piedra chancada	0.46%
Arena Zarandeada	0.47%
Agregado grueso retriturado	0.44%

19. PROCEDIMIENTO RIEDELWEBER

una técnica para evaluar la adherencia de los ligantes bituminosos, como el asfalto, a las partículas finas de los pavimentos asfálticos (MTC, 2016)

Equipos y materiales:

- Balanza
- Tamices
- Horno
- Tubo de ensayo
- Bandejas, cazos de porcelana
- Cuarteador de agregado fino
- Papel filtro
- Pinzas
- Disolución de carbonato sódico
- Ligante bituminoso

Preparación de la muestra:

- El material requerido es de 200g el cual deberá estar seco.
- Las mallas N°30 y 70° se utilizarán para cribar el 200; el material que pase por el tamiz N°70 se desechará, y el material que quede en el N°30 se enjuagará para eliminar todo el polvo y se secará hasta conseguir una masa consistente.
- Posteriormente se mezclará el ligante asfáltico con el árido en relación de 71:21 en volúmenes de árido y ligante correspondientemente a una temperatura comprendida entre 120-160°C.

Procedimiento:

- La mezcla preparada se dividirá en 11 porciones de 0.5g c/u y se colocarán en distintos tubos de ensayo donde se enumerarán del 0 al 10.

- En el tubo 0 se añade 6cm³ de agua destilada, luego marcar el tubo a la altura que llega, se calienta cuidadosamente durante 1mín, continuamente se vuelve añadir el agua destilada hasta la marca inicial y se procede a la observación visual.
- Para el análisis visual se puede hacer comparando su movimiento con el de una muestra con agua destilada sin ligante.
- Repetir cada muestra en los tubos de ensayos enumerados añadiendo las proporciones de carbonato sódico, según se indica a continuación.

Tabla 40
Soluciones de ensayo.

Molaridad	G de Na₂ CO₃/1 disolución
M/256	0,414
M/128	0,828
M/64	1,656
M/32	3,312
M/16	6,625
M/8	13,25
M/4	26,5
M/2	53,0
M/1	106,0

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 382).

Reporte de datos:

- Se señala el índice de adhesividad Riedel - Weber según el número correspondiente a la disolución de concentración más baja empleadas en el lugar de ocurrir el desplazamiento total.

Tabla 41
Índice de Riedel Weber.

Solución de Ensayo	Índice de adhesividad Riedel – Weber
Desplazamiento total con agua destilada	0
Carbonato sódico	
M/256	1
M/128	2
M/64	3
M/32	4
M/16	5
M/8	6
M/4	7
M/2	8
M/1	9
Si no hay desplazamiento total con la solución M/1	10

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 384).

- Si se produce un desplazamiento parcial del ligante con alguno, el índice de adhesividad puede expresarse como el número correspondiente a la concentración más baja a la que se produce el desplazamiento parcial o total.

Tabla 42
Resultados de ensayo MTC E 220.

Material	Índice de adhesividad Riedel – Weber
Arena Zarandeada	5
Agregado grueso retriturado	6

20. ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO

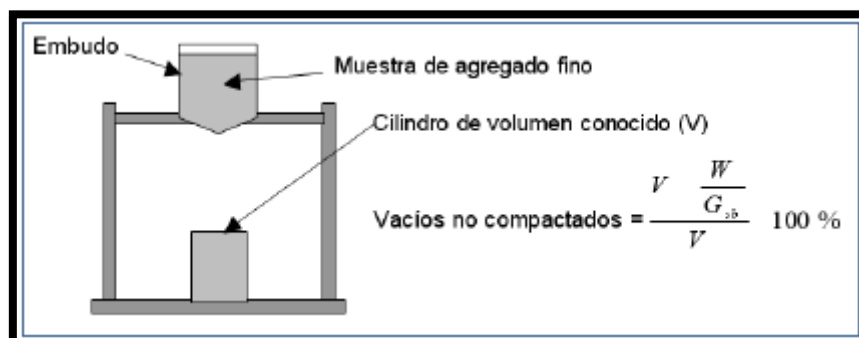
La angularidad afecta la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto o asfalto, así como su adhesión al ligante (en el caso de mezclas asfálticas). En términos generales, los agregados más angulares tienden a ser más fuertes y proporcionar mejor adherencia, pero a su vez pueden dificultar la mezcla y la compactación. Por otro lado, los agregados redondeados mejoran la trabajabilidad, pero pueden no ser tan resistentes como los angulares (MTC, 2016)

Equipos y materiales:

- Tamices
- Cilindro metálico de volumen conocido
- Embudo metálico
- Marco metálico

Figura 33

Equipo de medición de angularidad del árido



Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 384).

Elaboración de la muestra:

- Es el material resultante de tamizar empleando las mallas N°8 y 200°, descartando el pasante del tamiz N°200 y el retenido del tamiz N°8; el material obtenido se lavará para eliminar completamente el polvo y se secará, hasta obtener una masa constante.

Procedimiento:

- Se obtendrá previamente la gravedad específica neta del árido escogido.
- Nivele y pese el agregado que queda en el cilindro después de colocar el material preparado en el embudo hasta que el recipiente rebose

Cálculos:**Ecuación 25***Angularidad del agregado*

$$A^{\circ} = \frac{V - \frac{W}{G_{sb}}}{V} \times 100\%$$

Donde: A° = Angularidad / vacíos no compactados (%)

V = Volumen del cilindro.

 G_{sb} = Gravedad específica del agregado fino.

W = Peso del agregado fino.

Tabla 43*Resultados de ensayo MTC E 222.*

Material	Angularidad (%)
Arena Zarandeada	41.6
Agregado grueso retriturado	43.6

21. PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS

Su finalidad es hallar el valor del porcentaje de partículas chatas y alargadas para determinar si cumplen con los parámetros y especificación requeridas para su empleo. (ASTM INTERNATIONAL, 2023)

Equipos:

- Tamices
- Balanza
- Separador o cuarteador
- Espátula o cucharón de mano
- Bandejas o recipientes
- Equipo calibrador proporcional

Figura 34

Equipo calibrador proporcional.



Muestra:

- Sí se realiza el ensayo por pesos la muestra será previamente lavada, secada en horno y tamizada con la malla N°4, con la finalidad de eliminar los finos, mediante cuarteo reducir la muestra hasta obtener el peso mínimo requerido.

Tabla 44

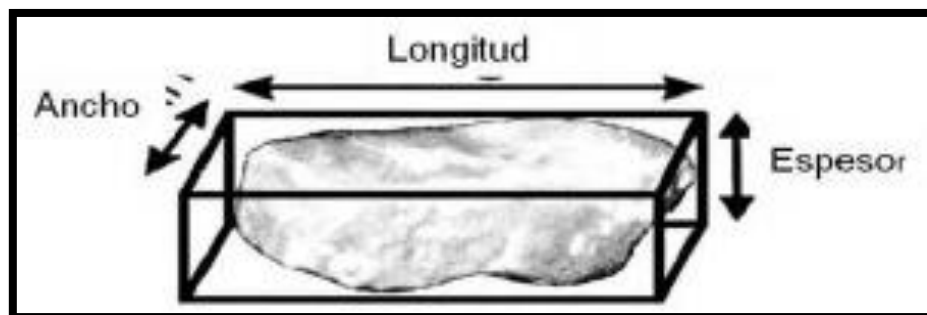
Muestra mínima para ensayo de partículas chatas y alargadas.

T.M.N. del árido mm (pulg)	Peso mínimo Kg – (lb)
9,5 - (3/8)	1 – (2)
12.5 - (1/2)	2 – (4)
19.0 - (3/4)	5 – (11)
25.0 - (1)	10 – (22)
37.5 - (1 ½)	15 – (33)
50.0 - (2)	20 – (44)
63.0 - (2 ½)	35 – (77)
75.0 - (3)	60 – (130)
90.0 - (3 ½)	100 – (220)
100.0 - (4)	150 – (330)
112 – (4 ½)	200 – (440)
125 – (5)	300 – (660)
150.0 (6)	500 – (1100)

Nota: Tomado del Manual de ensayo de materiales (p,393), por (MTC, 2016).

Figura 35

Medidas para ensayo de partículas chatas y alargadas.



Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 392).

Procedimiento:

- Una vez obtenido el peso mínimo requerido, se procede a separar en función del tamaño empleando los tamices correspondientes.
- Las partículas chatas serán aquellas que su espesor pasa por abertura menor del equipo.
- Se dice que las partículas que pasan por la abertura más estrecha del equipo son alargadas.

Figura 36

Tamizado para ensayo de partículas chatas y alargadas.



Figura 37

Registro de datos para ensayo de partículas chatas y alargadas.



Calculos:

Ecuación 26

Porcentaje de partículas chatas y alargadas por tamiz.

$$\%PCA = \frac{P}{M} \times 100\%$$

Donde:

%PCA = Porcentaje partículas chatas y alargadas por tamiz

P = Peso de partículas chatas y alargadas por tamiz

M = Peso total de la muestra del tamiz

Ecuación 27

Porcentaje corregido de partículas chatas y alargadas.

$$\%PCA_c = \frac{(PCA_i \times G_i) + (PCA_j \times G_j) + \dots}{G_i + G_j + \dots}$$

Donde:

%PCA_c = Porcentaje corregido partículas chatas y alargadas

PCA = Porcentaje partículas chatas y alargadas por tamiz

G_{ij} = Porcentaje retenido del ensayo de granulometría del tamiz correspondiente

Tabla 45

Resultados de ensayo MTC E 223.

Material	% Partículas chatas y alargadas
Piedra chancada	7.30%

22. LIMITES DE ATTERBERG DE LOS SUELOS E INDICE PLASTICO (I.P.)

Tabla 46

Resultados de ensayo MTC E 110 y MTC E 111.

Material	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Piedra chancada	N.P	N.P	N.P
Arena zarandeada	N.P	N.P	N.P
Agregado grueso retriturado	N.P	N.P	N.P

23. EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO

La calidad de los áridos durante la fabricación o la colocación puede determinarse gracias a este método, que calcula empíricamente las cantidades relativas de arena y arcilla (MTC, 2016)

Insumos:

- Cilindro graduado, transparente de plástico acrílico con tapón de jebe
- Tubo irrigador
- Dispositivo de pesado de pie
- Ensamblaje sifón
- Horno
- Agitador mecánico o manual (opcional)
- Lata de medición, capacidad de 85 ± 5 ml y 57mm de diámetro
- Tamiz N°4
- Embudo
- Bandejas
- Botellas de 1gal
- Platillo plano
- Espátula o cucharón de mano
- Reloj
- Papel filtro
- Solución stock: Formada por la combinación de 454 gr de cloruro cálcico anhidro en 1,9L de agua destilada, filtrada en papel filtro a la cual se le añade 200 gr de glicerina con 47 g de formaldehído, finalmente se diluyendo 85 ± 5 ml de solución en 3.8L de agua destilada.

Figura 38

Preparación de solución stock para ensayo de equivalente de arena.



Elaboración de la muestra:

- Mediante cuarteto reduce el material (pasante tamiz N°4) hasta obtener 1500gr de muestra como mínimo.

Figura 39

Preparación de la muestra para ensayo de equivalente de arena (arena gruesa).



- Se debe añadir agua a la muestra preservando su libre flujo.
- Realice cuatro mediciones de la muestra utilizando el recipiente de medición. Si el material es mayor que el recipiente, golpee la base sobre una superficie dura al menos cuatro veces, sacúdala un poco y anote los datos. A continuación, seque la muestra y déjela enfriar a temperatura ambiente.
- Manteniendo la condición de flujo libre, descargar el material previniendo la segregación o pérdida formando un montículo y cuarteando.
- Añadir agua hasta formar con el material, hasta que al apretarlo con la palma de la mano no se desmorone ni desmenuce.
- Con el recipiente de medida presionar sobre el montículo y nivelar el material sobrante (muestra final), repetir el procedimiento para muestra.

Figura 40

Muestra para ensayo de equivalente de arena.



Procedimiento:

- - Vierta 102 ± 3 mm ($4 \pm 0,1$ pulg.) de la solución preparada en la probeta graduada y, a continuación, utilice el embudo para verter una de las muestras sin derramar material. Golpee el fondo de la probeta con la palma de la mano para eliminar las burbujas de aire y, a continuación, déjela reposar durante 10 ± 1 minuto.

Figura 41

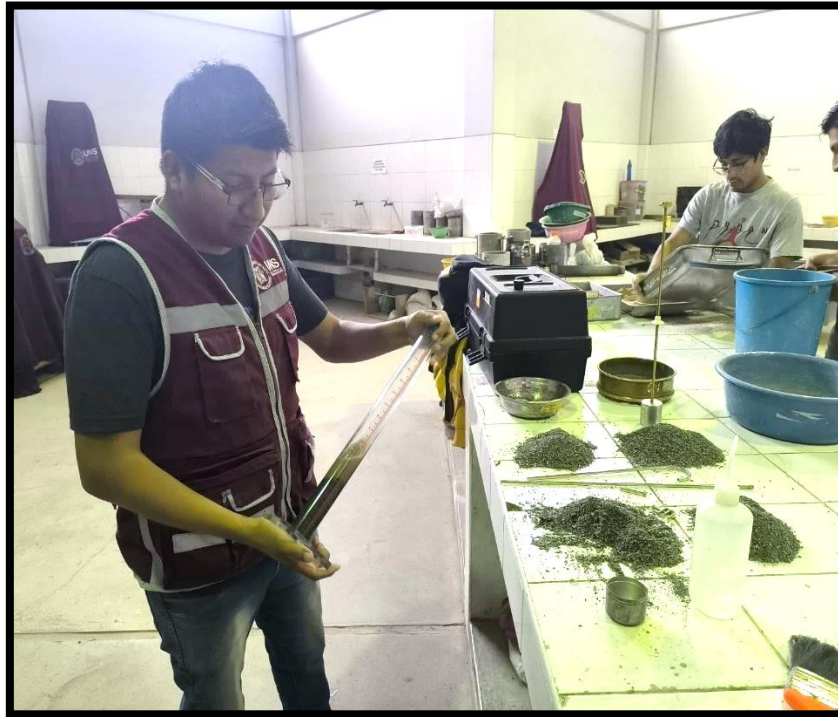
Colocación del espécimen en el cilindro graduado con solución preparada.



- Culminado el tiempo de reposo agitar mediante cualquiera de los siguientes métodos:
- Método de agitador mecánico: duración de 45 ± 1 s.
- Método de agitador manual: 100 golpes
- Método manual: 90 ciclos durante aprox. 30s con un recorrido de 23 ± 3 cm en cada agitación

Figura 42

Agitación del cilindro graduado por método manual.



- Pinchar el material dentro del tubo, girar y enjuagar las paredes del cilindro, luego regar con la solución manteniendo el cilindro en posición vertical hasta que la solución alcance el punto de gradación de 15» (38 cm).
- Después de que el cilindro haya estado en reposo durante 20 minutos $\pm$ 15 segundos, anote la marca superior de la suspensión de arcilla (tanto la lectura como la arcilla). Si la duración de la sedimentación es superior a 30 minutos, repita la prueba.
- Una vez determinada la marca de arcilla, coloque el dispositivo de pesaje sobre el cilindro, bájelo lentamente y déjelo reposar en la arena. A continuación, lea y registre el valor que muestra la parte superior del dispositivo de pesaje, del que se deducirán 25,4 cm (10") para obtener la lectura de la arena.

Figura 43
Lectura de arcilla.

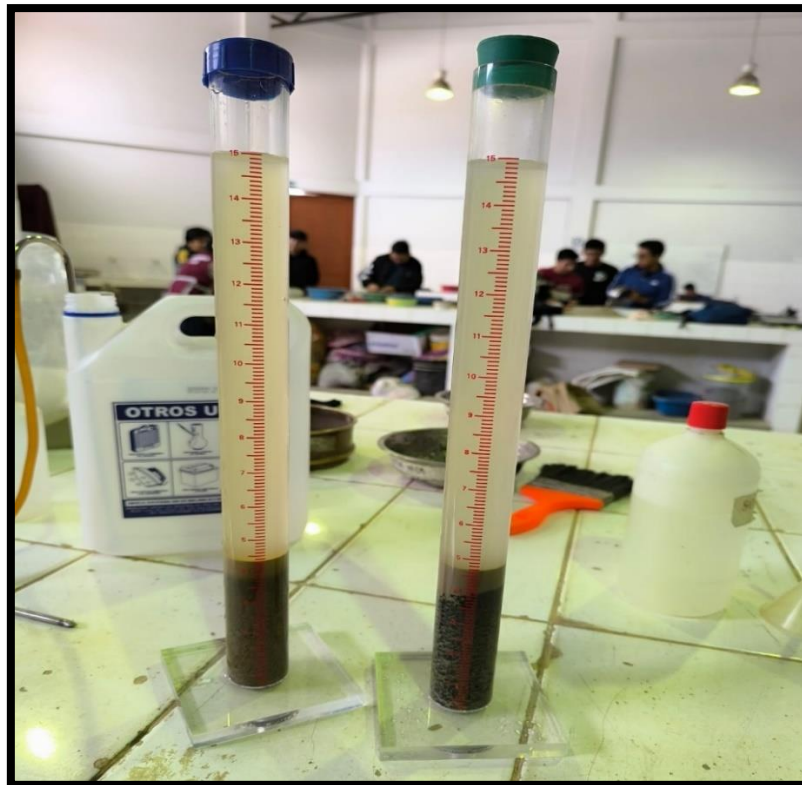
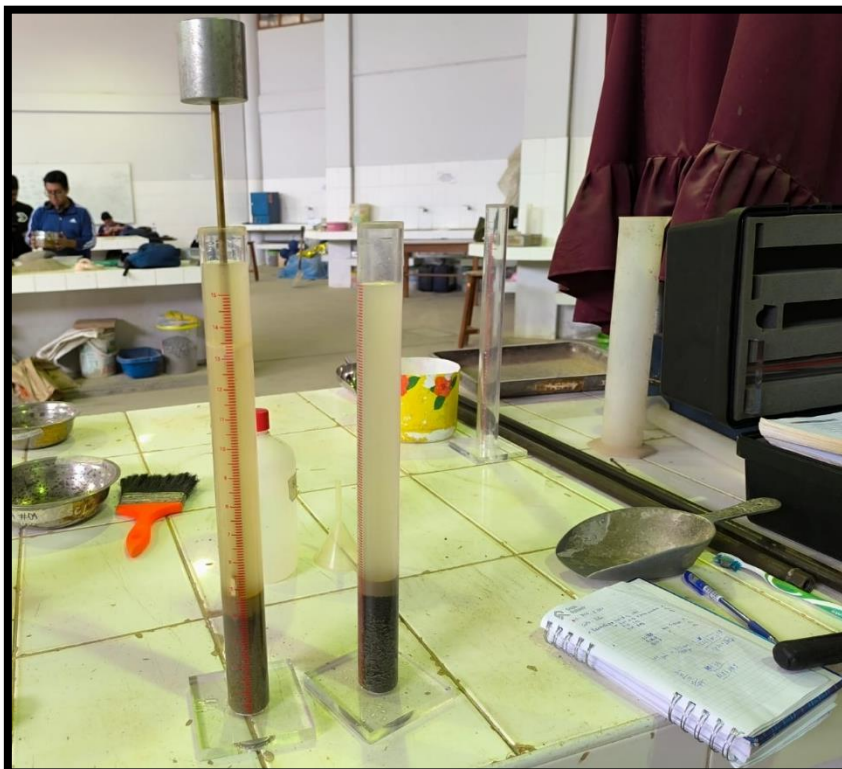


Figura 44
Lectura de Arena.



Cálculos:

Ecuación 28

Equivalente de arena.

$$SE = \frac{LECTURA DE ARENA}{LECTURA DE ARCILLA} \times 100\%$$

Donde:

SE = Equivalente de arena

Nota: Para el resultado del promedio de 3 muestras o más, se redondeará al entero siguiente.

Tabla 47

Resultados de ensayo MTC E 114.

Material	%Equivalente de Arena
Arena zarandeada	68%
Agregado grueso retriturado	73%

24. AZUL DE METILENO (AASHTO TP 57)

Utilizado para medir la cantidad de material que interactúa con el azul de metileno con el fin de evaluar la calidad de los agregados (AASHTO, 2016).

Equipos y Materiales:

- Solución de azul de metileno ($C_{16}H_{18}ClN_3S$)
- Agua destilada
- Balanza
- Vaso precipitado
- Agitador o varilla de agitación
- Tubos de ensayo cilíndricos, graduados
- Tamices
- Colador
- Papel filtro

Elaboración de la muestra:

- Se toma una muestra representativa el cual debe estar seca y se tamizará empleando la malla N°200 con la cual se descartará el material retenido y se trabajará con el pasante.

Procedimiento:

- Se ponen $10 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$ de la sustancia producida en un vaso volumétrico de 500 ml.
- Tras añadir 30 mililitros de agua destilada y batir hasta que se forme una papilla, añadir 0,5 mililitros de solución de azul de metileno y mezclar durante un minuto.
- Se vierte una gota de la papilla producida sobre la superficie del papel de filtro utilizando la varilla agitadora.
- A continuación, se realiza el examen visual. Si se observa un anillo o halo azul alrededor de la gota, se detecta; si no, se añaden 0,5 ml más de solución y se repite el proceso de agitación hasta que se observe el anillo azul.
- Una vez conseguido, se agitará durante cinco minutos y se repetirá la prueba del papel de filtro para su verificación.

Reporte de datos:

- En función a lo especificado a continuación.

Tabla 48

Desempeño del agregado en fusión del valor de azul de metileno.

Valor de Azul de Metileno (mg/g)	Desempeño anticipado
≤ 6	Excelente
7 – 12	Marginalmente aceptable
13 – 19	Problemas / Posible falla
≥ 20	Fallado

Nota: Tomado del Normas de Ensayos e Materiales para Carreteras, por (INVIAS, 2007)

Cálculos:

Ecuación 29*Equivalente de arena.*

$$VA = \frac{CxV}{W} = 0.5V$$

Donde:

VA = Valor de azul de metileno

C = Concentración de la solución de azul de metileno (5mg de azul de metileno por ml de solución).

V = Cantidad de solución de azul de metileno requerida.

W = Masa de material seco utilizado en la prueba (10g).

Tabla 49*Resultados de ensayo AASHTO TP 57.*

Material	Valor de azul de metileno
Arena zarandeada	5.5

25. MÉTODO MARSHALL (ASTM D 1559)

El Método Marshall establece una serie de parámetros que permitirán obtener datos con los cuales garantiza y a su vez permite optimizar los valores del %CA para una combinatoria de áridos determinada. (ASTM INTERNATIONAL, 2021)

En cuanto a sus limitación es que solo es usada para CAC que estén conformadas con áridos de TM de 25mm (1") o menor, y utiliza especímenes de prueba estándar de una altura de 64mm (2 1/2") y diámetro de 102mm (4"). (ASTM INTERNATIONAL, 2021).

Requisitos previos:

- Ensayos de materiales a los áridos, para para verificar si satisfacen las características necesarias.
- Combinatoria de los agregados.

Equipos y materiales:

- Prensa para ensayo Marshall.
- Anillo de carga y medidor (estabilidad)
- Medidor de deformaciones (flujo)
- Mordaza.
- Baño de María.
- Equipo de compactación.
- Bandejas metálicas.
- Extractor de muestras.
- Cazos de aluminio.
- Estufa.
- Cogedor curvo.
- Termómetro con escala de 0 a 200°C.
- Balanza.
- Espátula.
- Guantes para material caliente.
- Aceite lubricante.
- Cuchara de Mezclado.
- Plato caliente eléctrico, con regulador de temperatura.
- Papel parafinado.
- Vernier.

Combinación de los agregados:

Se realiza aplicando el método de tanteo, en relación a la granulometría de los áridos, dicha combinatoria deberá de cumplir con los límites máximos o mínimos según su uso.

Tabla 50
Gradación Superpave TMN = 19mm.

Tamaño del tamiz mm	Puntos de Control		Línea de Máxima Densidad	Zona de Restricción		Formula de Mezcla	Tolerancia (**)
				Mínimo	Máximo		
25	-	100,0	100,0	-	-	-	-
19,00	100,0	90,0	88,4	-	-	-	-
12,50	-	-	73,2	-	-	-	-
9,50	-	-	59,6	-	-	-	-
4,75	-	-	49,5	-	-	*	(6)
2,36	49,0	23,0	34,6	34,6	34,6	*	(6)
1,18	-	-	25,3	22,3	28,3	-	-
0,60	-	-	18,7	16,7	20,7	*	(4)
0,30	-	-	13,7	13,7	13,7	*	(3)
0,15	-	-	10,0	-	-	-	-
0,075	8,0	2,0	7,3	-	-	*	(2)

Nota: (*) El contratista especificará los valores con aproximación al 0,1% y (**) Desviaciones aceptables ($\pm$) de los valores de la fórmula. Tomado de (MTC, 2016, pág. 267)

Tabla 51
Gradación Superpave TMN = 25mm.

Tamaño del tamiz mm	Puntos de Control		Línea de Máxima Densidad	Zona de Restricción		Formula de Mezcla	Tolerancia (**)
				Mínimo	Máximo		
37,5	-	100,0	100,0	-	-	-	-
25	100,0	90,0	83,3	-	-	-	-
19,00	-	-	73,6	-	-	-	-
12,50	-	-	61,0	-	-	-	-
9,50	-	-	53,9	-	-	*	(6)
4,75	-	-	39,5	39,5	39,5	*	(6)
2,36	45,0	19,0	28,8	26,8	30,8	-	-
1,18	-	-	21,1	18,1	24,1	*	(4)
0,60	-	-	15,6	13,6	17,6	*	(3)
0,30	-	-	11,4	11,4	11,4	-	-
0,15	7,0	1,0	8,3	-	-	*	(2)
0,075	-	-	6,1	-	-	-	-

Nota: (*) El contratista especificará los valores con aproximación al 0,1% y (**) Desviaciones aceptables ($\pm$) de los valores de la fórmula. Tomado de (MTC, 2016, pág. 268).

Procedimiento:

- Una vez realizado la combinatoria, se deberá dejar secar en el horno (estufa) por separado cada uno, a una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Posteriormente se debe preparar por separado en bandejas las distintas muestras de agregados combinados (según la cantidad de muestras a preparar en función del %C.A), y calentarlas hasta llegar a una temperatura de $150^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Seguidamente añadir el C.A. en función de los porcentajes y pesos de los agregados combinados, durante 3min de manera manual o 1min mediante un mezclador mecánico.
- En paralelo se deberán preparar el conjunto de equipos para la elaboración de briquetas, estos deberán estar limpios y calentados en una plancha a una temperatura que ronde entre 93°C Y 149°C .
- Se procede a colocar la mezcla dentro de los moldes, previamente colocar papel parafinado en la parte inferior del molde y en la parte superior al finalizar de colocada la mezcla.
- Se continúa con la aplicación de los golpes según el requerimiento (según el tipo de tráfico de diseño).

Tabla 52*Número de golpes por cada lado de espécimen.*

Tipo de tráfico de diseño	Nº de golpes
Tráfico Liviano	35
Tráfico Medio	50
Tráfico Pesado	75

Nota: Adaptado de Asphalt Handbook (MS-4), por (Asphalt Institute, 2007).

Prueba da estabilidad:

- Ubicar el molde con la muestra compactada en una prensa Marshall
- Aplicar una carga de compresión sobre la muestra a velocidad constante hasta su deformación.

Prueba de fluidez:

- Durante la aplicación de la carga, se mide la de deformación (en milímetros) que experimenta la mezcla bajo la carga antes de fallar.

Cálculos:

Ecuación 30

Estabilidad corregida.

$$A = B \times C$$

Donde:

A = Estabilidad corregida.

B = Estabilidad (carga).

C = Factor de corrección de estabilidad.

Tabla 53

Factores de corrección de estabilidad.

Volumen del espécimen, cm ³	Espesor del espécimen		Razón de la correlación
	mm	pulg	
200 – 213	25,45	1,00 (1)	5,56
214 – 225	27	1,06 (1 1/16)	5
226 – 237	28,6	1,12 (1 1/8)	4,55
238 – 250	30,2	1,19 (1 3/16)	4,17
251 – 264	31,8	1,25 (1 1/4)	3,85
265 – 276	33,3	1,31 (1 5/16)	3,57
277 – 289	34,9	1,38 (1 3/8)	3,33
290 – 301	36,5	1,44 (1 7/16)	3,03
302 – 316	38,1	1,50 (1 1/2)	2,78
317 – 328	39,7	1,56 (1 9/16)	2,5
329 – 340	41,3	1,62 (1 5/8)	2,27
341 – 353	42,9	1,69 (1 11/16)	2,08
354 – 367	44,4	1,75 (1 3/4)	1,92
368 – 379	46	1,81 (1 13/16)	1,79

Volumen del espécimen, cm ³	Espesor del espécimen mm	Volumen del espécimen, cm ³	Razón de la correlación
380 – 392	47,6	1,88 (1 7/8)	1,67
393 – 405	49,2	1,94 (1 15/16)	1,56
406 – 420	50,8	2,00 (2)	1,47
421 – 431	52,4	2,06 (2 1/16)	1,39
432 – 443	54	2,12 (2 1/8)	1,32
444 – 456	55,6	2,19 (2 3/16)	1,25
457 – 470	57,2	2,25 (2 1/4)	1,19
471 – 482	58,7	2,31 (2 5/16)	1,14
483 – 495	60,3	2,38 (2 3/8)	1,09
496 – 508	61,9	2,44 (2 7/16)	1,04
509 – 522	63,5	2,50 (2 1/2)	1
523 – 535	65,1	2,56 (2 9/16)	0,96
536 – 546	66,7	2,62 (2 5/8)	0,93
547 – 559	68,3	2,69 (2 11/16)	0,89
560 – 573	69,8	2,75 (2 3/4)	0,86
574 – 585	71,4	2,81 (2 13/16)	0,83
586 – 598	73	2,88 (2 7/8)	0,81
599 – 610	74,6	2,94 (2 15/16)	0,78
611 - 626	76,2	3,00 (3)	0,76

Nota: Tomado de (MTC, 2016, pág. 592)

Ecuación 31

Porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica compactada.

$$\%V = \left[1 - \frac{Pe_{bulk}}{Pe_{teorico}} \right] * 100\%$$

Donde:

%V = Vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas (%)

Pe_{bulk} = Peso específico bulk

Pe_{teórico} = Peso específico teórico máximo

Ecuación 32:

Gravedad específica aparente de la mezcla asfáltica compactada.

$$Gea = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$$

Donde:

Gea = Gravedad específica aparente de la mezcla asfáltica compactada

A = Masa del espécimen seco en el aire.

B = Masa del espécimen seco cubiero.

E = Masa del espécimen cubierto dentro del agua.

F = Gravedad específica de revestimiento determinada a 25°C.

Ecuación 33

Peso específico teórico máximo en el aire.

$$G_{ea} = \frac{A}{A + D - E}$$

Donde:

G_{ea} = Peso específico teórico máximo en el aire.

A = Masa de la muestra seca en el aire.

D = Masa del recipiente lleco con agua a 25°C.

E = Masa del recipiente lleno con agua y muestra a 25°C.

Ecuación 34

Porcentaje de asfalto que absorbe el árido de una mezcla asfáltica.

$$A_{ac} = \left[\frac{P_{tac}}{100 - P_{ta}} + \frac{G_{ac}}{G_{ag}} - \frac{100G_{ac}}{(100 - P_{tac})G_{tm}} \right] * 100\%$$

Donde:

A_{ac} = Porcentaje de asfalto que absorbe el árido de una mezcla de pavimento asfáltico.

P_{tac} = %CA.

G_{ac} = Peso específico aparente del asfalto.

G_{ag} = Peso específico promedio ponderado del agregado.

G_{tm} = Peso específico teórico máximo de la muestra.

Ecuación 35

Peso específico aparente del espécimen.

$$G_e = \frac{A}{(B - C)}$$

Donde:

G_e = Peso específico del aparente.

A = Peso del espécimen seco en el aire.

B = Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca.

C = Peso del espécimen en agua.

Ecuación 36

Peso unitario del espécimen.

$$P_u = G_e \times P_{uh}$$

Donde:

G_e = Peso unitario del espécimen.

G_e = Peso específico del aparente.

P_{uh} = Peso unitario del agua.

ANEXO 3. RESULTADOS DE ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

	INFORME DE ENSAYO	
PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"	
BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE	
UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA	

MTC E 201 - MUESTREO PARA MATERIALES DE CONSTRUCCION

MATERIAL	DESCRIPCION	PESO
AGREGADO GRUESO	PIEDRA CHANCADA	25.70 Kg
AGREGADO FINO	ARENA GRUESA ZARANDEADA	27.70 Kg
	AGREGADO GRUESO RETRITURADO	27.20 Kg

JEFE DE LABORATORIO
 Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO	
PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"	
BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE	
UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA	

MTC E 202 - CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 μ M (Nº 200) POR LAVADO

MATERIAL	DESCRIPCION	MUESTRA 1			MUESTRA 2			A
		B	C	A	B	C	A	PROMEDIO
AGREGADO GRUESO	PIEDRA CHANCADA	1000.20 g	999.80 g	0.04%	1500.10 g	1499.60 g	0.03%	0.04%
	ARENA GRUESA ZARANDEADA	300.10 g	299.20 g	0.30%	500.00 g	498.90 g	0.22%	0.26%
AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO RETRITURADO	300.00 g	298.50 g	0.50%	500.20 g	499.10 g	0.22%	0.36%

- A = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75 μ m (Nº 200) por lavado.
B = Peso seco de la muestra original, en gramos.
C = Peso seco de la muestra después de lavado, en gramos.

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO	
	PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"
	BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE
	UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA

MTC E 203 - PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS AGREGADOS

PESO UNITARIO EN ESTADO SUELTO								
MATERIAL	DESCRIPCION	P	V	MUESTRA + RECIPIENTE			Pm _s	Pu _s
				M 1	M 2	M 3		
AGREGADO GRUESO	PIEDRA CHANCADA	4524.60 g	2831.68 cm ³	8391.70 g	8406.10 g	8403.30 g	8400.37 g	1.37 g/cm ³
AGREGADO FINO	ARENA GRUESA ZARANDEADA	4524.60 g	2831.68 cm ³	9107.60 g	9110.20 g	9109.60 g	9109.13 g	1.62 g/cm ³
	AGREGADO GRUESO RETRITURADO	4524.60 g	2831.68 cm ³	8654.80 g	8651.00 g	8656.80 g	8654.20 g	1.46 g/cm ³

PESO UNITARIO EN ESTADO COMPACTADO								
MATERIAL	DESCRIPCION	P	V	MUESTRA + RECIPIENTE			Pm _c	Pu _c
				M 1	M 2	M 3		
AGREGADO GRUESO	PIEDRA CHANCADA	4524.60 g	2831.68 cm ³	8852.10 g	8866.20 g	8848.60 g	8855.63 g	1.53 g/cm ³
AGREGADO FINO	ARENA GRUESA ZARANDEADA	4524.60 g	2831.68 cm ³	9610.60 g	9614.40 g	9617.80 g	9614.27 g	1.80 g/cm ³
	AGREGADO GRUESO RETRITURADO	4524.60 g	2831.68 cm ³	9140.80 g	9122.80 g	9138.10 g	9133.90 g	1.63 g/cm ³

P = PESO DEL RECIPIENTE VACIO

V = VOLUMEN DEL RECIPIENTE

Pm_s = PESO PROMEDIO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE

Pm_c = PESO PROMEDIO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE

Pu_s = PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO

Pu_c = PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO

PORCENTAJE DE VACIOS EN ESTADO SUELTO					
MATERIAL	DESCRIPCION	Pe _s	Pu _s	D	%Vs
AGREGADO GRUESO	PIEDRA CHANCADA	2.62 g/cm ³	1.37 g/cm ³	0.998 g/cm ³	47.69%
AGREGADO FINO	ARENA GRUESA ZARANDEADA	2.74 g/cm ³	1.62 g/cm ³	0.998 g/cm ³	40.79%
	AGREGADO GRUESO RETRITURADO	2.84 g/cm ³	1.46 g/cm ³	0.998 g/cm ³	48.50%

A B W

PORCENTAJE DE VACIOS EN ESTADO COMPACTADO					
MATERIAL	DESCRIPCION	Pe _c	Pu _c	D	%Vc
AGREGADO GRUESO	PIEDRA CHANCADA	2.62 g/cm ³	1.53 g/cm ³	0.998 g/cm ³	41.55%
AGREGADO FINO	ARENA GRUESA ZARANDEADA	2.74 g/cm ³	1.80 g/cm ³	0.998 g/cm ³	34.26%
	AGREGADO GRUESO RETRITURADO	2.84 g/cm ³	1.63 g/cm ³	0.998 g/cm ³	42.52%

Pe_a = PESO ESPECIFICO APARENTE

Pu_s = PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO

Pu_c = PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO

D = DENSIDAD DEL AGUA

%Vs = PORCENTAJE DE VACIOS EN ESTADO SUELTO

%Vc = PORCENTAJE DE VACIOS EN ESTADO COMPACTADO

JEFE DE LABORATORIO



Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO		
	PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"	
	BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE	
	UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA	

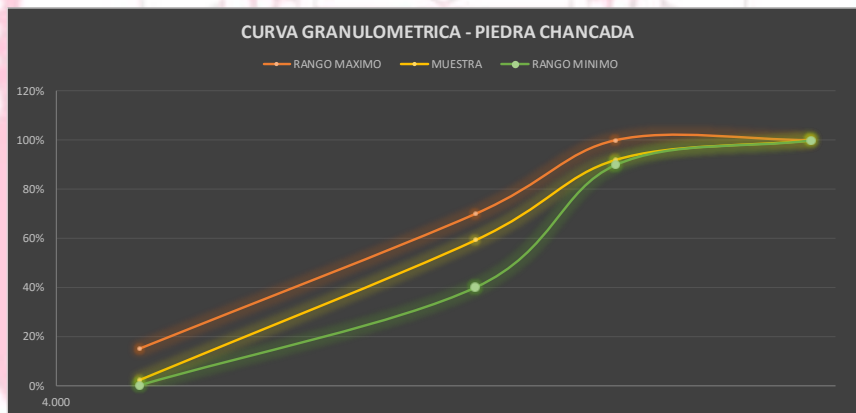
MTC E 204 - ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)

MUESTRA	M - 1	M - 2
PESO DE LA MUESTRA LAVADA SECA	1999.90 gr	3499.80 gr

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO M - 1	PESO RETENIDO M - 2	% RETENIDO M - 1	% RETENIDO M - 2	% RET. ACUM. M - 1	% RET. ACUM. M - 2	% PASANTE M - 1	% PASANTE M - 2	% PASANTE PROMEDIO	ASTM C33 (HUSO 7)	
											MIN	MAX
75.000	3"											
63.000	2 1/2"											
50.000	2"											
37.500	1 1/2"											
25.400	1"											
19.000	3/4"	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100%	100%
12.700	1/2"	146.6	299.8	7.33%	8.57%	7.33%	8.57%	92.67%	91.43%	92.05%	90%	100%
9.510	3/8"	752.6	976.8	37.63%	27.91%	44.96%	36.48%	55.04%	63.52%	59.28%	40%	70%
6.350	1/4"	667.2	893.8	33.36%	25.54%	78.32%	62.01%	21.68%	37.99%	29.83%		
4.750	N° 04	374.1	1285.5	18.71%	36.73%	97.03%	98.75%	2.97%	1.25%	2.11%	0%	15%
3.360	N° 06											
2.360	N° 08					100.00%	100.00%					
2.000	N° 10											
1.190	N° 16					100.00%	100.00%					
0.840	N° 20											
0.600	N° 30					100.00%	100.00%					
0.425	N° 40					100.00%	100.00%					
0.297	N° 50					100.00%	100.00%					
0.250	N° 60											
0.177	N° 80											
0.150	N° 100					100.00%	100.00%					
0.075	N° 200											
FONDO		59.4	43.9									

Tamaño Máximo Nominal	1/2"
Tamaño Máximo	3/4"



JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO		
	PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"	
	BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE	
	UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA	

MTC E 204 - ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

MUESTRA	M - 1	M - 2
PESO DE LA MUESTRA LAVADA SECA	1999.80 gr	1499.90 gr

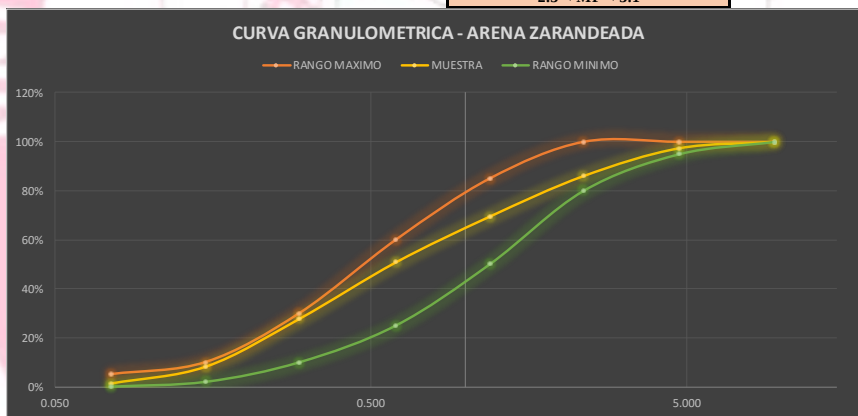
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO M - 1	PESO RETENIDO M - 2	% RETENIDO M - 1	% RETENIDO M - 2	% RET. ACUM. M - 1	% RET. ACUM. M - 2	% PASANTE M - 1	% PASANTE M - 2	% PASANTE PROMEDIO	ASTM C33	
											MIN	MAX
75.000	3"											
63.000	2 1/2"											
50.000	2"											
37.500	1 1/2"											
25.400	1"											
19.000	3/4"											
12.700	1/2"											
9.510	3/8"	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100%	100%
6.350	1/4"	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%		
4.750	N° 04	57.8	33.4	2.89%	2.23%	2.89%	2.23%	97.11%	97.77%	97.44%	95%	100%
3.360	N° 06			0.00%	0.00%	2.89%	2.23%	97.11%	97.77%	97.44%		
2.360	N° 08	226.8	171.1	11.34%	11.41%	14.23%	13.63%	85.77%	86.37%	86.07%	80%	100%
2.000	N° 10	79.3	54.4	3.97%	3.63%	18.20%	17.26%	81.80%	82.74%	82.27%		
1.190	N° 16	276.2	175.6	13.81%	11.71%	32.01%	28.97%	67.99%	71.03%	69.51%	50%	85%
0.840	N° 20	154		7.70%	0.00%	39.71%	28.97%	60.29%	71.03%	65.66%		
0.600	N° 30	222.2	277.6	11.11%	18.51%	50.82%	47.48%	49.18%	52.52%	50.85%	25%	60%
0.425	N° 40	189.5	123.7	9.48%	8.25%	60.30%	55.72%	39.70%	44.28%	41.99%		
0.297	N° 50	198.9	275.8	9.95%	18.39%	70.24%	74.11%	29.76%	25.89%	27.82%	10%	30%
0.250	N° 60	121.7		6.09%	0.00%	76.33%	74.11%	23.67%	25.89%	24.78%		
0.177	N° 80	119.2	114	5.96%	7.60%	82.29%	81.71%	17.71%	18.29%	18.00%		
0.150	N° 100	155.1	174.8	7.76%	11.65%	90.04%	93.37%	9.96%	6.63%	8.29%	2%	10%
0.075	N° 200	173.9	77	8.70%	5.13%	98.74%	98.50%	1.26%	1.50%	1.38%	0%	5%
	FONDO	25.2	22.5									

Según ASTM C33

2.3 < MF < 3.1

Módulo de Finura

2.58



JEFE DE LABORATORIO



Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO		
	PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"	
	BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE	
	UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA	

MTC E 204 - ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

AGREGADO FINO (ARENA TRITURADA)

MUESTRA	M - 1	M - 2
PESO DE LA MUESTRA LAVADA SECA	1999.95 gr	2999.90 gr

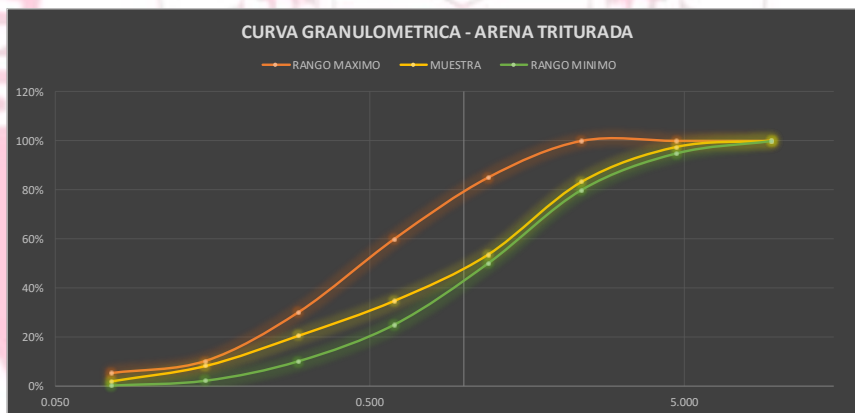
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO M - 1	PESO RETENIDO M - 2	% RETENIDO M - 1	% RETENIDO M - 2	% RET. ACUM. M - 1	% RET. ACUM. M - 2	% PASANTE M - 1	% PASANTE M - 2	% PASANTE PROMEDIO	ASTM C33	
											MIN	MAX
75.000	3"											
63.000	2 1/2"											
50.000	2"											
37.500	1 1/2"											
25.400	1"											
19.000	3/4"											
12.700	1/2"											
9.510	3/8"	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100%	100%
6.350	1/4"	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%		
4.750	N° 04	75.55	36.4	3.78%	1.21%	3.78%	1.21%	96.22%	98.79%	97.50%	95%	100%
3.360	N° 06	0	0	0.00%	0.00%	3.78%	1.21%	96.22%	98.79%	97.50%		
2.360	N° 08	267.40	457.2	13.37%	15.24%	17.15%	16.45%	82.85%	83.55%	83.20%	80%	100%
2.000	N° 10	218.7	446.8	10.94%	14.89%	28.08%	31.35%	71.92%	68.65%	70.28%		
1.190	N° 16	332.6	509.6	16.63%	16.99%	44.71%	48.33%	55.29%	51.67%	53.48%	50%	85%
0.840	N° 20	296.1	250.1	14.81%	8.34%	59.52%	56.67%	40.48%	43.33%	41.90%		
0.600	N° 30	139.5	225.6	6.98%	7.52%	66.49%	64.19%	33.51%	35.81%	34.66%	25%	60%
0.425	N° 40	181.9	239.8	9.10%	7.99%	75.59%	72.19%	24.41%	27.81%	26.11%		
0.297	N° 50	117.3	168.7	5.87%	5.62%	81.45%	77.81%	18.55%	22.19%	20.37%	10%	30%
0.250	N° 60	16.25	136.6	0.81%	4.55%	82.27%	82.36%	17.73%	17.64%	17.69%		
0.177	N° 80	67.4	118.9	3.37%	3.96%	85.64%	86.33%	14.36%	13.67%	14.02%		
0.150	N° 100	119.3	183.2	5.97%	6.11%	91.60%	92.43%	8.40%	7.57%	7.98%	2%	10%
0.075	N° 200	134.55	176.6	6.73%	5.89%	98.33%	98.32%	1.67%	1.68%	1.68%	0%	5%
	FONDO	33.4	50.4									

Según ASTM C33

2.3 < MF < 3.1

Módulo de Finura

3.42



JEFE DE LABORATORIO



Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO	
PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"	
BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE	
UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA	

MTC E 205 - GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS

GRAVEDAD ESPECIFICA							
MATERIAL	DESCRIPCION	F	P	W	Pe _m	Pe _{sss}	Pe _a
AGREGADO FINO	ARENA GRUESA ZARANDEADA	646.10 g	497.60 g	961.40 g	2.694 g/cm ³	2.707 g/cm ³	2.730 g/cm ³
	AGREGADO GRUESO RETRITURADO	669.90 g	496.40 g	990.50 g	2.767 g/cm ³	2.787 g/cm ³	2.824 g/cm ³

F = PESO DE LA FIOLA LLENA DE AGUA A LA MARCA DE CALIBRACIÓN
 P = PESO DE LA MUESTRA SECADA EN HORNO
 W = PESO DE LA FIOLA CON LA MUESTRA Y AGUA
 Pe_{sss} = PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO CON SUPERFICIE SECA
 Pe_m = PESO ESPECIFICO DE LA MASA
 Pe_a = PESO ESPECIFICO APARENTE

ABSORCION		
MATERIAL	DESCRIPCION	Ab
AGREGADO FINO	ARENA GRUESA ZARANDEADA	0.48%
	AGREGADO GRUESO RETRITURADO	0.73%

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO	
	PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"
	BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE
	UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA

MTC E 206 - PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS

PESO ESPECIFICO							
MATERIAL	DESCRIPCION	PC	Ps	P	Pe _m	Pe _{sss}	Pe _a
AGREGADO GRUESO	PIEDRA CHANCADA	1365.80 g	2219.50 g	2207.90 g	2.586 g/cm ³	2.600 g/cm ³	2.622 g/cm ³

PC = PESO DE PIEDRA + CESTA (SUMERGIDA)

Ps = PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN EL AIRE

Pe_{sss} = PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO CON SUPERFICIE SECA

P = PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO

Pe_m = PESO ESPECIFICO DE LA MASA

Pe_a = PESO ESPECIFICO APARENTE

ABSORCION				
MATERIAL	DESCRIPCION	Ps	P	Ab
AGREGADO GRUESO	PIEDRA CHANCADA	2219.50 m ³	2207.90 m ³	0.53%

Ps = PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN EL AIRE

P = PESO DE LA MUESTRA SECADA EN HORNO

Ab = PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

JEFE DE LABORATORIO



Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO	
PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"	
BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE	
UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA	

MTC E 207 - ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 MM (1 ½")

GRADACIÓN	B
-----------	---

ESFERAS	11
---------	----

PESO DE MUESTRA PASANTE 3/4" RETENIDO 1/2"	2500.10
PESO DE MUESTRA PASANTE 1/2" RETENIDO 3/8"	2500.00
PESO DE MUESTRA TOTAL	5000.10
PESO RETENIDO TAMIZ N° 12	4478.60
PESO PASANTE TAMIZ N° 12	521.50

% DESGASTE	10.43%
------------	--------

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO	
	PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"
	BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE
	UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA

MTC E 210 - METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO DE LA MUESTRA	PESO UNA CARA FRACTURADA	PESO DOS CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE DE UNA CARA FRACTURADA	PORCENTAJE DOS CARAS FRACTURADAS	GRANULOMETRIA	PORCENTAJE CORREGIDO	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	gr	gr	gr	%	%	%	DE UNA CARA FRACTURADA	DOS CARAS FRACTURADAS
1 1/2"	1"							97.5%	70.8%
1"	3/4"								
3/4"	1/2"	1205	1150	1021	95.44%	84.73%	7.95%		
1/2"	3/8"	301	295	203	98.01%	67.44%	32.77%		

JEFE DE LABORATORIO



Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO	
PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"	
BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE	
UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA	

MTC E 215 - METODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

MATERIAL	DESCRIPCION	PESO DE TARA	PESO DE MUESTRA HUMEDA	PESO DE MUESTRA SECA	CONTENIDO DE HUMEDAD
AGREGADO GRUESO	PIEDRA CHANCADA	500.40	2734.60	2728.20	0.29%
AGREGADO FINO	ARENA GRUESA ZARANDEADA	493.10	2760.30	2749.90	0.46%
	AGREGADO GRUESO RETRITURADO	354.80	2588.70	2576.10	0.57%

JEFE DE LABORATORIO



Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO		
	PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"	
	BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE	
	UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA	

MTC E 223 - PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO MUESTRA	CHATAS Y ALARGADAS (5:1)			
			PESO	%	% GRANUMOLETRIA	% CORREGIDO
25.400	1"					
19.000	3/4"					
12.700	1/2"	903.4	25.4	2.81%	7.95%	0.22%
9.510	3/8"	503.6	31.6	6.27%	32.77%	2.06%
6.350	1/4"	430.2	32.4	7.53%	29.45%	2.22%
4.750	N° 04	163.2	15.6	9.56%	27.72%	2.65%

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) 7.30%

JEFE DE LABORATORIO
 
Ms. Julio Cesar Rivasplata

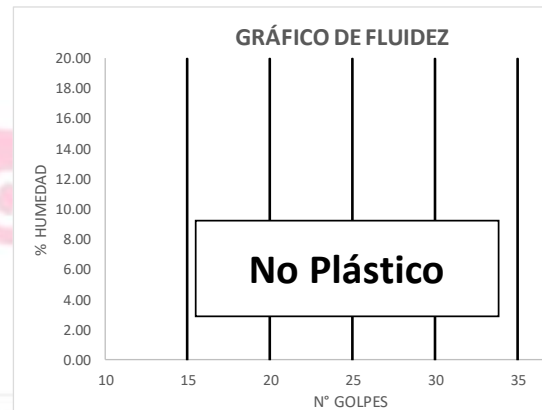
	INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"		
BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE		
UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA		

MTC E 111 - DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLASTICO (L.P) DE LOS SUELOS E INDICE DEPLASTICO (I.P.)

LIMITE LÍQUIDO - ARENA ZARANDEADA			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Líquido	Limite Líquido	Índice de Plasticidad
LL: NP	LL: NP	LL: NP

LIMITE PLÁSTICO - ARENA ZARANDEADA			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			



JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata

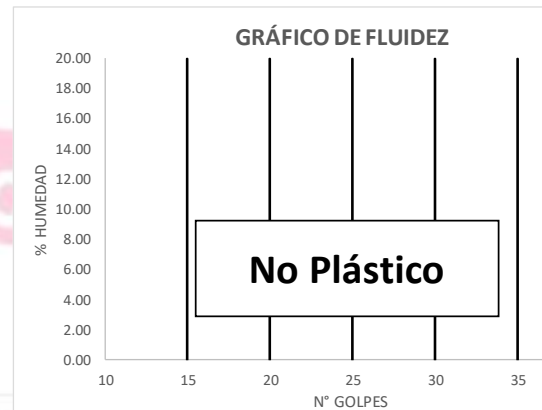
	INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"		
BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE		
UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA		

MTC E 111 - DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLASTICO (L.P) DE LOS SUELOS E INDICE DEPLASTICO (I.P.)

LIMITE LÍQUIDO - PIEDRA RETRITURADA			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Líquido	Limite Líquido	Índice de Plasticidad
LL: NP	LL: NP	LL: NP

LIMITE PLÁSTICO - PIEDRA RETRITURADA			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			



JEFE DE LABORATORIO



Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO	
PROYECTO : BACHILLERES : UBICACIÓN :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA" RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE CANTERA SANTA CECILIA	

MTC E 114 - METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO

ARENA ZARANDEADA			
DETERMINACIÓN N°	1	2	3
SATURACIÓN INICIAL	10:44	10:46	10:47
SATURACION FINAL	10:54	10:56	10:57
PRUEBA DE ENSAYO INICIAL	10:55	10:57	11:00
PRUEBA DE ENSAYO FINAL	11:15	11:17	11:20
LECTURA - ARCILLA RETENIDA (pulg.)	5.1	4.6	4.9
LECTURA - ARENA RETENIDA (pulg.)	3.4	3.2	3.2
EQUIVALENTE DE ARENA	67%	70%	66%
EQUIVALNTE DE ARENA PROMEDIO	67.7%		

SE (arena zarandeada) = 68%

JEFE DE LABORATORIO

_____ Ms. Julio Cesar Rivasplata

	INFORME DE ENSAYO	
PROYECTO :	"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA"	
BACHILLERES :	RODRIGUEZ VASQUEZ ELIAN RUBEN / VINCHALES SALAZAR JOSIAH GEORGE	
UBICACIÓN :	CANTERA SANTA CECILIA	

MTC E 114 - METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO

ARENA TRITURADA			
DETERMINACIÓ N°	1	2	3
SATURACIÓN INICIAL	11:55	12:00	12:04
SATURACION FINAL	12:05	12:10	12:14
PRUEBA DE ENSAYO INICIAL	12:08	12:12	12:17
PRUEBA DE ENSAYO FINAL	12:28	12:32	12:37
LECTURA - ARCILLA RETENIDA (pulg.)	5.3	5.7	5.6
LECTURA - ARENA RETENIDA (pulg.)	4	4.1	3.9
EQUIVALENTE DE ARENA	76%	72%	70%
EQUIVALNTE DE ARENA PROMEDIO	72.7%		

SE (arena triturada) =	73%
-------------------------------	------------

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata

ANEXO 4. RESULTADOS DE ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABOBORATORIO DE KAE INGENIERIA

ANEXO 4.1. ENSAYOS AL AGREGADO GRUESO



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N°:	CC-EPFM-FT-02
SOLICITA :	ELIAN RODRIGUEZ V. - JOSIAH VINCHALES S.	CANTERA :	Santa Cecilia
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	PAGINA N°:	1 de 2
		FECHA:	25/11/2024

ENSAYO DE INDICE DE FORMA Y DE TEXTURA DE AGREGADOS (ASTM D-3398, MTC E208)

Peso Inicial Seco (gr)	2866.90	AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M			
Peso Lavado y Seco (gr)	2866.80				
ABERTURA (mm)	TAMIZ	RETENIDO MATERIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL %	RETENIDO ACUMULADO %	% PASA
19.00	3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
12.50	1/2"	713.5	24.9	24.9	75.1
9.50	3/8"	838.3	29.2	54.1	45.9
4.75	N° 4	1288.7	45.0	99.1	0.9
2.36	N° 8	17.3	0.6	99.7	0.3
1.18	N° 16	9.0	0.3	100.0	0.0
0.60	N° 30	0.0	0.0	100.0	0.0
0.30	N° 50	0.0	0.0	100.0	0.0
0.15	N° 100	0.0	0.0	100.0	0.0
		TOTAL	100.0		

S: Peso específico aparente seco, de la fracción del tamaño de agregado.

V: Volumen del molde, mL (cm³)

W10: Peso neto promedio del agregado en el molde compactado con 10 golpes por capa, gr.

W50: Peso neto promedio del agregado en el molde compactado con 50 golpes por capa, gr.

V10: Vacíos en el agregado compactado con 10 golpes por capa, %.

V50: Vacíos en el agregado compactado con 50 golpes por capa, %.

Tamiz	S	V	W10	W50	V10	V50
1/2"	2.82	3425.748	4325.0	9458.0	55.155	1.931
3/8"	2.84	3425.748	4352.0	9524.0	55.268	2.108
N° 4	2.80	3425.748	4315.0	9587.0	55.085	0.208

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N°:	CC-EPFM-FT-01
SOLICITA :	ELIAN RODRIGUEZ V. - JOSIAH VINCHALES S.	CANTERA :	Santa Cecilia
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	PAGINA N°:	2 de 2
		FECHA:	25/11/2024

ENSAYO DE INDICE DE FORMA Y DE TEXTURA DE AGREGADOS

(ASTM D-3398, MTC E208)

Ia: Índice de Partículas

Abertura (mm)	Tamiz	Gradación del Agregado %	Ia	Ponderación
12.50	1/2"	24.888	36.460	9.074
9.50	3/8"	29.241	36.558	10.690
4.75	N° 4	44.951	36.804	16.544
	Total	99.997		36.308

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lazaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N°:	CC-EPF-DUR-01
SOLICITA	: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	25/11/2024

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO
(ASTM C-88, MTC E209, NTP 400.016)

Información de Muestra y Ensayo

Material	: Agregado Grueso	Clase de Solución	: Sulfato de Magnesio	Ciclos	: 5
Cantera	: Santa Cecilia	Inmersión de Muestra	: 16 a 18 horas por ciclos		

AGREGADO GRUESO - ANALISIS CUANTITATIVO

N°	Tamaño	%	Peso Requerido gr	Peso Inicial gr	Peso Final gr	Perdida de Peso gr	Perdida de Peso %	Gradación Original %	Perdida Corregida %
1	2 1/2" a 1 1/2"		5000 ± 300						
	2 1/2" a 2"	60	3000 ± 300						
	2" a 1 1/2"	40	2000 ± 200						
2	1 1/2" a 3/4"		1500 ± 50						
	1 1/2" a 1"	67	1000 ± 50						
	1" a 3/4"	33	500 ± 30						
3	3/4" a 3/8"		1000 ± 10						
	3/4" a 1/2"	67	670 ± 10	669.2	665.1	4.1	0.61	56.9	0.349
	1/2" a 3/8"	33	330 ± 5	328.6	324.5	4.1	1.25	34.9	0.435
4	3/8" a N°4		300 ± 5	302.4	289.9	12.5	4.13	3.5	0.146

TOTAL DE DESGASTE **0.93%**

OBSERVACIONES:

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN	REGISTRO N°:	CC-EPF-TER-01
	CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN	PÁGINA N°:	01 de 01
	CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA :	25/11/2024

ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES (FRIABLES) EN AGREGADOS
(MTC E212 - ASTM C-142)

Información del Ensayo

Cantera : Santa Cecilia

Material : Piedra Chancada

Periodo de inmersión : 24 ± 4 horas

Agregado Grueso

Tamiz a emplear		Min. Requerido	Tamiz para remover residuos	Gradación original	Peso inicial	Peso final	Perdidas		Terrones y partículas friables corregidas
		(g)			(g)	(g)	(%)	(%)	
2"	1 1/2"	5000	N° 4	-	-	-	-	-	0.05
1 1/2"	3/4"	3000	N° 4	-	-	-	-	-	0.05
3/4"	3/8"	2000	N° 4	66.7	2000.2	1998.6	1.6	0.08	0.05
3/8"	N° 4	1000	N° 8	33.3	1000.3	998.6	1.7	0.17	0.06
				100.0					0.05



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°:	CC-EPF-IDU-01
	ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°:	01 de 01
	GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA	: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA:	25/11/2024

FORMATOS DE ENSAYO DE INDICE DE DURABILIDAD

MTC E 214

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : Santa Cecilia

Material : Piedra Chancada

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Muestra N°	1	2	3
2	Hora de entrada a saturación	11:35	11:37	11:39
3	Hora de salida de saturación (mas 10")	11:45	11:47	11:49
4	Hora de entrada a decantación	11:47	11:49	11:51
5	Hora de salida de decantación (mas 20")	12:07	12:09	12:11
6	Altura máxima de material fino	4.60	4.80	4.70
7	Altura máxima de la arena	3.00	3.20	3.10
8	Índice de Durabilidad (%)	66.0	67.0	66.0
9	Promedio (%)	66.3		

Observación :

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 215087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPP-CAA-01
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 DE 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE LOS COMPUESTOS DE AZUFRE EN LOS AGREGADOS

MTC E 218 - INV-E-233

Información de Muestra

Cantera : Santa Cecilia Temp. Secado : 60 °C Agregado: Grueso
Muestra : 60 gr Secado : 24 hrs.

Determinación del contenido de los compuestos de azufre totales

P1: Peso del Sulfato de Bario	10.00	gr.
Pm Ba SO ₄ : Peso molecular del BaSO ₄	233.40	gr.
Pm SO ₄ : Peso molecular del SO ₄	96.06	gr.
m1: Peso de la muestra seca	27.00	gr.
	5	
% SO ₄ : Contenido total de compuestos de azufre extraíble por disgregación alcalina oxidante	0.41	%

Determinación del contenido de los compuestos de azufre en estado de sulfatos

P2: Peso del Sulfato de Bario	10.00	gr.
Pm Ba SO ₄ : Peso molecular del BaSO ₄	233.40	gr.
Pm SO ₄ : Peso molecular del SO ₄	96.06	gr.
m2: Peso de la muestra seca	27.50	gr.
% SO ₄ : Contenido total de compuestos de azufre en estado de SO ₄ extraíble por disgregación alcalina en ausencia de oxidantes	0.48	%

Determinación del contenido de sulfuros totales

Pa S: Peso atómico del S	32.06	gr.
Contenido de Sulfuros Totales	0.09	%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-CAA-02
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 DE 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE LOS COMPUESTOS DE AZUFRE EN LOS AGREGADOS

MTC E 218 - INV-E-233

Información de Muestra

Cantera : Santa Cecilia Temp. Secado : 60 °C Agregado: Fino
Muestra : 60 gr Secado : 24 hrs.

Determinación del contenido de los compuestos de azufre totales

P1: Peso del Sulfato de Bario	10.00	gr.
Pm Ba SO ₄ : Peso molecular del BaSO ₄	233.40	gr.
Pm SO ₄ : Peso molecular del SO ₄	96.06	gr.
m1: Peso de la muestra seca	26.90	gr.
% SO ₄ : Contenido total de compuestos de azufre extraíble por disgregación alcalina oxidante	0.40	%

Determinación del contenido de los compuestos de azufre en estado de sulfatos

P2: Peso del Sulfato de Bario	10.00	gr.
Pm Ba SO ₄ : Peso molecular del BaSO ₄	233.40	gr.
Pm SO ₄ : Peso molecular del SO ₄	96.06	gr.
m2: Peso de la muestra seca	27.20	gr.
% SO ₄ : Contenido total de compuestos de azufre en estado de SO ₄ extraíble por disgregación alcalina en ausencia de oxidantes	0.44	%

Determinación del contenido de sulfuros totales

Pa S: Peso atómico del S	32.06	gr.
Contenido de Sulfuros Totales	0.06	%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

ANÁLISIS QUÍMICO

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO
ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL
AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA

SOLICITADO : ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR

UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash

FECHA : 25/11/2024

CANTERA: SANTA CECILIA

MATERIAL: Piedra Chancada

Muestra	Piedra Chancada	Norma
Sales Solubles Totales	0.46 %	N.T.P. 339.152.2002
Partículas Livianas	0.34 %	N.T.P. 400.023

Observación:

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



ANEXO 4.2. ENSAYOS AL AGREGADO FINO – ARENA ZARANDEADA



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	<u>EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE</u>	REGISTRO N°:	<u>CC-EPFM-FT-01</u>
	<u>MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA</u>		
	<u>CECILIA</u>		
SOLICITA :	<u>ELIAN RODRIGUEZ V. - JOSIAH VINCHALES S.</u>	CANTERA :	<u>Santa Cecilia</u>
UBICACIÓN :	<u>Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash</u>	PAGINA N°:	<u>1 de 2</u>
		FECHA:	<u>25/11/2024</u>

ENSAYO DE INDICE DE FORMA Y DE TEXTURA DE AGREGADOS (ASTM D-3398, MTC E208)

Peso Inicial Seco (gr)	500.00	AGREGADO FINO ASTM C33/C33M			
Peso Lavado y Seco (gr)	373.60				
ABERTURA (mm)	TAMIZ	RETENIDO MATERIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL %	RETENIDO ACUMULADO %	% PASA
19.00	3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
12.50	1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
9.50	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
4.75	N° 4	10.7	2.1	2.1	97.9
2.36	N° 8	37.5	7.5	9.6	90.4
1.18	N° 16	74.2	14.8	24.5	75.5
0.60	N° 30	100.4	20.1	44.6	55.4
0.30	N° 50	85.9	17.2	61.7	38.3
0.15	N° 100	64.9	13.0	74.7	25.3
		TOTAL	74.7		

S: Peso específico aparente seco, de la fracción del tamaño de agregado.

V: Volumen del molde, mL (cm³)

W10: Peso neto promedio del agregado en el molde compactado con 10 golpes por capa, gr.

W50: Peso neto promedio del agregado en el molde compactado con 50 golpes por capa, gr.

V10: Vacíos en el agregado compactado con 10 golpes por capa, %.

V50: Vacíos en el agregado compactado con 50 golpes por capa, %.

Tamiz	S	V	W10	W50	V10	V50
N° 16	2.6	3425.748	5482.0	8512.0	38.129	3.932
N° 30	2.6	3425.748	5471.0	8613.0	38.522	3.215
N° 50	2.6	3425.748	5445.0	8725.0	38.787	1.913
N° 100	2.6	3425.748	5489.0	9582.0	37.807	-8.568

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087



Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		REGISTRO N°: CC-EPFM-FT-01
SOLICITA : ELIAN RODRIGUEZ V. - JOSIAH VINCHALES S.	CANTERA : Santa Cecilia	PAGINA N°: 2 de 2
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		FECHA: 25/11/2024

ENSAYO DE INDICE DE FORMA Y DE TEXTURA DE AGREGADOS (ASTM D-3398, MTC E208)

Ia: Índice de Partículas

Abertura (mm)	Tamiz	Gradación del Agregado %	Ia	Ponderación
1.18	N° 16	14.8	14.678	2.178
0.60	N° 30	20.1	15.349	3.082
0.30	N° 50	17.2	16.006	2.750
0.15	N° 100	13.0	17.401	2.259
Total		74.7		11.971

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N°:	CC-EPF-DUR-01
SOLICITA	: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	15/11/2024

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO (ASTM C-88, MTC E209, NTP 400.016)

Información de Muestra y Ensayo

Material	: Arena Zarandeada	Clase de Solución	: Sulfato de Magnesio	Ciclos	: 5
Cantera	: Santa Cecilia	Inmersión de Muestra	: 16 a 18 horas por ciclos		

AGREGADO FINO - ANALISIS CUANTITATIVO

Tamaño	Peso Requerido gr	Peso Inicial gr	Peso Final gr	Perdida de Peso gr	Perdida de Peso %	Gradación Original %	Perdida Corregida %
3/8 a N°4	100	100.0	98.5	1.5	1.50	5.7	0.086
N°4 a N°8	100	100.0	98.2	1.8	1.80	41.5	0.748
N°8 a N°16	100	100.0	97.9	2.1	2.10	14.7	0.309
N°16 a N°30	100	100.0	98.4	1.6	1.60	17.0	0.272
N°30 a N°50	100	100.0	97.1	2.9	2.90	5.6	0.164
N°50 a N°100			-			4.8	-
Pasan N°100			-			10.7	-

TOTAL DE DESGASTE 1.58%

OBSERVACIONES:

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lazaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN	REGISTRO N°:	CC-EPP-TER-01
	CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN	PÁGINA N°:	01 de 01
	CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA :	25/11/2024

ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES (FRIABLES) EN AGREGADOS
(MTC E212 - ASTM C-142)

Información del Ensayo

Cantera : Santa Cecilia

Material : Arena Zarandeada

Periodo de inmersión : 24 ± 4 horas

Agregado Fino

Tamiz a emplear		Mín. Requerido (g)	Tamiz para remover residuos	Gradación original	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Perdidas (g) (%)		Terrones y partículas friables corregidas (%)
N°4	N° 16	25	N° 20	-	100.00	99.31	0.69	0.69	0.69
									0.69

OBSERVACIONES:

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°:	CC-EPF-IND-01
	ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°:	01 de 01
	GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA	: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA:	25/11/2024

FORMATOS DE ENSAYO DE INDICE DE DURABILIDAD

MTC E 214

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : Santa Cecilia

Material : Arena Zarandeada

ITEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.75	4.75	4.75
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de entrada a saturación	13:20	13:22	13:24
4	Hora de salida de saturación (mas 10")	13:30	13:32	13:34
5	Hora de entrada a decantación	13:32	13:34	13:36
6	Hora de salida de decantación (mas 20")	13:52	13:54	13:56
7	Altura máxima de material fino	4.50	4.70	4.60
8	Altura máxima de la arena	2.90	3.10	3.00
9	Indice de Durabilidad (%)	65.0	66.0	66.0
10	Promedio (%)		65.7	

OBSERVACIÓN:

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Vicente Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO: EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE
MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA
CECILIA
SOLICITA: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR
UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash

REGISTRO N°: CC-EPF-AGM-01
PÁGINA N°: 01 DE 01
FECHA: 25/11/2024

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL RELLENO MINERAL
(ASTM D546, MTC E216, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra
Agregado: Fino	Peso Inicial Seco (gr) = 500.00
Cantera:	

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL %	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
0.600	N° 30	33.00	6.6	6.6	93.40
0.300	N° 50	58.00	11.6	18.2	81.80
0.075	N° 200	30.00	6.0	24.2	75.80



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216067





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

ANÁLISIS QUÍMICO

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO
ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL
AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA

SOLICITADO : ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR

UBICACIÓN : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash

FECHA : 25/11/2024

CANTERA: Santa Cecilia

MATERIAL: Arena Zarandeada

Muestra	Piedra Chancada	Norma
Sales Solubles Totales	0.47 %	N.T.P. 339.152.2002
Partículas Livianas	0.38 %	N.T.P. 400.023

Observación:

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216067





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-ALB-01
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 DE 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL - WEBER)

MTC E 220 - NLT-355

Información de Muestra

Cantera : Santa Cecilia
Temp. Agua : $145 \pm 5^\circ\text{C}$
Agregado: Fino
Muestra : 200 gr.
Secado 1 hr.

Tabla 3
Índice de Riedel Weber

Solución de Ensayo	Índice de adhesividad Riedel - Weber
Desplazamiento total con: Agua destilada	0
Carbonato sódico.	
M/256	1
M/128	2
M/64	3
M/32	4
M/16	5
M/8	6
M/4	7
M/2	8
M/1	9
Si no hay desplazamiento total con la solución M/1	10

El índice de adhesividad Riedel - Weber de la mezcla es 5

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.

Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN	REGISTRO N°:	CC-EPF-ANG-01
	CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN	PÁGINA N°:	01 de 01
	CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA:	25/11/2024

ANGULARIDAD
(M.T.C. E 205)

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : Santa Cecilia

Material : Arena Zarandeada

ENSAYO	N°	1	2	3	ANGULARIDAD
Peso del Agregado Fino + Molde	gr.	5635	5675	5652	FÓRMULA: $\frac{W}{V \cdot G_{sb}} \times 100$
Peso del Molde	gr.	4169	4169	4169	
Peso del Agregado Fino	(w)	1466	1506	1483	
Volumen del Cilindro	(v)	940	940	940	
Gravedad Específica de Agregado Fino	G _{sb}	2.703	2.703	2.703	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	42.3	40.7	41.6	Mín.30
PROMEDIO	%		41.6		

OBSERVACIONES:

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPP-VAM-01
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 DE 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

**ENSAYO DE VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTES
MINERALES**
AASHTO TP 57

Información de Muestra

Cantera : Santa Cecilia

Agregado Fino

Muestra : 10 gr (± 0.05 gr)

Vaso volumétrico: 500 cm³

Concentración de la solución de Azul de Metileno
ml de solución de Azul de Metileno requerida en la titulación
Peso del agregado fino pasante el tamiz N° 200

5	mg/ml
11	ml
10	gr.

Valor de Azul de Metileno

5.50	gr
------	----

Valor de Azul de Metileno (mg/g)	Desempeño Anticipado
menor o igual a 6	Excelente
de 7 a 12	Marginalmente aceptable
de 13 a 19	Problemas / Posible falla
mayor o igual a 20	Fallado

El desempeño anticipado es excelente

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.

Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087



ANEXO 4.3. ENSAYOS AL AGREGADO FINO – RESIDUOS DEL AGREGDO GRUESO RETRITURADO



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N°:	CC-EPF-DRM-01
SOLICITA	: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO
(ASTM C-88, MTC E209, NTP 400.016)

Información de Muestra y Ensayo

Material	: Santa Cecilia	Clase de Solución	: Sulfato de Magnesio	Ciclos	: 5
Cantera	: Santa	Inmersión de Muestra	: 16 a 18 horas por ciclos		

AGREGADO FINO - ANALISIS CUANTITATIVO

Tamaño	Peso Requerido gr	Peso Inicial gr	Peso Final gr	Perdida de Peso gr	Perdida de Peso %	Gradación Original %	Perdida Corregida %
3/8 a N°4	100	100.0	99.2	0.8	0.80	0.9	0.007
N°4 a N°8	100	100.0	98.7	1.3	1.30	11.5	0.149
N°8 a N°16	100	100.0	98.3	1.7	1.70	14.1	0.240
N°16 a N°30	100	100.0	97.1	2.9	2.90	36.8	1.067
N°30 a N°50	100	100.0	96.8	3.2	3.20	14.4	0.461
N°50 a N°100			-			10.1	-
Pasan N°100			-			12.2	-

TOTAL DE DESGASTE 1.92%

OBSERVACIONES:

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO	REGISTRO N°:	CC-EPF-TAR-01
	EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO	PÁGINA N°:	01 de 01
	RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		FECHA : 25/11/2024

ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES (FRIABLES) EN AGREGADOS
(MTC E212 - ASTM C-142)

Información del Ensayo

Cantera : Santa Cecilia

Material : Arena Chancada

Periodo de inmersión : 24 ± 4 horas

Agregado Fino

Tamiz a emplear		Mín. Requerido	Tamiz para remover residuos	Gradación original	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Perdidas		Terrones y partículas friables corregidas (%)
		(g)					(g)	(%)	
N°4	N° 16	25	N° 20	-	100.00	99.47	0.53	0.53	0.53
									0.53

OBSERVACIONES:

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°:	CC-EPF-IND-01
	ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°:	01 de 01
	GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA:	25/11/2024

FORMATOS DE ENSAYO DE INDICE DE DURABILIDAD

MTC E 214

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : Santa Cecilia

Material : Arena Chancada

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.75	4.75	4.75
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de entrada a saturación	15:35	15:37	15:39
4	Hora de salida de saturación (mas 10")	15:45	15:47	15:49
5	Hora de entrada a decantación	15:47	15:49	15:51
6	Hora de salida de decantación (mas 20")	16:07	16:09	16:11
7	Altura máxima de material fino	4.60	4.30	4.50
8	Altura máxima de la arena	2.80	3.00	2.70
9	Indice de Durabilidad (%)	61.0	70.0	60.0
10	Promedio (%)		63.7	

OBSERVACIONES:

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-RAA-01
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	1 DE 1
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE DETERMINACION DE LA REACTIVIDAD AGREGADO / ALCALI (METODO QUIMICO)
MTC E217 - ASTM C289-94

Información de Muestra

Cantera : Santa Cecilia

Temp. Agua : 80 °C

Muestra : 25 gr

Cálculo de Silice por el Método Gravimétrico

Gramos de SiO₂ fundido en 100 mL de la solución diluida

10.00

gr.

Gramos de SiO₂ fundido de la solución en blanco

10.00

gr.

Concentración de SiO₂ en milimoles por litro en el filtrado original

0.33

milimoles/lit

Cálculo para determinar reducción de alcalinidad

Normalidad del HCl usado para la titulación

5.00

Mililitros de solución diluida

20.00

ml

Mililitros de HCl usado para obtener el punto final
de la fenoltaleína en la muestra por ensayar

5.00

ml

Mililitros de HCl usado para obtener el punto final
de la fenoltaleína del ensayo en blanco

5.00

ml

Reducción en alcalinidad, milimoles por litro

0.10

milimoles/lit

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

ANÁLISIS QUÍMICO

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO
ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL
AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA

SOLICITADO : ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR

UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash

FECHA : 25/11/2024

CANTERA: SANTA CECILIA

MATERIAL: Arena Chancada

Muestra	Piedra Chancada	Norma
Sales Solubles Totales	0.44 %	N.T.P. 339.152.2002
Partículas Livianas	0.35 %	N.T.P. 400.023

Observación:

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO	REGISTRO N°:	CC-EPF-RW-01
	EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO	PÁGINA N°:	01 de 01
	EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA	: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA:	25/11/2024

ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES RITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS

(PROCEDIMIENTO RIEDEL - WEBER)

MTC E 220 - 2000

REFERENCIA DE LAS MUESTRAS

Agregados:

Arena Zarandeada

Arena Chancada

Ligante Bituminoso

Tipo de Asfalto

PEN 60 - 70

Aditivo

Sin Aditivo

DENOMINACIÓN			DESPRENDIMIENTO ARIDO - ASFALTO	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
AGUA DESTILADA		0	NULO	PARCIAL: 6 TOTAL: 10	Min 4 = Cumple
Concentración de carbonato de sodio	M/256	1	NULO		
	M/128	2	NULO		
	M/64	3	NULO		
	M/32	4	NULO		
	M/16	5	NULO		
	M/8	6	NULO		
	M/4	7	PARCIAL		
	M/2	8	PARCIAL		
	M/1	9	PARCIAL		

OBSERVACIONES:

Cumple con lo mínimo especificado en los requerimientos técnicos.

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	REGISTRO N°:	CC-EPF-ANG-01
	MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		FECHA: 25/11/2024

ANGULARIDAD

(M.T.C. E 205)

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : Santa Cecilia

Material : Arena Chancada

ENSAYO	N°	1	2	3	ANGULARIDAD
Peso del Agregado Fino + Molde	gr.	5653	5661	5671	FÓRMULA: $\frac{W}{V} \times 100$ Gsb
Peso del Molde	gr.	4169	4169	4169	
Peso del Agregado Fino	(w)	1484	1492	1502	
Volumen del Cilindro	(v)	940	940	940	
Gravedad Específica de Agregado Fino	G _{sb}	2.817	2.817	2.817	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	44.0	43.7	43.3	Mín.30
PROMEDIO	%		43.6		

OBSERVACIONES:

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



ANEXO 4.4. DISEÑO MARSHALL



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE CON PEN 60/70

TESIS:

**“EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-
MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN
CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL
AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN
CANTERA SANTA CECILIA”**

SOLICITA

**ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ
JOSHIAH VINCHALES SALAZAR**

**NOVIEMBRE 2024,
CHIMBOTE**

SANTA – ANCASH



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSO

AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

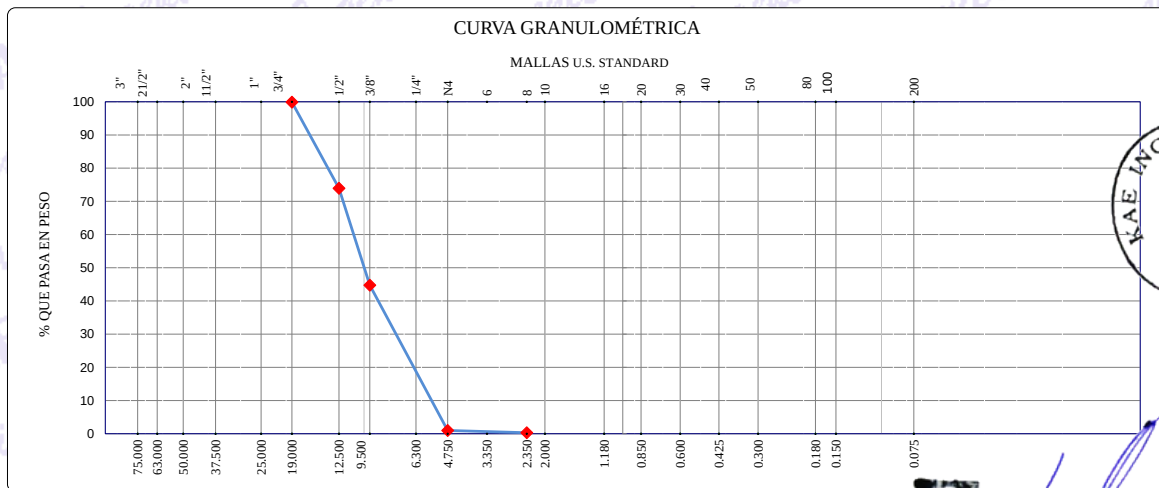
Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN	REGISTRO N°:	CC-EPF-GRA-01
	CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN	PÁGINA N°:	01 de 01
	CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA	: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA:	25/11/2024

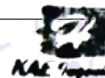
ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

(ASTM C-33, MTC E204, NTP-400-012)

	M-01	M-02	AGREGADO GRUESO - CANTERA SANTA CECILIA							
Peso Inicial Seco (gr)	2866.90	3200.20								
Peso Lavado y Seco (gr)	2857.80	3191.50								
ABERTURA (mm)	TAMIZ	CONTENIDO GRUESO M-1 (gr)	CONTENIDO GRUESO M-2 (gr)	RETENIDO PARCIAL M-1 (%)	RETENIDO PARCIAL M-2 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-1 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-2 (%)	% PASA M-1	% PASA M-2	% PASA (Promedio)
75.00	3"									
63.00	2 1/2"									
50.00	2"									
37.50	1 1/2"									
25.00	1"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
19.00	3/4"	0.0	10.1	0.00	0.32	0.00	0.32	100.00	99.79	99.90
12.50	1/2"	713.5	862.3	24.89	26.95	24.89	27.26	75.11	72.74	73.93
9.50	3/8"	838.3	932.4	29.24	29.14	54.13	56.40	45.87	43.60	44.74
6.30	1/4"									
4.75	N°04	1288.7	1362.9	44.95	42.59	99.08	98.98	0.92	1.02	0.97
3.35	N°06									
2.35	N°08	17.3	23.8	0.60	0.74	99.68	99.73	0.32	0.27	0.29
2.00	N°10									
1.18	N°16									
0.85	N°20									
0.60	N°30									
0.43	N°40									
0.30	N°50									
0.18	N°80									
0.15	N°100									
0.08	N°200									
	FONDO	9.1	8.7							



OBSERVACIONES : La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Vicor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSO

AGREGADO FINO - CHANCADO



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215087



KAE Ingeniería

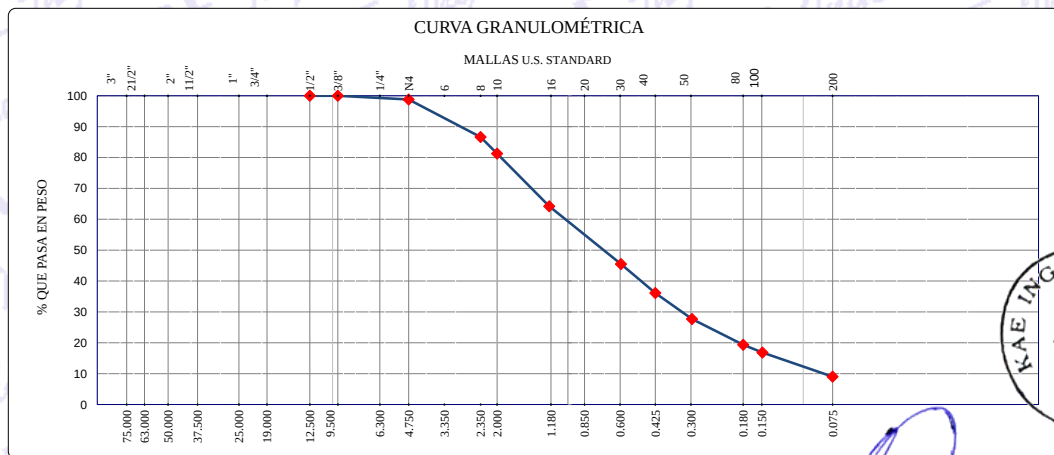
Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN	REGISTRO N°:	CC-EPF-GRA-01
	CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN	PÁGINA N°:	01 de 01
	CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA	: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA:	25/11/2024

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C-33, MTC E204, NTP-400-012)

		M-01	M-02							
Peso Inicial Seco (gr)		500.00	500.00	ARENA CHANCADA - CANTERA SANTA CECILIA						
Peso Lavado y Seco (gr)		450.20	459.60							
ABERTURA (mm)	TAMIZ	CONTENIDO GRUESO M-1 (gr)	CONTENIDO GRUESO M-2 (gr)	RETENIDO PARCIAL M-1 (%)	RETENIDO PARCIAL M-2 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-1 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-2 (%)	% PASA M-1	% PASA M-2	% PASA (Promedio)
75.00	3"									
63.00	2 1/2"									
50.00	2"									
37.50	1 1/2"									
25.00	1"									
19.00	3/4"									
12.50	1/2"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
9.50	3/8"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
6.30	1/4"									
4.75	N°04	5.8	6.3	1.16	1.26	1.16	1.26	98.84	98.74	98.79
3.35	N°06									
2.35	N°08	62.9	58.7	12.58	11.74	13.74	13.00	86.26	87.00	86.63
2.00	N°10	25.3	28.4	5.06	5.68	18.80	18.68	81.20	81.32	81.26
1.20	N°16	83.2	87.2	16.64	17.44	35.44	36.12	64.56	63.88	64.22
0.60	N°30	101.7	85.6	20.34	17.12	55.78	53.24	44.22	46.76	45.49
0.43	N°40	44.9	48.9	8.98	9.78	64.76	63.02	35.24	36.98	36.11
0.30	N°50	37.8	46.3	7.56	9.26	72.32	72.28	27.68	27.72	27.70
0.18	N°80	46.0	37.6	9.20	7.52	81.52	79.80	18.48	20.20	19.34
0.15	N°100	9.9	15.1	1.98	3.02	83.50	82.82	16.50	17.18	16.84
0.075	N°200	32.7	45.5	6.54	9.10	90.04	91.92	9.96	8.08	9.02
	FONDO	49.8	40.4	9.96	8.08	100.00	100.00			



OBSERVACIONES : La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067

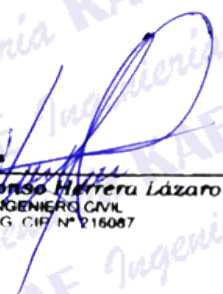


KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

AGREGADO FINO - ZARANDEADO



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

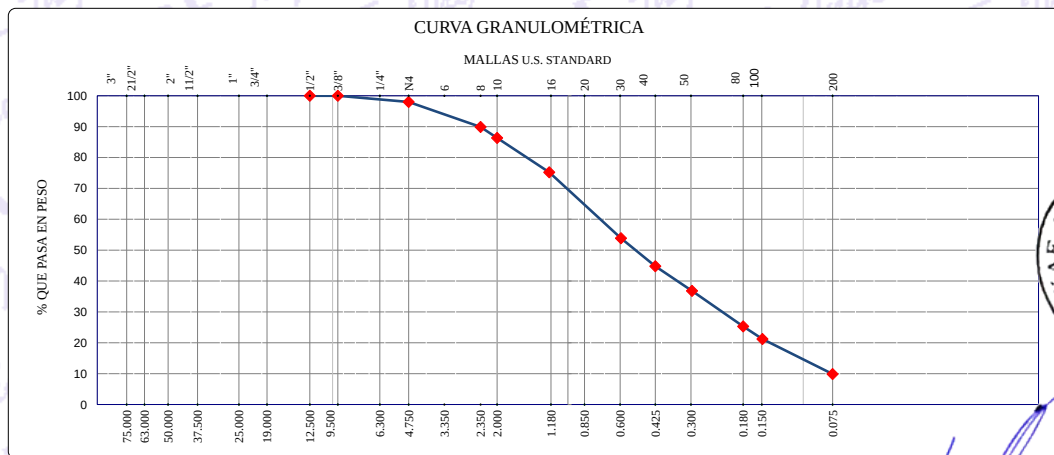
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN	REGISTRO N°:	CC-EPF-GRA-01
	CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN	PÁGINA N°:	01 de 01
	CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA	: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA:	25/11/2024

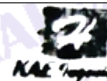
ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

(ASTM C-33, MTC E204, NTP-400-012)

		M-01	M-02	ARENA ZARANDEADA - CANTERA						
Peso Inicial Seco (gr)		500.00	500.00							
Peso Lavado y Seco (gr)		446.70	454.60							
ABERTURA (mm)	TAMIZ	CONTENIDO GRUESO M-1 (gr)	CONTENIDO GRUESO M-2 (gr)	RETENIDO PARCIAL M-1 (%)	RETENIDO PARCIAL M-2 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-1 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-2 (%)	% PASA M-1	% PASA M-2	% PASA (Promedio)
75.00	3"									
63.00	2 1/2"									
50.00	2"									
37.50	1 1/2"									
25.00	1"									
19.00	3/4"									
12.50	1/2"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
9.50	3/8"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
6.30	1/4"									
4.75	N°04	10.7	9.2	2.14	1.84	2.14	1.84	97.86	98.16	98.01
3.35	N°06									
2.35	N°08	37.5	43.6	7.50	8.72	9.64	10.56	90.36	89.44	89.90
2.00	N°10	15.0	20.5	3.00	4.10	12.64	14.66	87.36	85.34	86.35
1.20	N°16	59.2	52.1	11.84	10.42	24.48	25.08	75.52	74.92	75.22
0.60	N°30	100.4	113.2	20.08	22.64	44.56	47.72	55.44	52.28	53.86
0.43	N°40	48.5	42.1	9.70	8.42	54.26	56.14	45.74	43.86	44.80
0.30	N°50	41.2	38.6	8.24	7.72	62.50	63.86	37.50	36.14	36.82
0.18	N°80	54.9	60.3	10.98	12.06	73.48	75.92	26.52	24.08	25.30
0.15	N°100	19.4	21.4	3.88	4.28	77.36	80.20	22.64	19.80	21.22
0.075	N°200	59.9	53.6	11.98	10.72	89.34	90.92	10.66	9.08	9.87
	FONDO	53.3	45.4	10.66	9.08	100.00	100.00			



OBSERVACIONES : La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSO

MEZCLA TEÓRICA EN PORCENTAJE DE LOS AGREGADOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216007



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

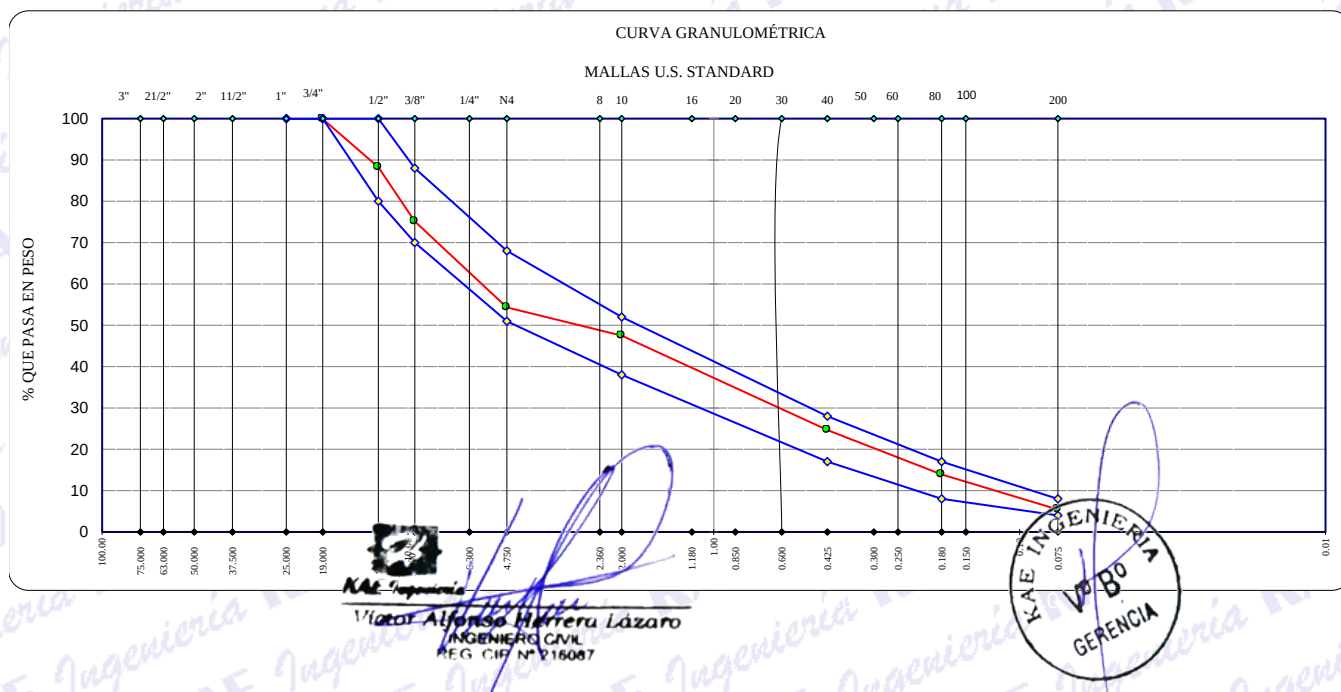
Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO					REGISTRO N°	CC-EPF-DMA-01
	ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO					PÁGINA N°	01 de 01
	GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA						
SOLICITA	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR						
UBICACIÓN	Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash					FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E - 204)

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHALL

Tamiz	Abertura (mm)	Piedra Chancada - Chero	Arena Chancada - Chero	Arena Zarandeada - Chero		Filler	(%)	Especificaciones		Observaciones
								MAC 2		
% Combinaciones		45	55				100			
3"	75.000									
2 1/2"	63.000									
2"	50.000									
1 1/2"	37.500									
1"	25.000	100.00	100.00					100		
3/4"	19.000	99.79	100.00				99.9	100		
1/2"	12.500	73.93	100.00				88.3	80 - 100		
3/8"	9.500	44.74	100.00				75.1	70 - 88		
1/4"	6.300									
No4	4.750	0.97	98.01				54.3	51 - 68		
No8	2.360	0.29	89.90				49.6			
No10	2.000	0.00	86.35				47.5	38 - 52	% Agregados	
No16	1.180		75.22				41.4			
No20	0.850								% Grava: 45.7	
No30	0.600		53.86				29.6		% Arena: 48.9	
No40	0.425		44.80				24.6	17 - 28	% Fino: 5.4	
No50	0.300		36.82				20.3			
No60	0.250								Observaciones	
No80	0.180		25.30				13.9	8 - 17		
No100	0.150		21.22				11.7			
No200	0.075		9.87				5.4	4 - 8		
PASA										





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSO

DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°	CC-EPF-DMA-01
	ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°	01 de 12
	GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN:	Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA	25/11/2024

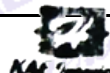
FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO				
Piedra Chancada	45.0%	Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
Arena Chancada	0.0%	1456.9	1453.51	332
Arena Zarandeada	55.0%	1506.4	1502.91	362
		1525.2	1521.68	341
Filler	0.0%			
Σ Suma	100.0%			
C.A. (PEN)	60-70			

N°	Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	4.50	4.50	4.50		
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	42.98	42.98	42.98		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%					
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	52.53	52.53	52.53		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.035	1.035	1.035		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.762	2.762	2.762		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.					
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.721	2.721	2.721		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.40	6.42	6.38		
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1218.2	1192.8	1209.3		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1226.4	1200.3	1217.8		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	737.6	720.1	725.6		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	488.8	480.2	492.2		487.1
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.492	2.484	2.457		2.478
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.624	2.624	2.624		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.550	2.550	2.550		
21	% de Vacíos	%	5.0	5.3	6.4		5.6
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)	gr/cc.	2.739	2.739	2.739		
23	% V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral	%	13.1	13.4	14.3		13.6
24	% vacíos llenados con C.A.	%	61.7	60.1	55.6		59.1
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))	gr/cc.	2.829	2.829	2.829		
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total (100*7)/((25-22)/(25*22)	%	1.20	1.20	1.20		
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	3.30	3.30	3.30		
28	Flujo	cm.	0.33	0.36	0.34		0.35
29	Estabilidad sin corregir		1454	1503	1522		
30	Factor de Estabilidad		1.09	1.14	1.09		
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1584	1713	1659		1652
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	4772	4732	4864		4788
	Número de Golpes por Capa		50	50	50		

OBSERVACIONES:



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°	CC-EPF-DMA-01
ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°	02 de 12
GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 4.50

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1585.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11750.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	13335.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12731.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	604.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.624



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°	CC-EPF-DMA-01
	ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°	03 de 12
	GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN:	Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA	25/11/2024

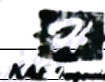
FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

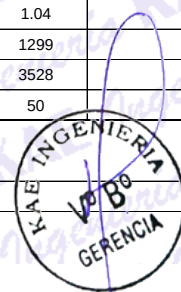
PORCENTAJES DE DISEÑO					
Piedra Chancada	45.0%	Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)	
Arena Chancada		1366.7	1363.48	378	
Arena Zarandeada	55.0%	1325.8	1322.66	375	
		1252.3	1249.30	368	
Filler	0.0%				
Σ Suma	100.0%				
C.A. (PEN)	60-70				

N°	Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00		
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	42.75	42.75	42.75		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%					
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	52.25	52.25	52.25		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.035	1.035	1.035		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.762	2.762	2.762		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.					
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.721	2.721	2.721		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.70	6.71	6.72		
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1238.0	1151.0	1247.9		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1240.1	1152.9	1249.2		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	742.0	690.0	749.0		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	498.1	462.9	500.2		487.1
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.485	2.486	2.495		2.489
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.607	2.607	2.607		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.531	2.531	2.531		
21	% de Vacios	%	4.6	4.6	4.3		4.5
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.739	2.739	2.739		
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	13.8	13.8	13.5		13.7
24	% vacios llenados con C.A.	%	66.3	66.5	68.2		67.0
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.833	2.833	2.833		
26	C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Total	%	1.25	1.25	1.25		
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	3.75	3.75	3.75		
28	Flujo	cm.	0.38	0.38	0.37		0.37
29	Estabilidad sin corregir		1363	1323	1249		
30	Factor de Estabilidad		1.04	1.19	1.04		
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1418	1574	1299		1430
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3751	4195	3528		3826
	Número de Golpes por Capa		50	50	50		

OBSERVACIONES:



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°	CC-EPF-DMA-01
ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°	04 de 12
GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.00

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1590.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11750.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	13340.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12730.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	610.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.607



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°	CC-EPF-DMA-01
	ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°	05 de 12
	GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN:	Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		
		FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

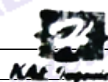
MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	45.0%
Arena Chancada	
Arena Zarandeada	55.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1196.8	1193.90	399
1389.8	1386.54	418
1125.4	1122.64	371

N°	Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50		
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	42.53	42.53	42.53		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%					
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	51.98	51.98	51.98		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.035	1.035	1.035		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.762	2.762	2.762		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.					
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.721	2.721	2.721		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.67	6.66	6.64		
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1247.2	1252.7	1250.7		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1248.2	1253.9	1251.8		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	748.5	751.9	750.7		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	499.7	502.0	501.1		500.9
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.496	2.495	2.496		2.496
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.596	2.596	2.596		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.512	2.512	2.512		
21	% de Vacios	%	3.8	3.9	3.8		3.9
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.739	2.739	2.739		
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	13.9	13.9	13.9		13.9
24	% vacios llenados con C.A.	%	72.3	72.2	72.3		72.3
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.845	2.845	2.845		
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	1.41	1.41	1.41		
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.09	4.09	4.09		
28	Flujo	cm.	0.40	0.42	0.37		0.40
29	Estabilidad sin corregir		1194	1387	1123		
30	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04		
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1242	1442	1168		1284
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3112	3450	3147		3242
	Número de Golpes por Capa		50	50	50		

OBSERVACIONES:



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°	CC-EPF-DMA-01
ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°	06 de 12
GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.50

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1586.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11750.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	13336.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12725.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	611.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.596



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°	CC-EPF-DMA-01
	ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°	07 de 12
	GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN:	Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

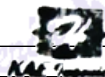
MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	45.0%
Arena Chancada	
Arena Zarandeada	55.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

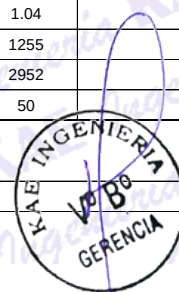
Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1131.8	1129.03	413
1086.8	1084.11	397
1209.2	1206.28	425

N°	Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00		
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	42.30	42.30	42.30		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%					
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	51.70	51.70	51.70		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.035	1.035	1.035		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.762	2.762	2.762		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.					
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.721	2.721	2.721		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.35	6.29	6.37		
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1248.9	1243.9	1245.9		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1250.4	1245.8	1247.1		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	756.4	743.2	746.4		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	494.0	502.6	500.7		499.1
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.528	2.475	2.488		2.497
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.590	2.590	2.590		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.493	2.493	2.493		
21	% de Vacios	%	2.4	4.4	3.9		3.6
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.739	2.739	2.739		
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	13.2	15.1	14.6		14.3
24	% vacios llenados con C.A.	%	82.1	70.6	73.2		75.3
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.864	2.864	2.864		
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	1.65	1.65	1.65		
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.35	4.35	4.35		
28	Flujo	cm.	0.41	0.40	0.43		0.41
29	Estabilidad sin corregir		1129	1084	1206		
30	Factor de Estabilidad		1.09	1.04	1.04		
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1231	1127	1255		1204
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2983	2841	2952		2926
	Número de Golpes por Capa		50	50	50		

OBSERVACIONES:



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°	CC-EPF-DMA-01
ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°	08 de 12
GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.00

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1590.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11750.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	13340.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12726.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	614.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.590



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°	CC-EPF-DMA-01
	ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°	09 de 12
	GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN:	Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

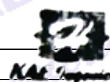
FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

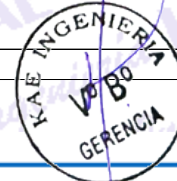
PORCENTAJES DE DISEÑO				
Piedra Chancada	45.0%	Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
Arena Chancada		1048.2	1045.59	387
Arena Zarandeada	55.0%	1149.6	1146.79	423
		1166.7	1163.86	446
Filler	0.0%			
Σ Suma	100.0%			
C.A. (PEN)	60-70			

N°	Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50		
2	%de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	42.08	42.08	42.08		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%					
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	51.43	51.43	51.43		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.035	1.035	1.035		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.762	2.762	2.762		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.					
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.721	2.721	2.721		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.29	6.30	6.32		
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1231.1	1244.4	1253.5		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1232.3	1245.7	1254.6		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	738.7	746.6	752.1		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	493.6	499.1	502.5		498.4
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.494	2.493	2.495		2.494
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.590	2.590	2.590		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.474	2.474	2.474		
21	% de Vacios	%	3.7	3.7	3.7		3.7
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.739	2.739	2.739		
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	14.9	14.9	14.9		14.9
24	% vacios llenados con C.A.	%	75.0	74.9	75.1		75.0
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.892	2.892	2.892		
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	2.00	2.00	2.00		
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.50	4.50	4.50		
28	Flujo	cm.	0.39	0.42	0.45		0.42
29	Estabilidad sin corregir		1046	1147	1164		
30	Factor de Estabilidad		1.09	1.04	1.04		
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1140	1193	1210		1181
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2945	2821	2712		2820
	Número de Golpes por Capa		50	50	50		

OBSERVACIONES:



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°	CC-EPF-DMA-01
ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°	10 de 12
GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.50

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1580.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11750.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	13330.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12720.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	610.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.590



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO

REGISTRO N° CC-EPF-DMA-01

ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO

PÁGINA N° 11 de 12

GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA

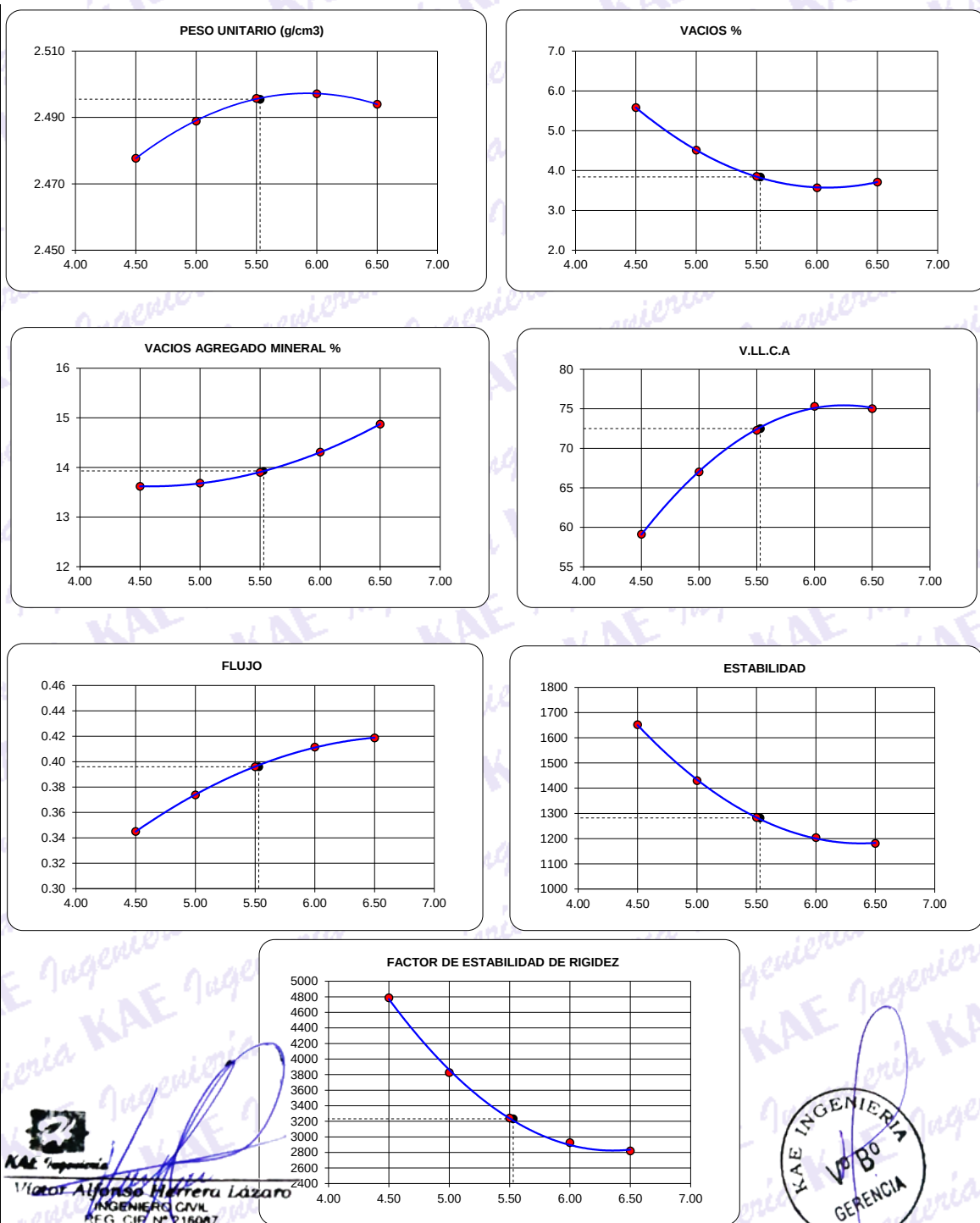
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR

UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash

FECHA 25/11/2024

REPRESENTACION GRÁFICA DEL DISEÑO ASFÁLTICO MÉTODO MARSHALL

AASHTO T 245 / ASTM D 1559





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°	CC-EPP-DMA-01
	ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO	PÁGINA N°	02 de 12
	GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN :	Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

RESUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHALL

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

CUADRO RESUMEN CON PORCENTAJE DE C.A.					
% Cemento Asfáltico en peso	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
Peso específico Probeta (g/cm ³)	2.478	2.489	2.496	2.497	2.494
Vacios (%)	5.6	4.5	3.9	3.6	3.7
Vacios Agregado Mineral (%)	13.62	13.68	13.90	14.31	14.87
Vacios llenados con C. Asfáltico (%)	59.12	67.02	72.29	75.32	75.03
Flujo (cm)	0.35	0.37	0.40	0.41	0.42
Estabilidad (Kg)	1652	1430	1284	1204	1181
Factor de rigidez (Kg/cm)	4788	3826	3242	2926	2820
Estab./Fluencia (Kg/cm)	4788	3826	3242	2926	2820

RESULTADOS Y CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA				
Numero de golpes en cada cara de la probeta	50.00		50.00	
% Cemento Asfáltico en peso	5.53	%	5.53	%
Peso unitario Probeta	2.496	g/cm ³	2.496	g/cm ³
Vacios	3.84	%	3.84	%
Vacios Agregado Mineral	13.93	%	13.93	%
Vacios llenados con C. Asfáltico	72.50	%	72.50	%
Flujo, 0.25 mm	0.40	cm	15.84	mm
Estabilidad	1282	kg	12.56	kN
Factor de rigidez	3232	kg/cm	3232	kg/cm



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

SUSTITUCION DE ARENA CHANCADA EN AREA ARENA ZARANDEADA EL DISEÑO OPTIMO MARSHALL



Vicior Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N°	CC-EPF-COMB-01
SOLICITA	: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N°	01 DE 01
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	45.00%
Arena Chancada (15%)	8.25%
Arena Zarandeada (85%)	46.75%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1380.0	1346.0	356
1360.6	1327.1	351
1451.6	1415.9	379
1440.4	1405.0	371

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.53	5.53	5.53	5.53	
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	42.51	42.51	42.51	42.51	
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	7.79	7.79	7.79	7.79	
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	44.16	44.16	44.16	44.16	
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026	1.026	
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bullk	gr/cc.	2.762	2.762	2.762	2.762	
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bullk	gr/cc.	2.797	2.797	2.797	2.797	
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bullk	gr/cc.	2.721	2.721	2.721	2.721	
11 Peso Especifico Arena Fina -Bullk	gr/cc.					
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.58	6.46	6.45	6.55	
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1247.2	1248.5	1242.5	1244.6	
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1248.2	1249.8	1243.6	1245.6	
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	745.1	747.6	740.3	743.8	
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	503.1	502.2	503.3	501.8	502.6
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.479	2.486	2.469	2.480	2.479
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.581	2.581	2.581	2.581	
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.513	2.513	2.513	2.513	
21 % de Vacios	%	3.9	3.7	4.3	3.9	4.0
22 Peso Especifico Bullk del Agregado Total	gr/cc.	2.745	2.745	2.745	2.745	
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	14.7	14.5	15.1	14.7	14.7
24 % vacios llenados con C.A.	%	73.2	74.6	71.2	73.4	73.1
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.832	2.832	2.832	2.832	
26 C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Total	%	1.14	1.14	1.14	1.14	
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.39	4.39	4.39	4.39	
28 Flujo	cm.	0.36	0.35	0.38	0.37	0.36
29 Estabilidad sin corregir		1346	1327	1416	1405	
30 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	1.04	
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1400	1380	1473	1461	1428
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3932	3932	3881	3938	3921
Número de Golpes por Capa		50	50	50	50	

OBSERVACIONES:



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215087



Pje. Fátima - Mz Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSO

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN	REGISTRO N°	CC-EPF-PETM-01
	CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN	PÁGINA N°	01 DE 01
	CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.53

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1582.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11739.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13321.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12708.0
5.-	Volumen	gr.	613.0
Peso Específico Máximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.581

OBSERVACIONES :



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N°	CC-EPF-COMB-02
SOLICITA	: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N°	01 DE 01
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	45.00%
Arena Chancada (25%)	13.75%
Arena Zarandeada (75%)	41.25%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1403.2	1368.7	448
1411.5	1376.8	458
1403.3	1368.8	442
1422.7	1387.7	461

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.53	5.53	5.53	5.53	
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	42.51	42.51	42.51	42.51	
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	12.99	12.99	12.99	12.99	
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	38.97	38.97	38.97	38.97	
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026	1.026	
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.762	2.762	2.762	2.762	
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.797	2.797	2.797	2.797	
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.721	2.721	2.721	2.721	
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.51	6.62	6.58	6.43	
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1244.3	1248.1	1243.4	1248.1	
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1245.3	1249.0	1244.7	1249.2	
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	747.3	754.6	741.3	752.1	
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	498.0	494.4	503.4	497.1	498.2
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.499	2.524	2.470	2.511	2.501
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.601	2.601	2.601	2.601	
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.516	2.516	2.516	2.516	
21 % de Vacios	%	3.9	2.9	5.0	3.5	3.85
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.750	2.750	2.750	2.750	
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	14.2	13.3	15.1	13.7	14.1
24 % vacios llenados con C.A.	%	72.2	77.8	66.7	74.7	72.9
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.858	2.858	2.858	2.858	
26 C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Total	%	1.41	1.41	1.41	1.41	
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.12	4.12	4.12	4.12	
28 Flujo	cm.	0.45	0.46	0.44	0.46	0.45
29 Estabilidad sin corregir		1369	1377	1369	1388	
30 Factor de Estabilidad		1.04	1.09	1.04	1.04	
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1423	1501	1424	1443	1448
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3179	3277	3221	3131	3202
Número de Golpes por Capa		50	50	50	50	

OBSERVACIONES:



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N°	CC-EPF-PETM-02
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N°	01 DE 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

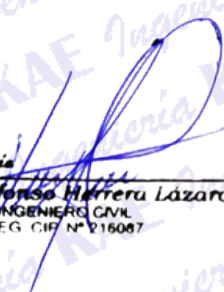
Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.53

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1532.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11685.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13217.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12628.0
5.-	Volumen	gr.	589.0
Peso Específico Máximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.601

OBSERVACIONES :


KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 218067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N°	CC-EPF-COMB-03
SOLICITA	: ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N°	01 DE 01
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

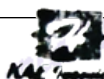
MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	45.00%
Arena Chancada (35%)	19.25%
Arena Zarandeada (65%)	35.75%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1493.1	1456.4	513
1535.3	1497.6	538
1499.2	1462.4	499
1482.8	1446.4	486

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.53	5.53	5.53	5.53	
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	42.51	42.51	42.51	42.51	
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	18.19	18.19	18.19	18.19	
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	33.77	33.77	33.77	33.77	
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026	1.026	
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.762	2.762	2.762	2.762	
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.797	2.797	2.797	2.797	
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.721	2.721	2.721	2.721	
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.25	6.54	6.27	6.36	
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1246.0	1244.0	1250.0	1249.0	
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1247.3	1245.5	1251.4	1250.2	
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	751.0	747.0	755.0	753.0	
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	496.3	498.5	496.4	497.2	497.1
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.511	2.495	2.518	2.512	2.509
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.605	2.605	2.605	2.605	
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.519	2.519	2.519	2.519	
21 % de Vacios	%	3.6	4.2	3.3	3.6	3.68
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)	gr/cc.	2.754	2.754	2.754	2.754	
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	13.9	14.4	13.6	13.8	13.9
24 % vacios llenados con C.A.	%	73.9	70.8	75.5	74.2	73.6
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))	gr/cc.	2.863	2.863	2.863	2.863	
26 C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Total (100*7)/((25-22)/(25*22)	%	1.42	1.42	1.42	1.42	
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.11	4.11	4.11	4.11	
28 Flujo	cm.	0.51	0.54	0.50	0.49	0.51
29 Estabilidad sin corregir		1456	1498	1462	1446	
30 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	1.04	
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1515	1558	1521	1504	1524
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	2953	2895	3048	3095	2995
Número de Golpes por Capa		50	50	50	50	

OBSERVACIONES:



Mtro. Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N°	CC-EPF-PETM-03
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N°	01 DE 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	25/11/2024

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.53

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1546.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11748.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13294.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12700.5
5.-	Volumen	gr.	593.5
Peso Específico Máximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.605

OBSERVACIONES :



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



ANEXO 4.5. ENSAYOS AL CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PVA-06
SOLICITA :	ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 DE 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento - Ancash	FECHA :	27/11/2024

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505 - ASTM 3203

Información de Muestra

Elaboración: Laboratorio

%C.A. 5.53%

Muestra: Sustitución 15% Arena Chancada

Peso Específico Bulk

2.745

gr/cm³

Peso específico teórico máximo

2.581

gr/cm³

Porcentaje de vacíos

4.00

%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PVA-07
SOLICITA :	ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 DE 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento - Ancash	FECHA :	27/11/2024

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505 - ASTM 3203

Información de Muestra

Elaboración: Laboratorio %C.A. 5.53%

Muestra: Sustitución 25% Arena Chancada

Peso Específico Bulk

2.750

gr/cm3

Peso específico teórico máximo

2.601

gr/cm3

Porcentaje de vacíos

3.85

%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.

Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215007





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PVA-08
SOLICITA :	ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 DE 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento - Ancash	FECHA :	27/11/2024

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS MTC E 505 - ASTM 3203

Información de Muestra

Elaboración: Laboratorio

%C.A. 5.53%

Muestra: Sustitución 35% Arena Chancada

Peso Específico Bulk

2.754

gr/cm3

Peso específico teórico máximo

2.605

gr/cm3

Porcentaje de vacíos

3.68

%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PVA-01
SOLICITA :	ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	1 DE 1
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento - Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS MTC E 505 - ASTM 3203

Información de Muestra

Elaboración: Laboratorio

%C.A. 4.50%

Peso Específico Bulk

2.738

gr/cm3

Peso específico teórico máximo

2.624

gr/cm3

Porcentaje de vacíos

5.00

%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PVA-02
SOLICITA :	ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	1 DE 1
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS MTC E 505 - ASTM 3203

Información de Muestra

Elaboración: Laboratorio

%C.A. 5.00%

Peso Específico Bulk

2.607

gr/cm3

Peso específico teórico máximo

2.531

gr/cm3

Porcentaje de vacíos

4.60

%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215007





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PVA-03
SOLICITA :	ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	1 DE 1
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento - Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505 - ASTM 3203

Información de Muestra

Elaboración: Laboratorio

%C.A. 5.50%

Peso Específico Bulk

2.596

gr/cm3

Peso específico teórico máximo

2.512

gr/cm3

Porcentaje de vacíos

3.00

%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.

Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PVA-04
SOLICITA :	ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	1 DE 1
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento : Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505 - ASTM 3203

Información de Muestra

Elaboración: Laboratorio

%C.A. 6.00%

Peso Específico Bulk

2.590

gr/cm3

Peso específico teórico máximo

2.493

gr/cm3

Porcentaje de vacíos

3.60

%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.

Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PVA-05
SOLICITA :	ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	1 DE 1
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento - Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

MTC E 505 - ASTM 3203

Información de Muestra

Elaboración: Laboratorio

%C.A. 6.50%

Peso Específico Bulk

2.590

gr/cm3

Peso específico teórico máximo

2.474

gr/cm3

Porcentaje de vacíos

3.70

%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-06
SOLICITA : ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 27/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS

MTC E

514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: Sustitución 15% de Arena Chancada

Saturación : 5 min

%C.A.: 5.53%

Temp. Agua : 25 °C

Núcleo de Asfalto Extraído en Campo

A: Peso del espécimen seco en el aire

1245 gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1250 gr.

C: Peso del espécimen en agua

748 gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m 2.480 gr/cm³

P. Especifico Aparente

Pe_a 2.480 gr/cm³

Peso Unitario del agua

Pu_a 0.997 gr/cm³

Peso Unitario

Pu 2.47 gr/cm³

Núcleo de Asfalto elaborado en Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1247 gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1248 gr.

C: Peso del espécimen en agua

745 gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m 2.479 gr/cm³

P. Especifico Aparente

Pe_a 2.479 gr/cm³

Peso Unitario del agua

Pu_a 0.997 gr/cm³

Peso Unitario

Pu 2.47 gr/cm³

Grado de Compactación

Grado de Compactación **100.04**

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.



Vicente Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-07
SOLICITA : ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 27/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS

MTC E

514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: Sustitución 25% de Arena Chancada

%C.A.: 5.53%

Saturación : 5 min

Temp. Agua : 25 °C

Núcleo de Asfalto Extraído en Campo

A: Peso del espécimen seco en el aire

1242

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1244

gr.

C: Peso del espécimen en agua

749

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.509

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.509

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.50

gr/cm3

Núcleo de Asfalto elaborado en Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1244

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1245

gr.

C: Peso del espécimen en agua

747

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.499

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.499

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.49

gr/cm3

Grado de Compactación

Grado de Compactación

100.42

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.



Vicente Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

Rev. H.L.V.
Rec. H.L.D.





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-08
SOLICITA : ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 27/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS

MTC E

514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: Sustitución 35% de Arena Chancada

Saturación : 5 min

%C.A.: 5.53%

Temp. Agua : 25 °C

Núcleo de Asfalto Extraído en Campo

A: Peso del espécimen seco en el aire

1244

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1245

gr.

C: Peso del espécimen en agua

749

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.508

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.508

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.50

gr/cm3

Núcleo de Asfalto elaborado en Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1246

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1247

gr.

C: Peso del espécimen en agua

751

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.511

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.511

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.50

gr/cm3

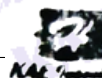
Grado de Compactación

Grado de Compactación

99.90

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.



Ing. Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

Rev. H.L.V.
Sec. H.L.D.





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-01
SOLICITA : ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 25/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: 4.5% de C.A.

Saturación : 5 min

Temp. Agua : 25 °C

Núcleo de Asfalto Extraído en Campo

A: Peso del espécimen seco en el aire

1224

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1222

gr.

C: Peso del espécimen en agua

735

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.513

gr/cm³

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.513

gr/cm³

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm³

Peso Unitario

Pu

2.51

gr/cm³

Núcleo de Asfalto elaborado en Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1218

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1226

gr.

C: Peso del espécimen en agua

738

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.492

gr/cm³

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.492

gr/cm³

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm³

Peso Unitario

Pu

2.48

gr/cm³

Grado de Compactación

Grado de Compactación

100.85

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215087

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-02
MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	
SOLICITA : ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 25/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: 5.0% de C.A.

Saturación : 5 min

Temp. Agua : 25 °C

Núcleo de Asfalto Extraído en Campo

A: Peso del espécimen seco en el aire

1235

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1242

gr.

C: Peso del espécimen en agua

740

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.460

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.460

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.45

gr/cm3

Núcleo de Asfalto elaborado en Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1238

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1240

gr.

C: Peso del espécimen en agua

742

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.485

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.485

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.48

gr/cm3

Grado de Compactación

Grado de Compactación

98.98

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215087

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-03
SOLICITA : ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 25/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: 5.5% de C.A.

Saturación : 5 min

Temp. Agua : 25 °C

Núcleo de Asfalto Extraído en Campo

A: Peso del espécimen seco en el aire

1249

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1236

gr.

C: Peso del espécimen en agua

743

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.533

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.533

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.53

gr/cm3

Núcleo de Asfalto elaborado en Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1247

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1234

gr.

C: Peso del espécimen en agua

741

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.530

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.530

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.52

gr/cm3

Grado de Compactación

Grado de Compactación

100.12

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.



Vicente Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-04
SOLICITA : ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 25/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: 6.0% de C.A.

Saturación : 5 min

Temp. Agua : 25 °C

Núcleo de Asfalto Extraído en Campo

A: Peso del espécimen seco en el aire

1246

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1247

gr.

C: Peso del espécimen en agua

753

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.522

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.522

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.51

gr/cm3

Núcleo de Asfalto elaborado en Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1249

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1250

gr.

C: Peso del espécimen en agua

756

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.528

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.528

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.52

gr/cm3

Grado de Compactación

Grado de Compactación

99.77

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-05
SOLICITA : ELIAN RODRIGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 25/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: 6.5% de C.A.

Saturación : 5 min

Temp. Agua : 25 °C

Núcleo de Asfalto Extraído en Campo

A: Peso del espécimen seco en el aire

1235

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1236

gr.

C: Peso del espécimen en agua

743

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.505

gr/cm³

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.505

gr/cm³

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm³

Peso Unitario

Pu

2.50

gr/cm³

Núcleo de Asfalto elaborado en Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1231

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1232

gr.

C: Peso del espécimen en agua

739

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.494

gr/cm³

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.494

gr/cm³

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm³

Peso Unitario

Pu

2.49

gr/cm³

Grado de Compactación

Grado de Compactación

100.44

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.



KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE ROPIEIDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PAA-06
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	27/11/2024

ENSAYO CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ASFALTO QUE ABSORBE EL AGREGADO EN UNA MEZCLA DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

MTC E 511 - ASTM D 4469

Información de Muestra

Muestra: Sustitución del 15% de Arena Chancada

Elaboración

Laboratorio

% C.A.: 5.53%

Peso específico aparente del asfalto

2.479

gr/cm³

Peso específico del Agregado Fino

2.797

gr/cm³

Peso específico del Agregado Grueso

2.762

gr/cm³

Peso específico de C.A.

1.026

gr/cm³

Porcentaje de Agregado Fino en la mezcla asfáltica

52.0

Porcentaje de Agregado Grueso en la mezcla asfáltica

42.5

Porcentaje de C.A. en la mezcla asfáltica

5.5

Promedio Ponderado del peso específico aparente del agregado total

2.684

gr/cm³

Peso específico teórico máximo de la mezcla asfáltica

2.581

gr/cm³

Contenido de Asfalto

5.53%

Porcentaje de Asfalto Absorbido

1.14%

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216007





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSO

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE ROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PAA-07
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	27/11/2024

ENSAYO CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ASFALTO QUE ABSORBE EL AGREGADO EN UNA MEZCLA DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

MTC E 511 - ASTM D 4469

Información de Muestra

Muestra: Sustitución del 25% de Arena Chancada

Elaboración

Laboratorio

% C.A.: 5.53%

Peso específico aparente del asfalto

2.501

gr/cm³

Peso específico del Agregado Fino

2.797

gr/cm³

Peso específico del Agregado Grueso

2.762

gr/cm³

Peso específico de C.A.

1.026

gr/cm³

Porcentaje de Agregado Fino en la mezcla asfáltica

52.0

%

Porcentaje de Agregado Grueso en la mezcla asfáltica

42.5

%

Porcentaje de C.A. en la mezcla asfáltica

5.5

%

Promedio Ponderado del peso específico aparente del agregado total

2.684

gr/cm³

Peso específico teórico máximo de la mezcla asfáltica

2.601

gr/cm³

Contenido de Asfalto

5.53%

Porcentaje de Asfalto Absorbido

1.41%

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE ROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PAA-08
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	27/11/2024

ENSAYO CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ASFALTO QUE ABSORBE EL AGREGADO EN UNA MEZCLA DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

MTC E 511 - ASTM D 4469

Información de Muestra

Muestra: Sustitución del 35% de Arena Chancada

Elaboración

Laboratorio

% C.A.: 5.53%

Peso específico aparente del asfalto

2.509

gr/cm3

Peso específico del Agregado Fino

2.797

gr/cm3

Peso específico del Agregado Grueso

2.762

gr/cm3

Peso específico de C.A.

1.026

gr/cm3

Porcentaje de Agregado Fino en la mezcla asfáltica

52.0

%

Porcentaje de Agregado Grueso en la mezcla asfáltica

42.5

%

Porcentaje de C.A. en la mezcla asfáltica

5.5

%

Promedio Ponderado del peso específico aparente del agregado total

2.684

gr/cm3

Peso específico teórico máximo de la mezcla asfáltica

2.605

gr/cm3

Contenido de Asfalto

5.53%

Porcentaje de Asfalto Absorbido

1.42%

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE ROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PAA-01
SOLICITA :	ELIAN RODRIGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ASFALTO QUE ABSORBE EL AGREGADO EN UNA MEZCLA DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

MTC E 511 - ASTM D 4469

Información de Muestra

Muestra: 4.5% de C.A.

Elaboración

Laboratorio

Peso específico aparente del asfalto

2.492

gr/cm³

Peso específico del Agregado Fino

2.721

gr/cm³

Peso específico del Agregado Grueso

2.762

gr/cm³

Peso específico de C.A.

1.035

gr/cm³

Porcentaje de Agregado Fino en la mezcla asfáltica

52.5

Porcentaje de Agregado Grueso en la mezcla asfáltica

43.0

Porcentaje de C.A. en la mezcla asfáltica

4.5

Promedio Ponderado del peso específico aparente del agregado total

2.663

gr/cm³

Peso específico teórico máximo de la mezcla asfáltica

2.624

gr/cm³

Contenido de Asfalto

4.50%

Porcentaje de Asfalto Absorbido

1.20%

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216007





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSO

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE ROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PAA-02
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ASFALTO QUE ABSORBE EL AGREGADO EN UNA MEZCLA DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

MTC E 511 - ASTM D 4469

Información de Muestra

Muestra: 5.0% de C.A.

Elaboración

Laboratorio

Peso específico aparente del asfalto

2.485

gr/cm³

Peso específico del Agregado Fino

2.721

gr/cm³

Peso específico del Agregado Grueso

2.762

gr/cm³

Peso específico de C.A.

1.035

gr/cm³

Porcentaje de Agregado Fino en la mezcla asfáltica

52.3

Porcentaje de Agregado Grueso en la mezcla asfáltica

42.8

Porcentaje de C.A. en la mezcla asfáltica

5.0

Promedio Ponderado del peso específico aparente del agregado total

2.654

gr/cm³

Peso específico teórico máximo de la mezcla asfáltica

2.607

gr/cm³

Contenido de Asfalto

5.00%

Porcentaje de Asfalto Absorbido

1.25%

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE ROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PAA-03
SOLICITA :	ELIAN RODRIGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ASFALTO QUE ABSORBE EL AGREGADO EN UNA MEZCLA DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

MTC E 511 - ASTM D 4469

Información de Muestra

Muestra: 5.5% de C.A.

Elaboración

Laboratorio

Peso específico aparente del asfalto

2.530

gr/cm³

Peso específico del Agregado Fino

2.721

gr/cm³

Peso específico del Agregado Grueso

2.762

gr/cm³

Peso específico de C.A.

1.035

gr/cm³

Porcentaje de Agregado Fino en la mezcla asfáltica

52.0

Porcentaje de Agregado Grueso en la mezcla asfáltica

42.5

Porcentaje de C.A. en la mezcla asfáltica

5.5

Promedio Ponderado del peso específico aparente del agregado total

2.646

gr/cm³

Peso específico teórico máximo de la mezcla asfáltica

2.596

gr/cm³

Contenido de Asfalto

5.50%

Porcentaje de Asfalto Absorbido

1.41%

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE ROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PAA-04
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ASFALTO QUE ABSORBE EL AGREGADO EN UNA MEZCLA DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

MTC E 511 - ASTM D 4469

Información de Muestra

Muestra: 6.0% de C.A.

Elaboración

Laboratorio

Peso específico aparente del asfalto

2.528

gr/cm³

Peso específico del Agregado Fino

2.721

gr/cm³

Peso específico del Agregado Grueso

2.762

gr/cm³

Peso específico de C.A.

1.035

gr/cm³

Porcentaje de Agregado Fino en la mezcla asfáltica

51.7

Porcentaje de Agregado Grueso en la mezcla asfáltica

42.3

Porcentaje de C.A. en la mezcla asfáltica

6.0

Promedio Ponderado del peso específico aparente del agregado total

2.637

gr/cm³

Peso específico teórico máximo de la mezcla asfáltica

2.590

gr/cm³

Contenido de Asfalto

6.00%

Porcentaje de Asfalto Absorbido

1.65%

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE ROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° :	CC-EPF-PAA-05
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ASFALTO QUE ABSORBE EL AGREGADO EN UNA MEZCLA DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

MTC E 511 - ASTM D 4469

Información de Muestra

Muestra: 6.5% de C.A.

Elaboración

Laboratorio

Peso específico aparente del asfalto

2.494

gr/cm³

Peso específico del Agregado Fino

2.721

gr/cm³

Peso específico del Agregado Grueso

2.762

gr/cm³

Peso específico de C.A.

1.035

gr/cm³

Porcentaje de Agregado Fino en la mezcla asfáltica

51.4

Porcentaje de Agregado Grueso en la mezcla asfáltica

42.1

Porcentaje de C.A. en la mezcla asfáltica

6.5

Promedio Ponderado del peso específico aparente del agregado total

2.629

gr/cm³

Peso específico teórico máximo de la mezcla asfáltica

2.590

gr/cm³

Contenido de Asfalto

6.50%

Porcentaje de Asfalto Absorbido

2.00%

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO	REGISTRO N° :	CC-EPF-RCS-06
	EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO		
	EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	27/11/2024

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

MTC E 513 - ASTM D 1074

Información de Muestra

Sustitución del 15% de
Muestra: Arena Chancada

Elaboración: Laboratorio

% C.A.: 5.53%

Gravedad específica de volumen
Gravedad específica teórica máxima
Densidad
Porcentaje de vacíos de aire del espécimen

2.479	gr/cm3
2.581	gr/cm3
2.745	gr/cm3
4.000	%

N° Núcleo	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Lectura (kg/cm2)	F'c (kg/cm2)
1	27/11/2024	29/11/2024	10.18	6.75	81.39	7040	86.49
2	27/11/2024	29/11/2024	10.15	6.73	80.91	7120	88.00
3	27/11/2024	29/11/2024	10.17	6.74	81.23	7090	87.28

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO	REGISTRO N° :	CC-EPF-RCS-07
	EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO		
	EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	27/11/2024

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

MTC E 513 - ASTM D 1074

Información de Muestra

Sustitución del 25% de
Muestra: Arena Chancada

Elaboración: Laboratorio

% C.A.: 5.53%

Gravedad específica de volumen
Gravedad específica teórica máxima
Densidad
Porcentaje de vacíos de aire del espécimen

2.501	gr/cm3
2.601	gr/cm3
2.750	gr/cm3
3.860	%

N° Núcleo	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Lectura (kg/cm2)	F'c (kg/cm2)
1	27/11/2024	29/11/2024	10.14	6.78	80.75	7250	89.78
2	27/11/2024	29/11/2024	10.13	6.75	80.60	7360	91.32
3	27/11/2024	29/11/2024	10.11	6.71	80.28	7380	91.93

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216007





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO	REGISTRO N° :	CC-EPF-RCS-08
	EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO		
	EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	27/11/2024

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

MTC E 513 - ASTM D 1074

Información de Muestra

Sustitución del 35% de
Muestra: Arena Chancada

Elaboración: Laboratorio

% C.A.: 5.53%

Gravedad específica de volumen
Gravedad específica teórica máxima
Densidad
Porcentaje de vacíos de aire del espécimen

2.509	gr/cm3
2.605	gr/cm3
2.754	gr/cm3
3.680	%

N° Núcleo	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Lectura (kg/cm2)	F'c (kg/cm2)
1	27/11/2024	29/11/2024	10.19	6.79	81.55	7040	86.32
2	27/11/2024	29/11/2024	10.17	6.72	81.23	6980	85.93
3	27/11/2024	29/11/2024	10.18	6.75	81.39	6950	85.39

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 218087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO	REGISTRO N° :	CC-EPF-RCS-01
	EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO		
	EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

MTC E 513 - ASTM D 1074

Información de Muestra

Muestra: 4.5% de C.A.

Elaboración: Laboratorio

Gravedad específica de volumen
Gravedad específica teórica máxima
Densidad
Porcentaje de vacíos de aire del espécimen

2.492	gr/cm3
2.624	gr/cm3
2.550	gr/cm3
5.000	%

N° Núcleo	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Lectura (kg/cm2)	F'c (kg/cm2)
1	23/11/2024	25/11/2024	10.17	6.78	81.21689	7250	89.27
2	23/11/2024	25/11/2024	10.16	6.75	81.13705	7140	88.00
3	23/11/2024	25/11/2024	10.16	6.72	81.12108	7050	86.91

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216007





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO	REGISTRO N° :	CC-EPF-RCS-02
	EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO		
	EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

MTC E 513 - ASTM D 1074

Información de Muestra

Muestra: 5.0% de C.A.

Elaboración: Laboratorio

Gravedad específica de volumen
Gravedad específica teórica máxima
Densidad
Porcentaje de vacíos de aire del espécimen

2.485	gr/cm3
2.607	gr/cm3
2.739	gr/cm3
4.600	%

N° Núcleo	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Lectura (kg/cm2)	F'c (kg/cm2)
1	23/11/2024	25/11/2024	10.15	6.78	80.91368	6950	85.89
2	23/11/2024	25/11/2024	10.17	6.75	81.23287	6870	84.57
3	23/11/2024	25/11/2024	10.16	6.72	81.12108	6700	82.59

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 218087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO	REGISTRO N° :	CC-EPF-RCS-03
	EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO		
	EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

MTC E 513 - ASTM D 1074

Información de Muestra

Muestra: 5.5% de C.A.

Elaboración: Laboratorio

Gravedad específica de volumen
Gravedad específica teórica máxima
Densidad
Porcentaje de vacíos de aire del espécimen

2.530	gr/cm3
2.596	gr/cm3
2.739	gr/cm3
3.000	%

N° Núcleo	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Lectura (kg/cm2)	F'c (kg/cm2)
1	23/11/2024	25/11/2024	10.18	6.72	81.3927	6520	80.11
2	23/11/2024	25/11/2024	10.15	6.69	80.91368	6320	78.11
3	23/11/2024	25/11/2024	10.17	6.71	81.23287	6510	80.14

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO	REGISTRO N° :	CC-EPF-RCS-04
	EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO		
	EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

MTC E 513 - ASTM D 1074

Información de Muestra

Muestra: 6.0% de C.A.

Elaboración: Laboratorio

Gravedad específica de volumen
Gravedad específica teórica máxima
Densidad
Porcentaje de vacíos de aire del espécimen

2.528	gr/cm3
2.590	gr/cm3
2.739	gr/cm3
2.800	%

N° Núcleo	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Lectura (kg/cm2)	F'c (kg/cm2)
1	23/11/2024	25/11/2024	10.15	6.75	80.91368	6640	82.06
2	23/11/2024	25/11/2024	10.12	6.74	80.43608	6680	83.05
3	23/11/2024	25/11/2024	10.16	6.69	81.0732	6720	82.89

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lazaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO	REGISTRO N° :	CC-EPF-RCS-05
	EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO		
	EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	25/11/2024

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

MTC E 513 - ASTM D 1074

Información de Muestra

Muestra: 6.5% de C.A.

Elaboración: Laboratorio

Gravedad específica de volumen
Gravedad específica teórica máxima
Densidad
Porcentaje de vacíos de aire del espécimen

2.494	gr/cm3
2.590	gr/cm3
2.739	gr/cm3
3.700	%

N° Núcleo	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Lectura (kg/cm2)	F'c (kg/cm2)
1	23/11/2024	25/11/2024	10.18	6.72	81.3927	6580	80.84
2	23/11/2024	25/11/2024	10.17	6.7	81.23287	6610	81.37
3	23/11/2024	25/11/2024	10.15	6.71	80.91368	6710	82.93

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 218087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-06
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 27/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: Sustitución del 15% de Arena
Chancada

Elaboración: Laboratorio

% C.A.: 5.53%

A: Peso del espécimen seco en el aire

1247

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1248

gr.

C: Peso del espécimen en agua

745

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.479

gr/cm³

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.479

gr/cm³

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm³

Peso Unitario

Pu

2.47

gr/cm³

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-07
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		FECHA : 27/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: Sustitución del 25% de Arena
Chancada

Elaboración: Laboratorio

% C.A.: 5.53%

- A: Peso del espécimen seco en el aire
B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca
C: Peso del espécimen en agua

1244	gr.
1245	gr.
747	gr.

- P. Especifico de Bulk
P. Especifico Aparente

Pe _m	2.499	gr/cm3
Pe _a	2.499	gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu _a	0.997	gr/cm3
-----------------	-------	--------

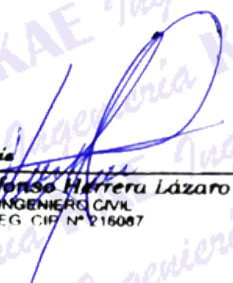
Peso Unitario

Pu	2.49	gr/cm3
----	------	--------

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.


Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-08
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		FECHA : 27/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: Sustitución del 35% de Arena
Chancada

Elaboración: Laboratorio

% C.A.: 5.53%

A: Peso del espécimen seco en el aire

1246

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1247

gr.

C: Peso del espécimen en agua

751

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.511

gr/cm³

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.511

gr/cm³

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm³

Peso Unitario

Pu

2.50

gr/cm³

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-01
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 25/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: 4.5% de C.A.

Elaboración: Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1218

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1226

gr.

C: Peso del espécimen en agua

738

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.492

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.492

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.48

gr/cm3

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-02
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 25/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: 5.0% de C.A.

Elaboración: Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1238

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1240

gr.

C: Peso del espécimen en agua

742

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.485

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.485

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

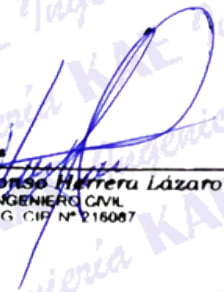
2.48

gr/cm3

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.


Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE		REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-03
MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA		
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR		PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		FECHA : 25/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS

MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: 5.5% de C.A.

Elaboración: Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1247

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1234

gr.

C: Peso del espécimen en agua

741

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.530

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.530

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.52

gr/cm3

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSO

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-04
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 25/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: 6.0% de C.A.

Elaboración: Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1249

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1250

gr.

C: Peso del espécimen en agua

756

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.528

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.528

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.52

gr/cm3

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 215087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN CANTERA SANTA CECILIA	REGISTRO N° : CC-EPF-PEU-05
SOLICITA : ELIAN RODRÍGUES VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 25/11/2024

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS MTC E 514 - ASTM D 2726

Información de Muestra

Muestra: 6.5% de C.A.

Elaboración: Laboratorio

A: Peso del espécimen seco en el aire

1231

gr.

B: Peso en el aire del espécimen saturado con superficie seca

1232

gr.

C: Peso del espécimen en agua

739

gr.

P. Especifico de Bulk

Pe_m

2.494

gr/cm3

P. Especifico Aparente

Pe_a

2.494

gr/cm3

Peso Unitario del agua

Pu_a

0.997

gr/cm3

Peso Unitario

Pu

2.49

gr/cm3

OBSERVACIÓN :

La muestra fue tomada por personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

PROYECTO	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ASFÁLTICO EN	REGISTRO N°: CC-EPF-ADH-01
	CALIENTE MODIFICADO CON RESIDUOS DEL AGREGADO GRUESO RETRITURADO EN	
	CANTERA SANTA CECILIA	
SOLICITA :	ELIAN RODRÍGUEZ VÁSQUEZ - JOSIAH VINCHALES SALAZAR	PÁGINA N°: 01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA: 25/11/2024

ENSAYO DE ADHERENCIA

ASTM D 1664 / MTC E 519

MUESTRA:

Mezcla Asfáltica - Diseño

Bitumen - Aditivo:

Mezcla: Agregado Grueso Bitumen (Cemento Asfáltico PEN 60/70)

Agregados Pétreos [proporciones]

° Agregado Grueso [piedra chancada Tmax. 3/4]

100.0%

Cantera Santa Cecilia

100.0%

[Estimación Visual]

Descripción - Ensayo	Resultado
Recubrimiento, %	100.0
Despremdimiento, % retenido	+ 95.0

OBSERVACIONES:

Cumple con los requerimientos de las especificaciones técnicas.

La muestra de agregados fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067

