

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
PARA BAJO TRÁNSITO CON SUSTITUCIÓN DEL
AGREGADO POR RESIDUOS DE CERÁMICO**

PRESENTADO POR:

Bach. LAIME LAURO, CECIBETH CAROLAIN.

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERA CIVIL

Huancayo – Perú

2022

FALSA PORTADA

Mg. Jesús Idén Cárdenas Capcha.

Asesor

Dedicatoria

- A mis padres por ser mi apoyo incondicional.

Bach. Cecibeth Carolain Laine Lauro.

Agradecimientos

- Al Mg. Jesús Idén Cárdenas Capcha por su guía en el desarrollo de esta investigación.

Bach. Cecibeth Carolain Laime Lauro.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.
Presidente

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil
Jurado

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza
Jurado

Ing. Carlos Alberto Gonzales Rojas
Jurado

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.
Secretario docente

ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xiv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I	21
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.1. Planteamiento del problema	21
1.2. Formulación y sistematización del problema	22
1.2.1. Problema general	22
1.2.2. Problemas específicos	22
1.3. Justificación	23
1.3.1. Práctica	23
1.3.2. Metodológica	23
1.4. Delimitación	23
1.4.1. Espacial	23
1.4.2. Temporal	23
1.4.3. Económica	23
1.5. Limitaciones	24
1.6. Objetivos	24
1.6.1. Objetivo general	24
1.6.2. Objetivos específicos	24
CAPÍTULO II	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. Antecedentes	25
2.1.1. Nacionales	25
2.1.2. Internacionales	25
2.2. Marco conceptual	28
2.2.1. Residuos de construcción	28

2.2.2. Residuos de cerámico	28
2.2.3. Mezcla asfáltica	28
2.2.4. Gradación de los agregados para mezclas asfálticas en caliente	28
2.2.5. Método Marshall para diseño de mezclas asfálticas	29
2.2.6. Estabilidad Marshall	29
2.2.7. Flujo Marshall	29
2.2.8. Equipos para el ensayo de estabilidad y flujo Marshall	30
2.2.9. Procedimiento para determinar la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica	32
2.2.10. Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas densas y abiertas	33
2.2.11. Aceptación de la mezcla asfáltica en caliente	34
2.3. Definición de términos	35
2.4. Hipótesis	36
2.4.1. Hipótesis general	36
2.4.2. Hipótesis específicas	36
2.5. Variables	37
2.5.1. Definición conceptual de las variables	37
2.5.2. Definición operacional de las variables	37
2.5.3. Operacionalización de las variables	37
CAPÍTULO III	39
METODOLOGÍA	39
3.1. Método de investigación	39
3.2. Tipo de investigación	39
3.3. Nivel de investigación	39
3.4. Diseño de investigación	39
3.5. Población y muestra	40
3.5.1. Población	40
3.5.2. Muestra	40
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	40
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	40
3.7. Procesamiento de la información	40
3.8. Técnicas y análisis de datos	47
CAPÍTULO IV	49

RESULTADOS	49
4.1. Variación del peso específico en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico	49
4.2. Variación de la rigidez en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico	50
4.2.1. Estabilidad de las mezclas asfálticas	51
4.2.2. Flujo de las mezclas asfálticas	52
4.2.3. Rigidez de las mezclas asfálticas	54
4.3. Variación de los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico	55
4.3.1. Vacíos de las mezclas asfálticas en caliente	55
4.3.2. Vacíos del material agregado compactado en las mezclas asfálticas en caliente	57
4.3.3. Vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas en caliente	58
4.4. Variación de la concentración de filler en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico	60
4.5. Desgaste de las mezclas asfálticas	61
4.6. Contrastación de hipótesis	63
4.6.1. Hipótesis específica “a”	63
4.6.2. Hipótesis específica “b”	65
4.6.3. Hipótesis específica “c”	68
4.6.4. Hipótesis específica “d”	72
4.6.5. Hipótesis específica “e”	73
CAPÍTULO V	75
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	75
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS	83
Anexo N° 01: matriz de consistencia	84
Anexo N° 02: certificados de laboratorio	87
Anexo N° 02.01: granulometría de los agregados	88
Anexo N° 02.02: caracterización de los agregados finos	98
Anexo N° 02.03: caracterización de los agregados gruesos	101

Anexo N° 02.04: combinación física y teórica de agregados	106
Anexo N° 02.05: peso específico de los agregados	109
Anexo N° 02.06: durabilidad al sulfato de magnesio	115
Anexo N° 02.07: diseño de mezcla asfáltica convencional	124
Anexo N° 02.08: diseño de mezcla asfáltica con 10 % de residuos de cerámico	133
Anexo N° 02.09: diseño de mezcla asfáltica con 20 % de residuos de cerámico	136
Anexo N° 02.10: diseño de mezcla asfáltica con 30 % de residuos de cerámico	139
Anexo N° 02.11: ensayo de lavado asfáltico	142
Anexo N° 02.12: ensayo de Cántabro	147
Anexo N° 03: certificados de calibración de instrumentos de laboratorio	152
Anexo N° 04: panel fotográfico	182
Anexo N° 04.01: granulometría de la arena chancada	183
Anexo N° 04.02: propiedades de los agregados	186
Anexo N° 04.03: Marshall de las mezclas asfálticas	192
Anexo N° 04.04: lavado asfáltico	198
Anexo N° 04.05: ensayo Cántabro	201

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos de gradación de los agregados.	29
Tabla 2. Requisitos para mezclas asfálticas.	35
Tabla 3. Vacíos llenos con asfalto (VFA).	35
Tabla 4. Operacionalización de variable independiente.	38
Tabla 5. Operacionalización de la variable dependiente.	38
Tabla 6. Número de briquetas a considerar en la investigación.	40
Tabla 7. Granulometría del agregado fino para la mezcla asfáltica en caliente.	41
Tabla 8. Granulometría de la arena chancada para la mezcla asfáltica en caliente.	42
Tabla 9. Granulometría de la grava de ½" para la mezcla asfáltica en caliente.	42
Tabla 10. Granulometría del agregado combinado para la elaboración de las mezclas asfálticas.	43
Tabla 11. Características de los agregados gruesos y finos para la mezcla asfáltica.	43
Tabla 12. Características del agregado grueso con sustitución por residuos de cerámico.	43
Tabla 13. Diseño de la mezcla asfáltica convencional.	44
Tabla 14. Promedios del diseño Marshall para la mezcla asfáltica convencional.	45
Tabla 15. Datos obtenidos en laboratorio para la mezcla asfáltica convencional y con sustitución de agregado por residuos de cerámico.	48
Tabla 16. Peso específico de las mezclas asfálticas en caliente.	49
Tabla 17. Estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente.	51
Tabla 18. Flujo de las mezclas asfálticas en caliente.	52
Tabla 19. Rigidez de las mezclas asfálticas en caliente.	54
Tabla 20. Vacíos de las mezclas asfálticas en caliente.	55
Tabla 21. Vacíos del material agregado compactado de las mezclas asfálticas en caliente.	57
Tabla 22. Vacíos llenos de cemento asfáltico de las mezclas asfálticas en caliente.	58
Tabla 23. Concentración de filler de las mezclas asfálticas en caliente.	60
Tabla 24. Desgaste de las mezclas asfálticas en caliente.	61
Tabla 23. ANOVA para la hipótesis específica "a".	63

Tabla 24. Comparación de grupos según el peso específico.	64
Tabla 25. Subconjuntos homogéneos respecto al peso específico.	65
Tabla 26. ANOVA de un factor para la hipótesis específica “b”.	65
Tabla 27. Comparación de grupos respecto al flujo, estabilidad y estabilidad/flujo.	66
Tabla 28. Subconjuntos homogéneos respecto al flujo de la mezcla asfáltica.	68
Tabla 29. Subconjuntos homogéneos respecto a la estabilidad de la mezcla asfáltica.	68
Tabla 30. Subconjuntos homogéneos respecto a la rigidez de la mezcla asfáltica.	68
Tabla 31. ANOVA de un factor para la hipótesis específica “c”.	69
Tabla 32. Comparación de grupos según el contenido de vacíos en la mezcla asfáltica.	70
Tabla 33. Subconjuntos homogéneos respecto al contenido de vacíos en las mezclas asfálticas.	72
Tabla 34. Subconjuntos homogéneos respecto al contenido de VMA en las mezclas asfálticas.	72
Tabla 35. Subconjuntos homogéneos respecto al contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla asfáltica.	72
Tabla 38. ANOVA de un factor para la hipótesis específica “e”.	74
Tabla 39. Comparación de grupos respecto al desgaste de las mezclas asfálticas.	74
Tabla 40. Subconjuntos homogéneos respecto al desgaste de las mezclas asfálticas.	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Molde de compactación.	30
Figura 2. Martillo de compactación.	30
Figura 3. Cabezal de rotura.	31
Figura 4. Máquina e carga a compresión.	31
Figura 5. Contenido de vacíos en la mezcla asfáltica convencional con diferente contenido de cemento asfáltico.	45
Figura 6. Contenido de vacíos de material agregado compactado en la mezcla asfáltica convencional con diferente contenido de cemento asfáltico.	46
Figura 7. Contenido de vacíos llenos de cemento asfáltica en la mezcla asfáltica convencional con diferente contenido de cemento asfáltico.	46
Figura 8. Flujo de la mezcla asfáltica convencional con diferente contenido de cemento asfáltico.	46
Figura 9. Estabilidad de la mezcla asfáltica convencional con diferente contenido de cemento asfáltico.	47
Figura 10. Rigidez de la mezcla asfáltica convencional con diferente contenido de cemento asfáltico.	47
Figura 11. Peso específico de las mezclas asfálticas en caliente.	50
Figura 12. Variación porcentual del específico de las mezclas asfálticas en caliente.	50
Figura 13. Estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente.	51
Figura 14. Variación de la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente.	52
Figura 15. Flujo de las mezclas asfálticas en caliente.	53
Figura 16. Variación del flujo de las mezclas asfálticas en caliente.	53
Figura 17. Rigidez de las mezclas asfálticas en caliente.	54
Figura 18. Variación de la rigidez de las mezclas asfálticas en caliente.	55
Figura 19. Vacíos de las mezclas asfálticas en caliente.	56
Figura 20. Variación de los vacíos de las mezclas asfálticas en caliente.	56
Figura 21. Vacíos del material agregado compactado de las mezclas asfálticas en caliente.	57
Figura 22. Variación de los vacíos del material agregado compactado de las mezclas asfálticas en caliente.	58
Figura 23. Vacíos llenos de cemento asfáltico de las mezclas asfálticas en caliente.	59

Figura 24. Variación de los vacíos llenos de cemento asfáltico de las mezclas asfálticas en caliente.	59
Figura 25. Concentración de filler de las mezclas asfálticas en caliente.	60
Figura 26. Variación de la concentración de filler de las mezclas asfálticas en caliente.	61
Figura 27. Desgaste de las mezclas asfálticas en caliente.	62
Figura 28. Variación del desgaste de las mezclas asfálticas en caliente.	62
Figura 29. Concentración de filler de las mezclas asfálticas en caliente.	73

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Granulometría de la arena chancada según la norma ASTM C 136.	184
Fotografía 2. Muestreo del material por el tamizado, para la granulometría de la arena chancada según la norma ASTM C 136 – AASHTO T 88.	184
Fotografía 3. Granulometría de la arena fina según la norma ASTM C 136 – AASHTO T 88.	184
Fotografía 4. Muestreo del material por el tamizado, para la granulometría de la arena fina según la norma ASTM C 136 – AASHTO T 88.	185
Fotografía 5. Granulometría de la grava ½” según la norma ASTM C 136 – AASHTO T 88.	185
Fotografía 6. Determinación del contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles según la norma MTC E 219 – ASTM D 1888.	187
Fotografía 7. Ensayo de durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio del agregado grueso según la norma ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104.	187
Fotografía 8. Ensayo de durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio del agregado fino según la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).	187
Fotografía 9. Ensayo de equivalente de arena según la norma ASTM D 2419 – AASHTO T 176.	188
Fotografía 10. Determinación de la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico seco del agregado grueso según la norma ASTM C 127.	188
Fotografía 11. Determinación del peso específico aparente y la absorción del agregado grueso mediante el ensayo del peso específico según la norma ASTM C 127.	189
Fotografía 12. Determinación del peso específico saturado en superficie seca mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según la norma ASTM C 128.	189
Fotografía 13. Determinación de la resistencia a la degradación por el método “B” utilizando 11 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión Los Ángeles según la norma ASTM C 131 – ASHTO T 96.	190
Fotografía 14. Determinación del peso requerido para ensayar cada partícula según la norma ASTM D 4791-10.	190
Fotografía 15. Diseño de mezcla asfáltica con la combinación de agregados según la norma ASTM D 1559.	190
Fotografía 16. Pesado del material con el peso diseñado para briquetas según la norma ASTM D69276.	191

Fotografía 17. Calentamiento del agregado hasta alcanzar una temperatura de 140 °C para la mezcla según la norma ASTM D69276.	191
Fotografía 18. Calentamiento del cemento asfáltico hasta alcanzar una viscosidad requerida según la norma ASTM D69276.	191
Fotografía 19. Mezclado del agregado y el cemento asfáltico hasta lograr que las partículas del agregado estén revestidas.	193
Fotografía 20. Colocación de las mezclas asfálticas en los moldes para continuar con la compactación.	193
Fotografía 21. Compactación de las mezclas mediante golpes con el martillo Marshall con 35 en ambas caras.	193
Fotografía 22. Enfriado y extracción de moldes después de la compactación.	194
Fotografía 23. Medición del peso específico total según la norma MTC E 514.	194
Fotografía 24. Medición del espesor del espécimen con el bernier según la norma MTC E 514.	194
Fotografía 25. Acondicionamiento en agua los especímenes del Marshall (60 ± 1 °C) por 30 a 40 min, para su posterior remoción, secado y colocado rápidamente en el equipo Marshall.	195
Fotografía 26. Ejecución del ensayo de estabilidad.	195
Fotografía 27. Granulometría de los residuos de cerámico para la combinación en la gradación como reemplazo del agregado grueso.	195
Fotografía 28. Sustitución del 10 % de residuos de cerámico en el agregado grueso para las mezclas asfálticas en calientes, además de su posterior compactación.	196
Fotografía 29. Ejecución del ensayo de estabilidad de la mezcla con 10 % de residuos de cerámico.	196
Fotografía 30. Sustitución del 20 % de residuos de cerámico en el agregado grueso para las mezclas asfálticas en calientes, además de su posterior compactación.	196
Fotografía 31. Ejecución del ensayo de estabilidad de la mezcla con 20 % de residuos de cerámico.	197
Fotografía 32. Sustitución del 30 % de residuos de cerámico en el agregado grueso para las mezclas asfálticas en calientes, además de su posterior compactación.	197
Fotografía 33. Ejecución del ensayo de estabilidad de la mezcla con 30 % de residuos de cerámico.	197
Fotografía 34. Ensayo convencional para determinar cuantitativa del asfalto en la mezcla asfáltica convencional según la norma ASTM D 2172 / ASTM D 2172 M-17e1.	199

Fotografía 35. Ensayo convencional para determinar cuantitativa del asfalto en la mezcla asfáltica con 10 % de residuos de cerámico según la norma ASTM D 2172 / ASTM D 2172 M-17e1.	199
Fotografía 36. Ensayo convencional para determinar cuantitativa del asfalto en la mezcla asfáltica con 20 % de residuos de cerámico según la norma ASTM D 2172 / ASTM D 2172 M-17e1.	200
Fotografía 37. Ensayo convencional para determinar cuantitativa del asfalto en la mezcla asfáltica con 30 % de residuos de cerámico según la norma ASTM D 2172 / ASTM D 2172 M-17e1.	200
Fotografía 38. Ensayo convencional para determinar la pérdida de cohesión por la acción del agua sobre las mezclas bituminosas compactadas según la norma NLT-362/92.	202
Fotografía 39. Ensayo sustituyendo el 10 % de residuos de cerámico para determinar la pérdida de cohesión por acción del agua sobre la mezcla bituminosa compactada, norma NLT-362/92.	202
Fotografía 40. Ensayo sustituyendo el 20 % de residuos de cerámico para determinar la pérdida de cohesión por acción del agua sobre la mezcla bituminosa compactada, norma NLT-362/92.	203
Fotografía 41. Ensayo sustituyendo el 30 % de residuos de cerámico para determinar la pérdida de cohesión por acción del agua sobre la mezcla bituminosa compactada, norma NLT-362/92.	203

RESUMEN

Esta investigación presentó como problema general: ¿Cómo varía la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico?, como objetivo general: Evaluar cómo varía la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico; y la hipótesis a contrastar fue: Se presenta variación de la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico en comparación de la mezcla asfáltica convencional; no obstante, cumple con lo establecido por el MTC.

El método de investigación fue el científico, el tipo fue aplicada, el nivel fue descriptivo – correlacional y el diseño fue experimental. La población estuvo comprendida por briquetas de mezcla asfáltica en caliente convencional y con reemplazo del agregado por residuo de cerámico; y en la muestra según el tipo de muestreo no probabilístico intencional, se utilizaron 27 briquetas de mezcla asfáltica en caliente.

La conclusión general fue que, se presenta variación de la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico en comparación de la mezcla asfáltica convencional; no obstante, cumple con lo establecido por el MTC.

Palabras clave: mezcla asfáltica en caliente, bajo tránsito, residuos de cerámico, peso específico, rigidez, vacíos, filler, desgaste.

ABSTRACT

This research presented as general problem: How does the quality of the hot asphalt mixture for low traffic vary with the replacement of the aggregate by ceramic residues? as general objective: To evaluate how the quality of the hot asphalt mixture for low traffic with the replacement of the aggregate by ceramic residues varies; and the hypothesis to contrast was: There is a variation in the quality of the hot asphalt mixture for low traffic with the replacement of the aggregate by ceramic residues in comparison with the conventional asphalt mixture; however, it complies with what is established by the MTC.

The research method was scientific, the type was applied, the level was descriptive-correlational and the design was experimental. The population consisted of briquettes of conventional hot mix asphalt and with replacement of the aggregate by ceramic residue; and the sample according to the type of non-probabilistic intentional sampling, 27 briquettes of hot mix asphalt were used.

The general conclusion was that there is a variation in the quality of the hot mix asphalt for low traffic with replacement of the aggregate by ceramic residue compared to the conventional asphalt mix; however, it complies with the requirements of the MTC.

Keywords: hot mix asphalt, low traffic, ceramic residue, specific gravity, stiffness, voids, filler, wear.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada: “Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico”, surge de lo encontrado por diversas investigaciones donde se sustituyó el contenido de agregados finos y gruesos por residuos de cerámico en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente, trayendo consigo mejores rendimientos en las mismas en relación de las mezclas asfálticas convencionales, pues es conocido que la preocupación a nivel internacional es la sustitución o reemplazo de los agregados, pues corresponden un 90 % de los elementos estructurales. Por ende se tiene como objetivo: Evaluar cómo varía la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico, para lo cual se optó por reemplazar el agregado grueso en proporciones de 10 %, 20 % y 30 %, para continuar con la medición de la calidad en concordancia con las especificaciones técnicas generales para construcción del Manual de carreteras (MTC, 2013), específicamente en la sección 423, respecto al peso específico, rigidez, vacíos, concentración de filler y desgaste.

A fin de plasmar de mejor manera la investigación, se detalla los capítulos que lo conforman:

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, donde se muestra al planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, la delimitación, las limitaciones de la investigación y los objetivos, tanto general y específicos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO, se tiene a los antecedentes internacionales, el marco conceptual referido a residuos de construcción, residuos de cerámico, mezcla asfáltica, gradación de los agregados, el método Marshall, la estabilidad Marshall, el flujo Marshall, los equipos para el ensayo de estabilidad y flujo, el procedimiento para determinar la estabilidad, los porcentajes de vacíos de aire y la aceptación de la mezcla asfáltica en caliente; asimismo, se cuenta con la definición de términos, las hipótesis y las variables (definición conceptual, operacional y su operacionalización).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA, se consigna el método de investigación, el tipo de investigación, el nivel de investigación, el diseño de investigación, la

población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el procesamiento de la información y las técnicas de análisis de datos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS, se tiene los resultados referidos a la variación del peso específico, rigidez, vacíos, concentración de filler y desgaste de las mezclas asfálticas sin y con reemplazo del agregado por residuos de cerámico; asimismo, se tiene la contrastación de cada una de las hipótesis por medio de la estadística inferencial.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS, aquí se discute los resultados obtenidos en concordancia con los antecedentes internacionales considerados.

Como parte final, se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos, tales como la matriz de consistencia, certificados de laboratorio, certificados de calibración de instrumentos y el panel fotográfico del procedimiento de la investigación.

Bach. Cecibeth Carolain Laime Lauro.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional existe la preocupación de reemplazar parcial o totalmente los agregados naturales que constituyen hasta un 90 % de los elementos estructurales, siendo una de las alternativas el uso de residuos de construcción y demolición (RCD), que están conformados por residuos inorgánicos como ladrillos, cerámicos, paneles de yeso, mortero, madera, vidrios, concreto, etc. (Pasaje & Ramírez, 2019).

Según Silvestre, Medel, García y Navas (2013), la construcción y mantenimiento de las carreteras consumen grandes cantidades de áridos de cantera, es así que, las características de los residuos cerámico lo hacen idóneo como sustituto parcial del árido natural en las mezclas asfálticas en caliente, lo que supondría la reducción de los impactos ambientales y la demanda de extracciones en las canteras, llevando a una construcción sostenible de las carreteras.

Existe una gran variedad de estudios donde se sustituyó el contenido de agregados finos y gruesos por residuos de cerámico en la elaboración de concreto, trayendo consigo mejores rendimientos; sin embargo, se cuenta con limitados estudios sobre su utilización en la mezclas asfálticas en caliente y la contrastación de su comportamiento tanto física y

mecánicamente, en comparación de las mezclas asfálticas convencionales (Kara & Karacasu, 2017).

En tal contexto, esta investigación buscó utilizar diferentes porcentajes de residuos de cerámico (10 %, 20 % y 30 %) que fueron triturados para su sustitución del agregado y elaborar así mezclas asfálticas en caliente para bajo volumen de tránsito mediante el ensayo Marshall; asimismo, se procedió a la comparación de la calidad con una mezcla asfáltica convencional, siguiendo lo establecido en el Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción (MTC, 2013), específicamente en la sección 423.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo varía la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo varía el peso específico en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico?
- b) ¿Cuál es la variación de la rigidez en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico?
- c) ¿Cómo varían los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico?
- d) ¿Cuál es la variación de la concentración de filler en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico?

- e) ¿Cómo varía el desgaste en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

La justificación práctica de esta investigación se remonta en la reducción del uso de agregados naturales en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente para bajo tránsito que cumplan con la calidad estipulado en la sección 423 del Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción (MTC, 2013); asimismo, se asegurará su comportamiento.

1.3.2. Metodológica

La presente investigación servirá de guía a los profesionales, proyectistas, etc. Que requieran elaborar mezclas asfálticas en caliente para bajo tránsito con el reemplazo del agregado por residuos de cerámico; por consiguiente, se menciona en esta tesis las consideraciones y ensayos a realizar para su elaboración.

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacial

La investigación se desarrolló a nivel de laboratorio en la ciudad de Huancayo, provincia Huancayo del departamento de Junín, por ende la mezcla asfáltica puede ser empleada en este ámbito.

1.4.2. Temporal

Se realizó la investigación desde setiembre a diciembre de 2021 y de enero a febrero de 2022.

1.4.3. Económica

Todos los gastos para la obtención de agregados, residuos de cerámico, asfalto y el estudio de los mismos, además de la ejecución

de los ensayos en laboratorio, fueron cubiertos en su totalidad por la tesista.

1.5. Limitaciones

La limitación para el desarrollo de esta investigación correspondió a la aplicación de la mezcla asfáltica con residuos de cerámico en campo, permitiendo así medir su comportamiento y contrastar los resultados obtenidos en laboratorio.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar cómo varía la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Establecer cómo varía el peso específico en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico.
- b) Determinar la variación de la rigidez en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico.
- c) Establecer cómo varían los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico.
- d) Determinar la variación de la concentración de filler en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico.
- e) Establecer cómo varía el desgaste en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

No se encontraron antecedentes nacionales referidos a mezclas asfálticas en caliente con empleo de residuos de cerámico, por ende se consideró antecedentes internacionales, además de artículos científicos que se detallan en el siguiente numeral:

2.1.2. Internacionales

Triana y Grandas (2019) realizaron la investigación “Análisis comparativo del comportamiento mecánico y dinámico de una mezcla asfáltica convencional y una modificada con residuos cerámicos reemplazando agregados fino y grueso y utilizando agregado de la región del Pescadero en una MSC-25”, donde consideraron como objetivo comparar el comportamiento mecánico y dinámico de una mezcla asfáltica convencional con una mezcla asfáltica modificada con el residuos de cerámico al 30 %, ambas para un nivel de tránsito bajo. Por ello, consideraron tres fases, en la primera fase caracterizaron los agregados y asfalto; en la segunda fase realizaron los diseños de mezclas mediante el método Marshall y en la tercera fase, ejecutaron ensayos de tracción indirecta, rueda de Hamburgo y módulo resiliente. Como resultados obtuvieron que, la mezcla

asfáltica modificada presentó menor estabilidad, flujo y relación estabilidad/flujo, más representó un mejor comportamiento en cuanto a la deformación, a diferencia del ensayo de módulo resiliente, donde la mezcla convencional presentó mejor comportamiento. Sin embargo, concluyen que ambas mezclas asfálticas presentaron resultados satisfactorios.

Pasaje y Ramírez (2019) desarrollaron la investigación “Aplicación de agregados reciclados de construcción y demolición de una mezcla asfáltica densa en caliente MDC-19”, estableciendo como objetivo comparar en laboratorio el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica densa en caliente con agregados naturales con dos mezclas asfálticas donde sustituyeron de manera parcial y total los agregados por agregados de residuos de construcción constituidos por concreto, cerámico, ladrillos, arenas, gravas, etc. Para ello, realizaron el diseño de mezclas por medio de la metodología Marshall de la mezcla convencional, de la mezcla con reemplazo del 100 % de agregados y la tercera con el reemplazo del 100 % del agregado conservando los finos, continuando con el ensayo de tracción indirecta y el módulo resiliente. Los resultados que obtuvieron fue que, la mezcla asfáltica convencional presentó mayor módulo resiliente, mayores deformaciones unitarias y menores deformaciones permanentes. Sin embargo, concluyeron que la utilización de residuos de construcción es viable en mezclas asfálticas en caliente, pues cumplen los criterios técnicos y ambientales.

Kara & Karacasu (2017) realizaron el artículo científico “Investigación del aditivo de residuos de baldosas cerámicas en las mezclas asfálticas en caliente mediante un enfoque de lógica difusa”, donde el objetivo fue explorar los efectos de residuos de baldosas cerámicas en las propiedades de las mezclas asfálticas. Prepararon cinco mezclas de áridos de 0 %, 10 %, 20 %, 30 % y 40 % en relación al peso de los agregados con siete porcentajes de cemento asfáltico como 3.5 %, 4 %, 4.5 %, 5 %, 5.5 %, 6 % y 6.5 %. Como resultados

obtuvieron que, los residuos de cerámico presentan 15.5 % más de resistencia al desgaste y un 22.7 % de resistencia a la congelación y descongelación; asimismo, debido a la estructura porosa del cerámico trae consigo un incremento del contenido de vacíos, contenido de vacíos llenos de asfalto y disminución de la estabilidad y el óptimo contenido de asfalto, en cuanto a las cargas estáticas a las que se sometió los especímenes, señalan que a mayor residuos de cerámico y a mayor contenido de cemento asfáltico proporciona una alta resistencia a la deformación. Concluyen que, a largo plazo, las probetas con 20 % y 30 % muestran mejores resistencias a la deformación y valores de rigidez a la fluencia dinámica que las muestras sin residuos de cerámico y las muestras con 40 % de residuos de cerámico tienen los mejores resultados de rigidez.

Silvestre, Medel, García, & Navas (2013) desarrollaron el artículo científico "Utilización de residuos cerámicos de la industria azulejera como sustituto parcial de los áridos naturales en las capas de aglomerado asfáltico en caliente", con el objetivo de determinar la viabilidad técnica de la utilización de áridos cerámicos reciclados como sustitución parcial de los áridos naturales en las mezclas asfálticas en caliente. Los áridos cerámicos reciclados fueron obtenidos triturando residuos porcelana de la industria cerámica. Es así que, caracterizaron por medio de ensayos a los áridos naturales como los reciclados se caracterizaron para su utilización en mezclas bituminosas. Las mezclas asfálticas fueron diseñadas mediante el método Marshall, para lo cual consideraron un diseño convencional y otros con la sustitución en 30 % y 50 % de los agregados por residuos de cerámico. Como resultados obtuvieron que, la adición de áridos cerámicos reciclados aumentó los contenidos de ligante, relleno y vacíos de aire, así como la resistencia a la deformación plástica y la resistencia a la tracción indirecta retenida tras la inmersión. La principal conclusión fue que las mezclas bituminosas en caliente con una adición razonable de áridos cerámicos reciclados hasta el 30 %

pueden satisfacer los requisitos de comportamiento de la capa intermedia para carreteras de volumen medio-bajo.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Residuos de construcción

Son aquellos que cumpliendo la definición de residuo sólido, son generados durante el proceso de construcción de edificaciones e infraestructura, el cual comprende las obras nuevas, ampliación, remodelación, demolición, rehabilitación, cercado, obras menores, acondicionamiento o refacción u otros (MINEM, 2013).

2.2.2. Residuos de cerámico

Para esta investigación correspondió a los residuos de construcción específicamente conformado por baldosas y porcelanato, que al no permitir su incorporación directa a las mezclas asfálticas en caliente se realizó un tratamiento previo como la selección, trituración y tamizado.

2.2.3. Mezcla asfáltica

Considerando que corresponde una mezcla procesada que se compone de agregados finos y gruesos, material bituminoso y de darse el caso con incorporación de aditivos para mejorar su comportamiento (MTC, 2008); sus propiedades más relevantes y consideradas para el diseño según el método Marshall son densidad, porcentaje de vacíos, estabilidad y flujo.

2.2.4. Gradación de los agregados para mezclas asfálticas en caliente

Según el Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC, la gradación de los agregados debe cumplir los parámetros estipulados en la siguiente tabla, con lo cual podrá definirse como un MAC – 1, MAC – 2 o MAC – 3, tal como corresponda:

Tabla 1. Requisitos de gradación de los agregados.

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

Fuente: Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción (MTC, 2013).

2.2.5. Método Marshall para diseño de mezclas asfálticas

Utilizado en casi todo el mundo, para mezclas asfálticas en caliente de gradación densa, considerando que, para una gradación específica se prueba cinco contenidos diferentes de asfalto de acuerdo a criterios volumétricos (densidad y volumen de vacíos) y de resistencia (estabilidad y flujo) para obtener el contenido óptimo de asfalto, el resultado debe reportarse del promedio de tres especímenes compactados idénticos; otro aspecto a considerar es el volumen de tráfico, el clima y experiencias similares locales (MTC, 2016).

2.2.6. Estabilidad Marshall

Corresponde a la máxima resistencia a la deformación a una razón constante de carga, esta varía por el tipo y la gradación del agregado y el grado de bitumen, así como de la cantidad de este (MTC, 2016).

2.2.7. Flujo Marshall

Es una medida de deformación de las mezclas bituminosas determinada por el ensayo de estabilidad, no presenta valores ideales tan solo rangos aceptables, siendo así que, de sobrepasar el límite superior se dice que la mezcla es demasiado plástica o inestable, y de estar por debajo es considera como demasiado rígida (MTC, 2016).

2.2.8. Equipos para el ensayo de estabilidad y flujo Marshall

De acuerdo al Manual de ensayo de materiales (MTC, 2016) se requiere cabezal de ruptura, máquina de carga a compresión, dispositivo de medida de carga, medidor de flujo, baño de agua (precisión de $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), horno, baño de aire y termómetro con precisión de $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$; además de los equipos presentes en las siguiente figuras:

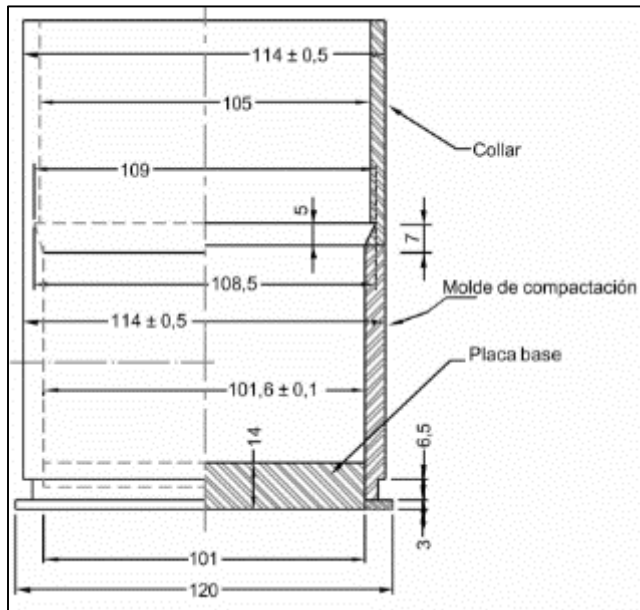


Figura 1. Molde de compactación.

Fuente: Manual de ensayo de materiales (MTC, 2016).

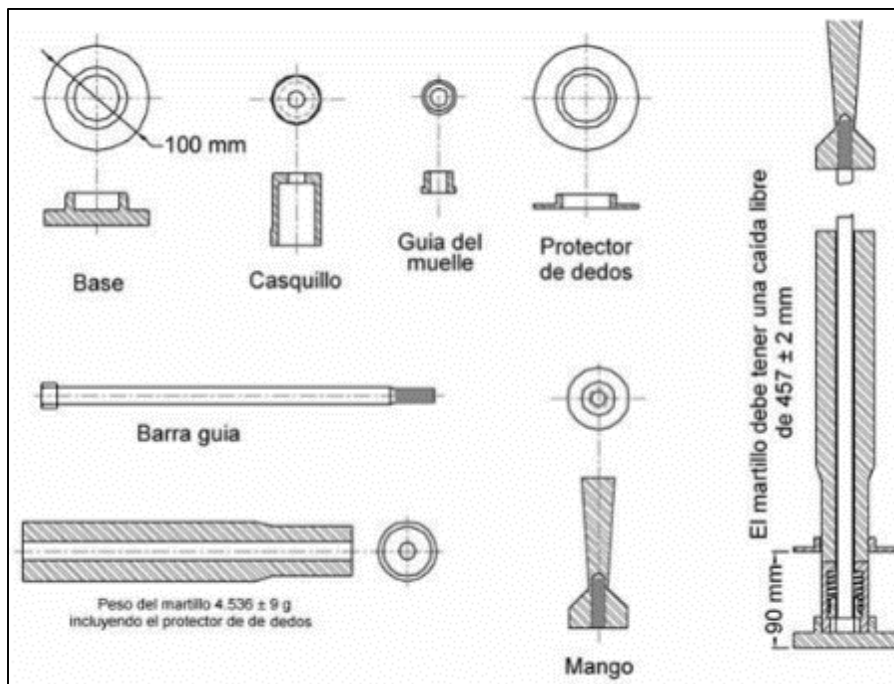


Figura 2. Martillo de compactación.

Fuente: Manual de ensayo de materiales (MTC, 2016).

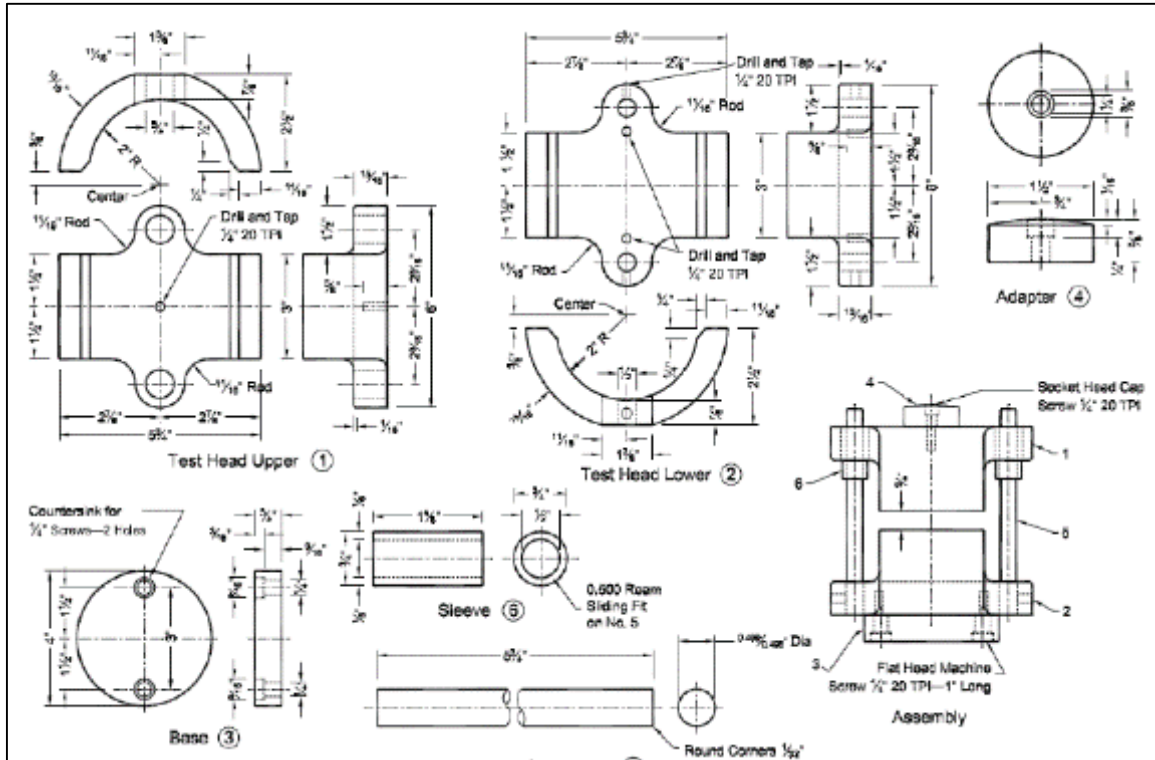


Figura 3. Cabezal de rotura.

Fuente: Manual de ensayo de materiales (MTC, 2016).

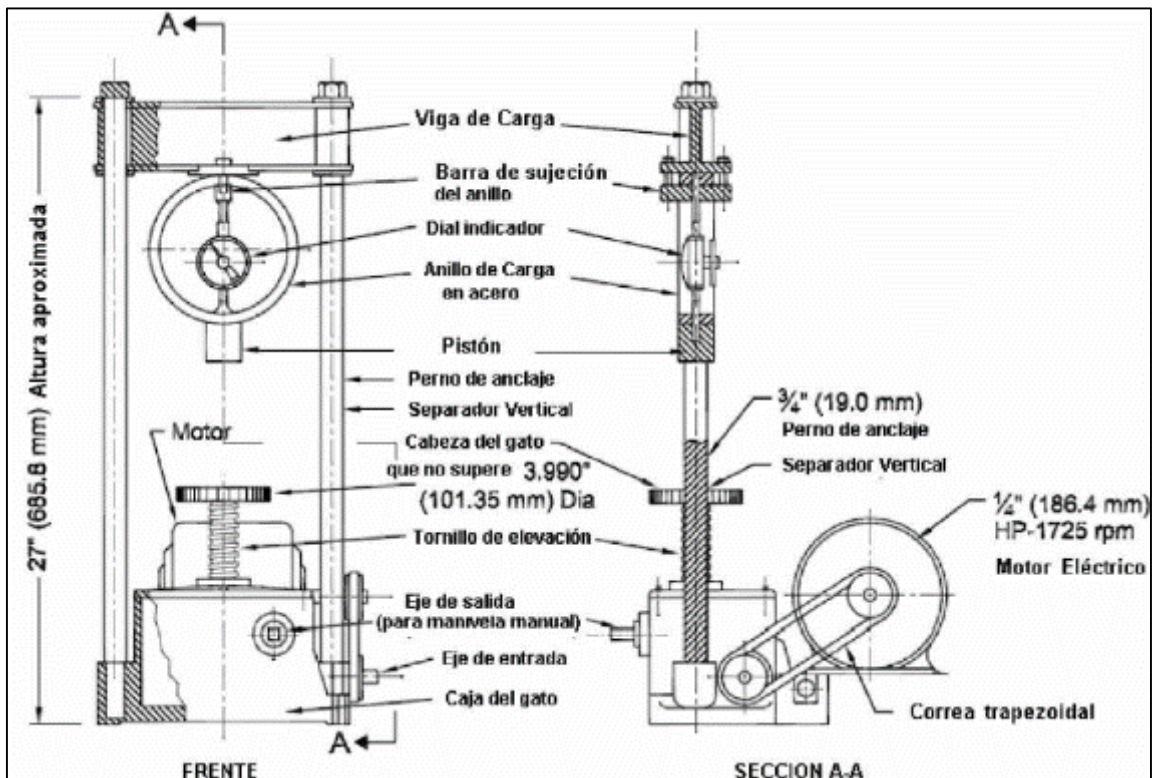


Figura 4. Máquina e carga a compresión.

Fuente: Manual de ensayo de materiales (MTC, 2016).

2.2.9. Procedimiento para determinar la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica

Siguiendo lo estipulado en el manual de ensayo de materiales (MTC, 2016), el procedimiento para determinar la estabilidad y flujo de las mezclas asfálticas se detalla en los siguientes:

- Determinación de la altura del espécimen.
- Sumergir el espécimen en un baño de agua a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 30 a 40 minutos antes de la prueba, o en un horno a la misma temperatura durante 120 a 130 minutos.
- Usar un dispositivo de registro automático, o un anillo de prueba y un medidor de flujo. Colocar el medidor de flujo sobre la barra de guía marcada y “poner a cero” el medidor de flujo mientras se sostiene firmemente contra el segmento superior del cabezal de prueba mientras se aplica la carga.
- Limpiar a fondo las superficies internas de los cabezales de prueba. La temperatura de los cabezales se mantendrá entre 21.1 y $37.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, usando un baño de agua, cuando sea necesario, se lubricará las barras de guía con una película delgada de aceite para que el cabezal de prueba superior se deslice libremente sin atascarse. De usar un anillo de prueba para medir la carga aplicada, verifique que el dial indicador esté firmemente fijo y “puesto a cero” para la posición de “sin carga”.
- Con el aparato de prueba listo, retirar el espécimen de prueba del baño de agua y secar cuidadosamente la superficie con una toalla. Colocar la muestra en la parte inferior del cabezal de prueba y el centro; luego coloque el cabezal de prueba superior en su posición y centre el ensamblaje completo en el dispositivo de carga. Coloque la barra guía marcada con el medidor de flujo.

- Aplicar la carga de prueba al espécimen a una tasa constante de deformación, 51 mm por minuto, hasta que se produzca la falla. El punto de falla se define cuando se obtiene la lectura de carga máxima. La fuerza total en Newtons (N) requerida para producir la falla de la muestra se registrará como su valor de estabilidad Marshall.
- Mientras la prueba de estabilidad está en curso (si no se usa un dispositivo de registro automático), sostener el medidor de flujo firmemente en posición sobre la barra guía y retirarlo inmediatamente cuando la carga comience a disminuir, tomar la lectura y registrarla. Esta lectura es el valor de flujo para el espécimen, expresado en unidades de 0.25 mm (1/100 pulgadas.). Por ejemplo, si el espécimen se deformó 3.8 mm (0.15 pulgadas), el valor de flujo es 15.
- El procedimiento completo para las mediciones de estabilidad y flujo, comenzando con la remoción del espécimen del baño de agua, debe completarse dentro de un período de 30 segundos.
- La estabilidad Marshall será corregida, para aquellos especímenes que tengan una altura diferente de 63.5 mm.

2.2.10. Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas densas y abiertas

Se usa como criterio en los métodos de diseño así como en la evaluación de la compactación en proyectos de pavimentos asfálticos, se fundamenta en la norma ASTM 3203 (Método de prueba estándar para determinar el porcentaje de vacíos en mezclas compactas y densas para pavimentación) (MTC, 2016).

Donde el procedimiento para determinar los vacíos de aire en las mezclas asfálticas, según MTC (2016) se fundamente en los siguientes puntos:

- Promediar los valores de gravedad específica bulk para todos los especímenes de prueba de un contenido de asfalto dado; los valores obviamente erróneos no se incluirán en el promedio. El valor promedio de la gravedad específica bulk para cada contenido de asfalto se usará en cálculos adicionales de vacíos.
- Determinar el peso unitario promedio para cada contenido de asfalto multiplicando el valor promedio de la gravedad específica bulk por la densidad del agua.
- Determinar la gravedad específica máxima teórica (G_{mm} por ASTM D2041) para al menos dos contenidos de asfalto, preferiblemente en mezclas en o cerca del contenido óptimo de asfalto. Un valor medio para la gravedad específica efectiva del agregado total se calcula a partir de estos valores. Este valor se puede usar para calcular la gravedad específica máxima de mezclas con diferentes contenidos de asfalto.
- Utilizando la gravedad específica efectiva (G_{se}) y bulk (G_{sb}) del agregado total, la gravedad específica media bulk de la mezcla compactada (G_{mb}), la gravedad específica del asfalto (G_b) y la gravedad específica máxima teórica de la mezcla (G_{mm}), calcular el porcentaje de asfalto absorbido (P_{ba}) en peso del agregado seco, porcentaje de vacíos de aire (P_a), porcentaje de vacíos llenos de asfalto (VFA) y porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VMA).

2.2.11. Aceptación de la mezcla asfáltica en caliente

Según el Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción (MTC, 2013) la mezcla asfáltica en caliente para actuar en vías debe cumplir lo establecido en la Tabla 2 y en la Tabla 3, dependiendo de la clase de mezcla, es decir para bajo, mediano o alto tránsito:

Tabla 2. Requisitos para mezclas asfálticas.

Parámetro de diseño	Clase de mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
Estabilidad (mínimo)	8.15 kN	5.44 kN	4.53 kN
Flujo 0.01" (0.25 mm)	8 - 14	8 - 16	8 - 20
Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
Vacíos en el agregado mineral	Según la Tabla 3.		
Inmersión - compresión (MTC E 518)			
Resistencia a compresión Mpa mínimo.	2.1	2.1	1.4
Resistencia retenida % (mínimo)	75	75	75
Relación polvo - asfalto (2)	0.6 - 1.3	0.6 - 1.4	0.6 - 1.5
Relación estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1700 - 4000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283.	80 mínimo		

(1) En el Perú se tiene rangos de 2 % a 4 % (siendo lo recomendable menor a 2 %) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3 000 msnm que se recomienda en estos casos.

(2) Relación entre el porcentaje en peso del agregado más fino que el tamiz 0.07 mm y el contenido de asfalto efectivo, en porcentaje en peso del total de la mezcla.

(3) Para zonas de clima de frío es deseable que la relación de estabilidad y flujo sea de la mayor magnitud posible.

(4) El índice de compactabilidad mínimo será 5, definiéndose esta: $\frac{1}{GEB\ 50 - GEB\ 5}$

Siendo GEB 50 y GEB 5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

Fuente: Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción (MTC, 2013).

Tabla 3. Vacíos llenos con asfalto (VFA).

Tráfico (millones de ejes equivalentes)	VFA
≤ 0.3	70 - 80
> 0.3 - 3	65 - 78
> 3	65 - 75

Fuente: Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción (MTC, 2013).

2.3. Definición de términos

Agregado bien graduado. – Es aquel agregado que presenta una gradación desde el tamaño máximo hasta el de un relleno mineral y que se encuentra centrado a una curva granulométrica “huso” especificada (MTC, 2008).

Agregado reciclado. – Material graduado según especificaciones resultante del procesamiento de materiales de construcción recuperados y complementados con otros faltantes (MTC, 2008).

Asfalto. - Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por

refinación del petróleo. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del crudo de petróleo (MTC, 2008).

Cemento asfáltico. - Un asfalto con flujo o sin flujo, especialmente preparado en cuanto a calidad o consistencia para ser usado directamente en la construcción de pavimentos asfálticos (MTC, 2008).

Pavimento flexible. - Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos (MTC, 2008).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Se presenta variación de la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico en comparación de la mezcla asfáltica convencional; no obstante, cumple con lo establecido por el MTC.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La variación del peso específico en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico no es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.
- b) La variación de la rigidez en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.
- c) La variación de los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico no es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.
- d) La variación de la concentración de filler en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por

residuos de cerámico no es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

- e) La variación del desgaste en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico no es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente: residuos de cerámico. – Son residuos de construcción conformado por baldosas y porcelanato, que al no permitir su incorporación directa a la mezcla asfáltica en caliente se realizó un tratamiento previo como la selección, trituración y tamizado.

Variable dependiente: calidad de la mezcla asfáltica en caliente. – Según el Manual de carreteras: especificaciones técnicas para la construcción (MTC, 2013), la calidad de la mezcla asfáltica está determinada con el cumplimiento de características como peso específico, rigidez, vacíos, concentración de filler y desgaste.

2.5.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente: residuos de cerámico. – Se utilizó residuos de cerámico en variaciones porcentuales de 10 %, 20 % y 30 % en relación al contenido de agregados de la mezcla asfáltica.

Variable dependiente: calidad de la mezcla asfáltica en caliente. – Se midió el peso específico, rigidez, vacíos, concentración de filler y desgaste de la mezcla asfáltica convencional y de las modificadas por el reemplazo del agregado por residuos de cerámico.

2.5.3. Operacionalización de las variables

En la Tabla 4 y Tabla 5 se especifica la operacionalización de las variables, considerando su definición conceptual, dimensiones, indicadores, unidades e instrumento de medición:

Tabla 4. Operacionalización de variable independiente.

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Instrumentos
Variable independiente: residuos de cerámico	Para esta investigación corresponderá a los residuos de construcción específicamente conformado por baldosas y porcelanato, que al no permitir su incorporación directa a las mezclas asfálticas en caliente se realizará un tratamiento previo como la selección, trituración y tamizado.	Cantidad de residuos de cerámico	Porcentaje en relación al peso del agregado	%	Balanza electrónica.

Tabla 5. Operacionalización de la variable dependiente.

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Instrumentos
Variable dependiente: calidad de la mezcla asfáltica en caliente	De acuerdo al Manual de carreteras: especificaciones técnicas para la construcción (MTC, 2013), la calidad de la mezcla asfáltica está determinada con el cumplimiento de características como peso específico, rigidez, vacíos, concentración de filler y desgaste.	Peso específico	Peso específico	g/cm ³	Instrumento de recolección de datos elaborado por el tesista para los ensayos en mezclas bituminosas en concordancia con el Manual de ensayos de materiales del MTC.
		Rigidez	Estabilidad Flujo	KN mm	
		Vacíos	Vacíos llenos de asfalto	%	
			Vacíos del agregado mineral	%	
			Vacíos de la mezcla asfáltica	%	
Concentración de filler	Relación polvo - asfalto	Adimensional			
Desgaste	Desgaste	%			

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Se utilizó el método científico, pues es una metodología estructurada para la adquisición de conocimientos, siguiendo la observación sistemática, medición de las variables y la formulación, análisis y contrastación de las hipótesis.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación correspondió a la aplicada, porque se aplicó las teorías relacionadas a mezclas asfálticas y demás para la solución del problema de estudio.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue explicativo, porque se buscó explicar las causas y efectos de la modificación en la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito, producido de la sustitución de agregado por residuos de cerámicos.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue experimental porque se manipuló la variable independiente deliberadamente y evaluar así a la variable dependiente en comparación de un grupo de control, que correspondió a la mezcla asfáltica convencional.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Estuvo comprendida por 27 briquetas MAC con las siguientes proporciones, primer grupo: MAC-2 convencional con 5%,5.5%,6%, 6.5% y 7% de PEN 85-100 por cada porcentaje 3 muestras; segundo grupo: MAC-2 convencional con 6.4% de óptimo contenido de asfalto 3 muestras; tercer grupo: con sustitución de agregado al 10%, 20% y 30%, por cada porcentaje 3 muestras, elaboradas en la ciudad de Huancayo. Para la comparación de resultados obtenidos se incluyó al segundo y tercer grupo.

Tabla 6. Número de briquetas a considerar en la investigación.

	Número de briquetas
Asfalto convencional	18
Asfalto con sustitución de 10 % de agregado por residuos de cerámico	3
Asfalto con sustitución de 20 % de agregado por residuos de cerámico	3
Asfalto con sustitución de 30 % de agregado por residuos de cerámico	3

3.5.2. Muestra

Según el tipo de muestreo no probabilístico intencional, por lo que se considera a toda la población.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos: Se utilizó la observación experimental durante la ejecución de cada uno de los ensayos en laboratorio.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos: El principal instrumento para la recolección de datos fue el equipo Marshall, con el cual se obtuvo las diversas características de calidad de las mezclas.

3.7. Procesamiento de la información

La información obtenida en laboratorio fue procesada por medio del programa Excel, respecto a las propiedades de los agregados, residuos de cerámico y diseño de la mezcla asfáltica convencional, para la obtención del óptimo contenido de cemento asfáltico.

En la siguiente tabla, se muestra la granulometría del agregado fino considerado para las mezclas asfálticas en caliente, así como el promedio de obtenido, el valor máximo, valor mínimo, desviación estándar, varianza y coeficiente de variación respectivamente:

Tabla 7. Granulometría del agregado fino para la mezcla asfáltica en caliente.

Tamiz	% que pasa		Promedio (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)	Desviación estándar (%)	Varianza (%)	Coeficiente de variación
	Muestra 1	Muestra 2						
1"	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
¾"	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
½"	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
3/8"	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Nº 4	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Nº 8	81.30	81.50	81.4	81.5	81.3	0.1	0.0	0.2
Nº 10	77.80	78.20	78.0	78.2	77.8	0.3	0.1	0.4
Nº 16	69.10	70.60	69.9	70.6	69.1	1.1	1.1	1.5
Nº 30	53.70	55.40	54.6	55.4	53.7	1.2	1.4	2.2
Nº 40	40.50	42.10	41.3	42.1	40.5	1.1	1.3	2.7
Nº 50	26.40	26.90	26.7	26.9	26.4	0.4	0.1	1.3
Nº 80	14.20	14.80	14.5	14.8	14.2	0.4	0.2	2.9
Nº 100	10.80	11.20	11.0	11.2	10.8	0.3	0.1	2.6
Nº 200	6.80	6.60	6.7	6.8	6.6	0.1	0.0	2.1

Del mismo modo, en las siguientes tablas se tiene la granulometría para la arena chancada, grava de ½" y agregados combinados que se empleó en la elaboración de las mezclas asfálticas en caliente:

Tabla 8. Granulometría de la arena chancada para la mezcla asfáltica en caliente.

Tamiz	% que pasa		Promedio (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)	Desviación estándar (%)	Varianza (%)	Coeficiente de variación
	Muestra 1	Muestra 2						
1"	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
1/2"	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
3/8"	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
N° 4	86.90	87.00	87.0	87.0	86.9	0.1	0.0	0.8
N° 8	63.90	65.20	64.6	65.2	63.9	0.9	0.8	1.4
N° 10	57.60	59.60	58.6	59.6	57.6	1.4	2.0	2.4
N° 16	47.70	48.10	47.9	48.1	47.7	0.3	0.1	0.6
N° 30	35.40	35.90	35.7	35.9	35.4	0.4	0.1	1.0
N° 40	29.40	29.80	29.6	29.8	29.4	0.3	0.1	1.0
N° 50	24.40	24.40	24.4	24.4	24.4	0.0	0.0	0.0
N° 80	17.20	17.80	17.5	17.8	17.2	0.4	0.2	2.4
N° 100	15.00	15.30	15.2	15.3	15.0	0.2	0.0	1.4
N° 200	10.40	10.60	10.5	10.6	10.4	0.1	0.0	1.3

Tabla 9. Granulometría de la grava de 1/2" para la mezcla asfáltica en caliente.

Tamiz	% que pasa		Promedio (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)	Desviación estándar (%)	Varianza (%)	Coeficiente de variación
	Muestra 1	Muestra 2						
1"	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
1/2"	61.50	61.50	61.5	61.5	61.5	0.0	0.0	0.0
3/8"	27.60	27.60	27.6	27.6	27.6	0.0	0.0	0.0
N° 4	1.10	1.00	1.1	1.1	1.0	0.1	0.0	6.7
N° 8	0.80	0.80	0.8	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0
N° 10	0.70	0.80	0.8	0.8	0.7	0.1	0.0	9.4
N° 16	0.70	0.70	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0
N° 30	0.70	0.70	0.7	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0
N° 40	0.70	0.60	0.7	0.7	0.6	0.1	0.0	10.9
N° 50	0.60	0.60	0.6	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0
N° 80	0.60	0.50	0.6	0.6	0.5	0.1	0.0	12.9
N° 100	0.60	0.50	0.6	0.6	0.5	0.1	0.0	12.9
N° 200	0.40	0.40	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0

Por consiguiente, en la Tabla 10 se tiene la granulometría del agregado combinado, denotándose con ello que corresponde a un MAC – 2.

Tabla 10. Granulometría del agregado combinado para la elaboración de las mezclas asfálticas.

Tamiz	Porcentaje (%)			Especificación para MAC - 2
	Retenido	Acumulado	Que pasa	
3/4"			100	100
1/2"	11.2	11.2	88.8	80 - 100
3/8"	10.3	21.5	78.5	70 - 88
N° 4	13.7	35.2	64.8	51 - 68
N° 8	14.9	50.1	49.9	
N° 10	3.4	53.5	46.5	38 - 52
N° 16	6.7	60.2	39.8	
N° 30	9.1	69.3	30.7	
N° 40	6.7	76	24	17 - 28
N° 50	6.2	82.2	17.8	
N° 80	6	88.2	11.8	8 - 17
N° 100	2.3	90.5	9.5	
N° 200	2.9	93.4	6.6	4 - 8
< N° 200	6.6	100	0	

En la Tabla 11 se tiene las características de los agregados gruesos y finos considerando lo convencional, mientras que en la Tabla 12 se muestra al agregado donde se sustituyó por residuos de cerámico.

Tabla 11. Características de los agregados gruesos y finos para la mezcla asfáltica.

Descripción	Agregado combinado convencional	
	Agregado grueso	Agregado fino
Equivalente de arena (%)		55.00
Sales solubles (%)	0.04	0.05
Partículas chatas y alargadas (%)	2.23	
Porcentaje de agregado con una cara fracturada (%)	99.10	
Porcentaje de agregado con dos caras fracturadas (%)	74.00	
Desgaste (%)	15.90	
Peso específico de masa (g/cm ³)	2.60	2.53
Peso específico SSS (g/cm ³)	2.62	2.55
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.66	2.52
Absorción (%)	0.89	0.90
Durabilidad al sulfato de magnesio (%)	0.08	4.19

Tabla 12. Características del agregado grueso con sustitución por residuos de cerámico.

Descripción	Agregado grueso con 10 % de cerámico	Agregado grueso con 20 % de cerámico	Agregado grueso con 30 % de cerámico
Peso específico de masa (g/cm ³)	2.61	2.612	2.613
Peso específico SSS (g/cm ³)	2.633	2.636	2.635
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.671	2.675	2.673
Absorción (%)	0.868	0.905	0.869
Durabilidad al sulfato de magnesio (%)	0.07	0.06	0.06

Con los datos obtenidos anteriormente, se procedió a la elaboración de la mezcla asfáltica convencional, para lo cual en primera instancia fue necesario determinar el contenido de cemento asfáltico, siendo así que de acuerdo a la Tabla 13 se optó por dosificaciones de 5 %, 5.50 %, 6 %, 6.5 % y 7 %, continuando con determinar el peso específico, contenido de vacíos, vacíos de material agregado compactado, llenos de cemento asfáltico, flujo, estabilidad y la relación de estabilidad/flujo:

Tabla 13. Diseño de la mezcla asfáltica convencional.

Grupos	Cemento asfáltico (%)	Peso específico (g/cm ³)	Vacíos (%)	Vacíos de material agregado compactado (%)	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad/flujo (kg/cm)
MAC convencional	5.00	2.27	8.20	15.40	46.80	17.50	922.00	1336.00
	5.00	2.27	8.30	15.50	46.60	16.30	928.00	1443.00
	5.00	2.27	8.30	15.60	46.40	15.90	929.00	1485.00
	5.50	2.28	7.30	15.60	53.50	14.10	999.00	1800.00
	5.50	2.29	6.80	15.20	55.40	14.90	1040.00	1770.00
	5.50	2.27	7.80	16.20	51.40	14.60	958.00	1666.00
	6.00	2.31	5.10	15.10	66.20	13.50	1050.00	1980.00
	6.00	2.34	3.90	14.00	72.30	10.40	1060.00	2581.00
	6.00	2.29	5.90	15.80	62.60	11.80	1073.00	2314.00
	6.50	2.33	3.50	14.70	76.30	11.00	1137.00	2628.00
	6.50	2.34	3.10	14.40	78.40	11.10	1127.00	2580.00
	6.50	2.32	3.90	15.10	74.00	11.60	1133.00	2470.00
	7.00	2.34	2.00	14.70	86.20	8.60	1159.00	3408.00
	7.00	2.33	2.70	15.20	82.50	7.40	1179.00	4052.00
	7.00	2.35	1.90	14.60	86.90	8.40	1135.00	3451.00

En base a la tabla anterior, en la Tabla 14 se muestra los promedios obtenidos de la medición de cada una de las propiedades de la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 14. Promedios del diseño Marshall para la mezcla asfáltica convencional.

Propiedades	Cemento asfáltico (%)				
	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00
Peso específico (g/cm ³)	2.27	2.28	2.31	2.33	2.34
Vacíos (%)	8.27	7.30	4.97	3.50	2.20
Vacíos de material agregado compactado (%)	15.50	15.67	14.97	14.73	14.83
Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	46.60	53.43	67.03	76.23	85.20
Flujo (mm)	16.57	14.53	11.90	11.23	8.13
Estabilidad (kg)	926.33	999.00	1061.00	1132.33	1157.67
Estabilidad/flujo (kg/cm)	1421.33	1745.33	2291.67	2559.33	3637.00

En consecuencia, las siguientes figuras muestran gráficamente el contenido de vacíos, vacíos de material agregado compactado, vacíos llenos de cemento asfáltico, flujo, estabilidad y relación estabilidad/flujo de la mezcla asfáltica convencional con diferentes contenidos de cementos asfálticos, determinándose con ello el contenido óptimo de 6.4 % tal como se resalta también en los certificados obtenidos en laboratorio.

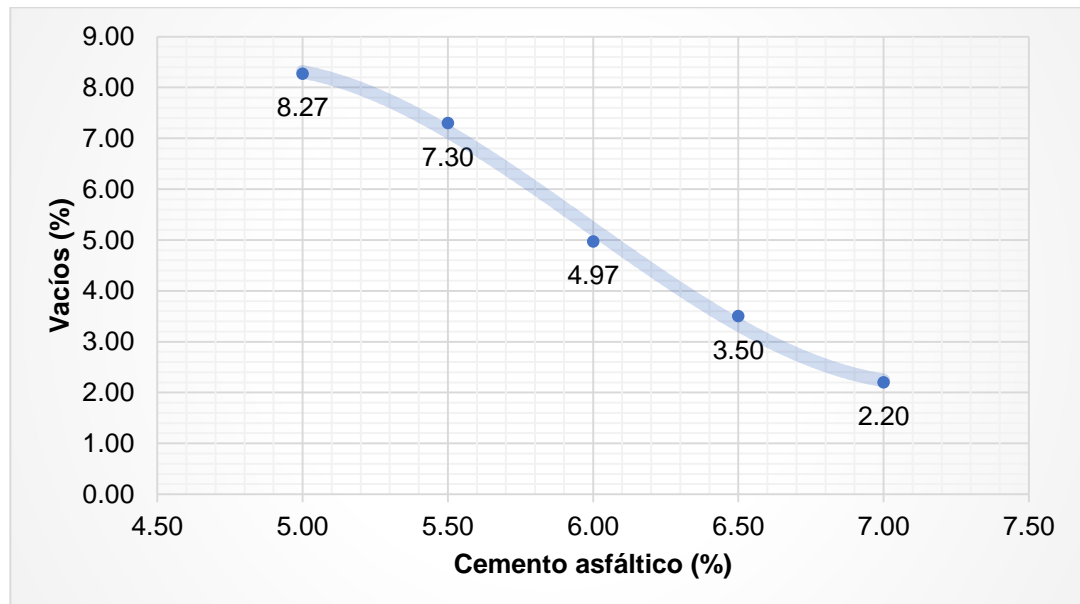


Figura 5. Contenido de vacíos en la mezcla asfáltica convencional con diferente contenido de cemento asfáltico.

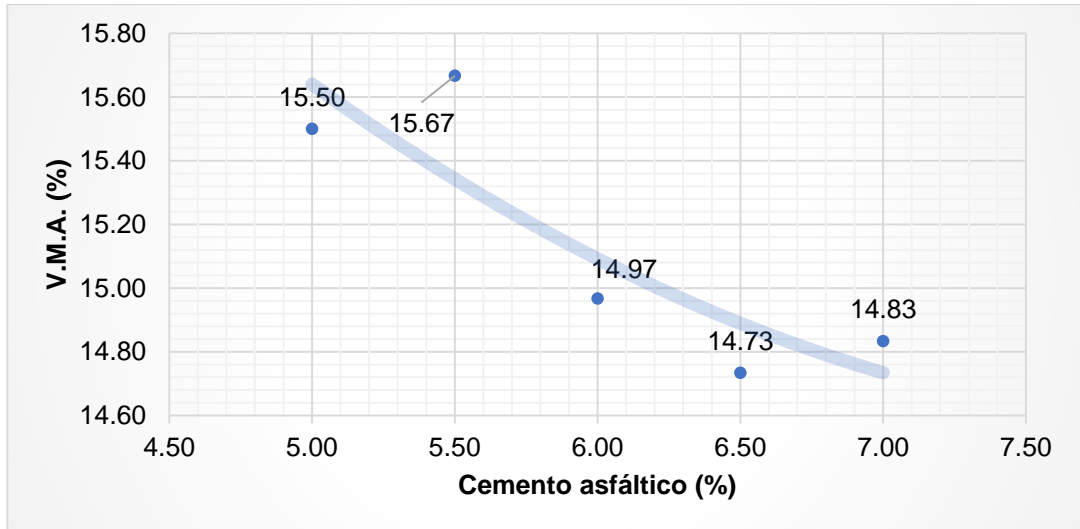


Figura 6. Contenido de vacíos de material agregado compactado en la mezcla asfáltica convencional con diferente contenido de cemento asfáltico.

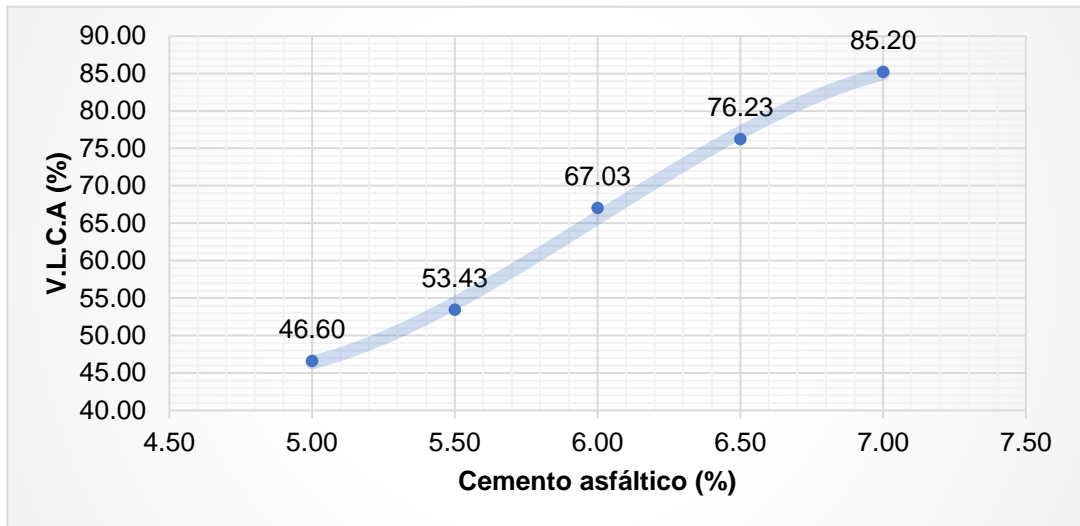


Figura 7. Contenido de vacíos llenos de cemento asfáltica en la mezcla asfáltica convencional con diferente contenido de cemento asfáltico.

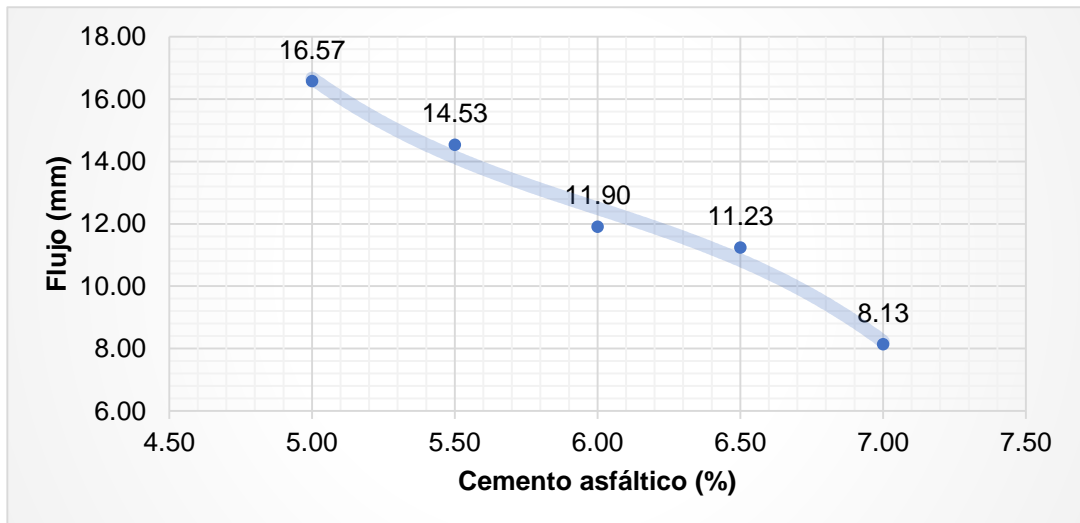


Figura 8. Flujo de la mezcla asfáltica convencional con diferente contenido de cemento asfáltico.

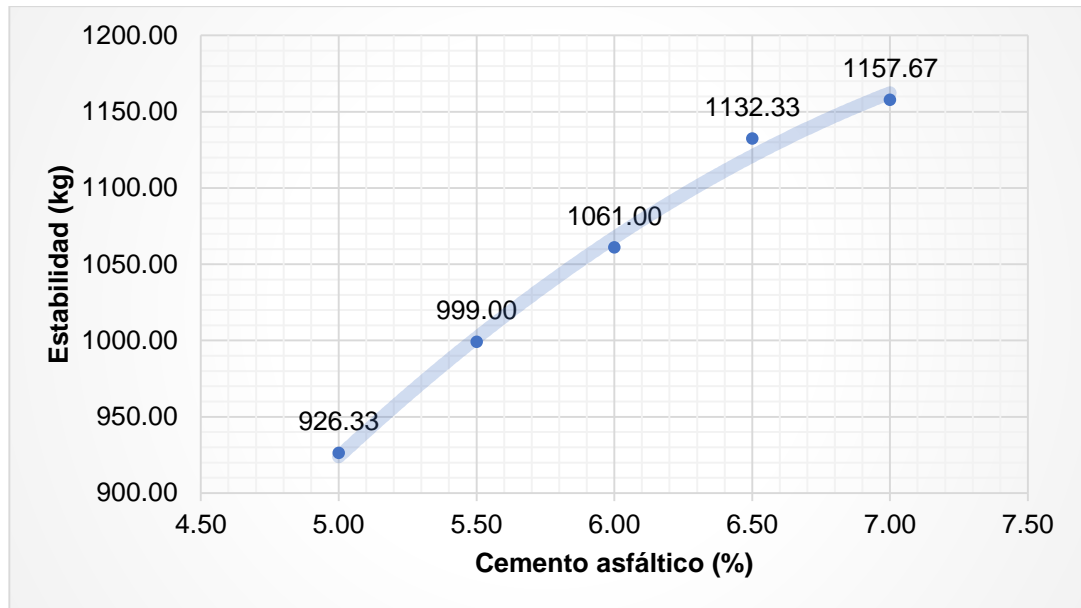


Figura 9. Estabilidad de la mezcla asfáltica convencional con diferente contenido de cemento asfáltico.

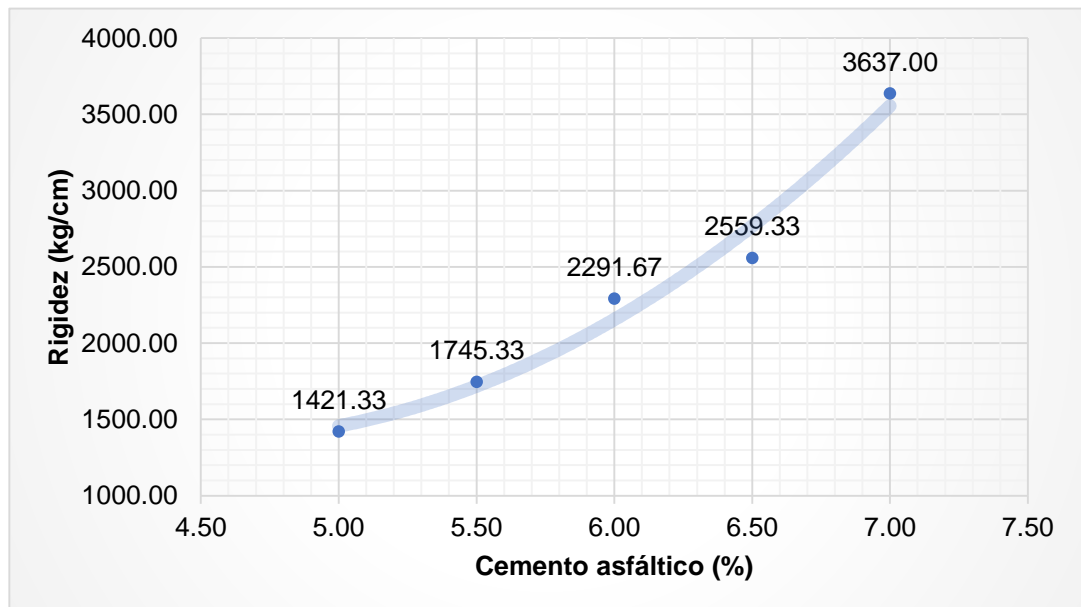


Figura 10. Rigidez de la mezcla asfáltica convencional con diferente contenido de cemento asfáltico.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Recolectado los datos numéricos de las diferentes propiedades que comprende la calidad de la mezcla asfáltica convencional y de aquellas donde se sustituyó el agregado por residuos de cerámico (Tabla 15), se procedió a su análisis en el programa Excel, pudiendo determinar la desviación estándar, promedio y variación porcentual; asimismo, se empleó el programa SPSS para el análisis estadístico de las hipótesis (numeral 4.4).

Tabla 15. Datos obtenidos en laboratorio para la mezcla asfáltica convencional y con sustitución de agregado por residuos de cerámico.

Grupos	Peso específico (g/cm ³)	Vacíos (%)	Vacíos de material agregado compactado (%)	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (kg)	Estabilidad/flujo (kg/cm)	Desgaste (%)	Relación polvo - asfalto
MAC convencional	2.322	3.90	14.90	73.60	11.40	1095.00	2439.00	4.02	1.01
	2.323	3.90	14.90	73.80	11.40	1091.00	2423.00	4.41	
	2.320	4.00	15.00	73.30	11.50	1101.00	2437.00	4.59	
MAC + 10 % de RC	2.318	4.30	15.20	71.90	10.90	1111.00	2589.00	3.76	1.13
	2.318	4.30	15.20	71.90	11.00	1100.00	2540.00	3.49	
	2.322	4.10	15.00	72.70	10.80	1120.00	2634.00	3.07	
MAC + 20 % de RC	2.315	4.50	15.30	70.40	10.00	1134.00	2880.00	2.68	1.14
	2.316	4.50	15.30	70.60	10.60	1145.00	2744.00	2.76	
	2.314	4.60	15.30	70.30	10.50	1186.00	2869.00	2.49	
MAC + 30 % de RC	2.312	4.90	15.40	68.50	11.90	923.00	1970.00	2.84	1.18
	2.309	5.00	15.50	68.00	12.50	955.00	1941.00	2.64	
	2.309	5.00	15.50	68.00	12.30	982.00	2028.00	2.32	
								2.67	

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Variación del peso específico en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico

En la siguiente tabla se tiene los resultados del peso específico de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de aquellas donde se sustituyó el agregado por residuos de cerámico:

Tabla 16. Peso específico de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Peso específico (g/cm ³)	Desviación estándar del peso específico (g/cm ³)	Promedio del peso específico (g/cm ³)	Variación del peso específico (%)
MAC convencional	2.322 2.323 2.32	0.002	2.322	0.00
MAC + 10 % de RC	2.318 2.318 2.322	0.002	2.319	-0.10
MAC + 20 % de RC	2.315 2.316 2.314	0.001	2.315	-0.29
MAC + 30 % de RC	2.312 2.309 2.309	0.002	2.310	-0.50

Según la siguiente figura se tiene que la sustitución de agregados por residuos de cerámico en la mezcla asfáltica en caliente, reduce su peso específico.

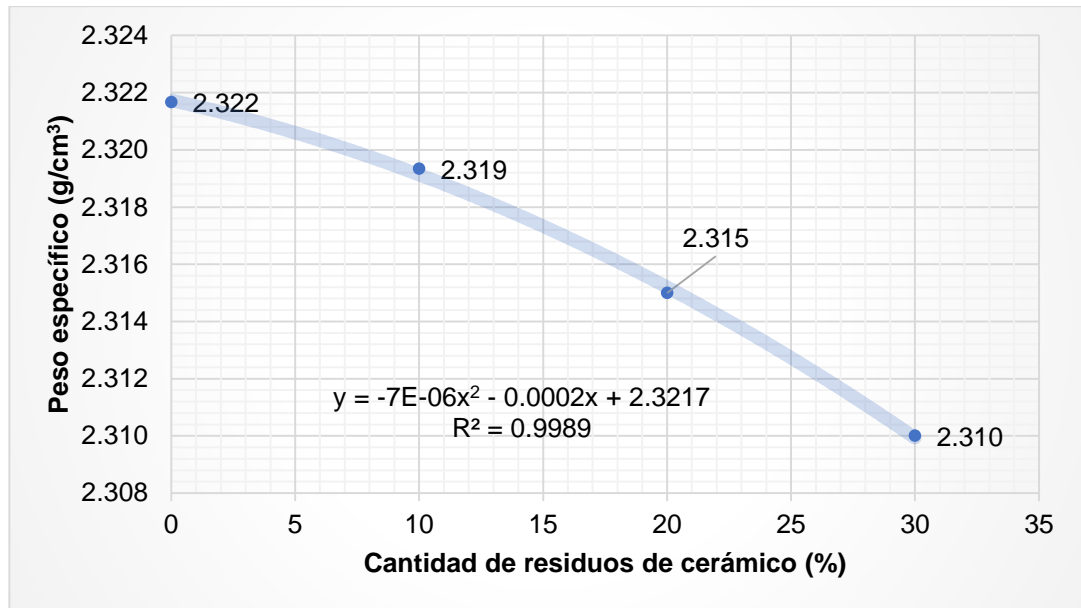


Figura 11. Peso específico de las mezclas asfálticas en caliente.

En la Figura 12 se muestra que al sustituir 10 % del agregado en la mezcla asfáltica en caliente, el peso específico se reduce en 0.10 %, con 20 % se reduce en 0.29 % y con 30 % se reduce en 0.50 % respecto a lo obtenido para la mezcla asfáltica en caliente convencional.

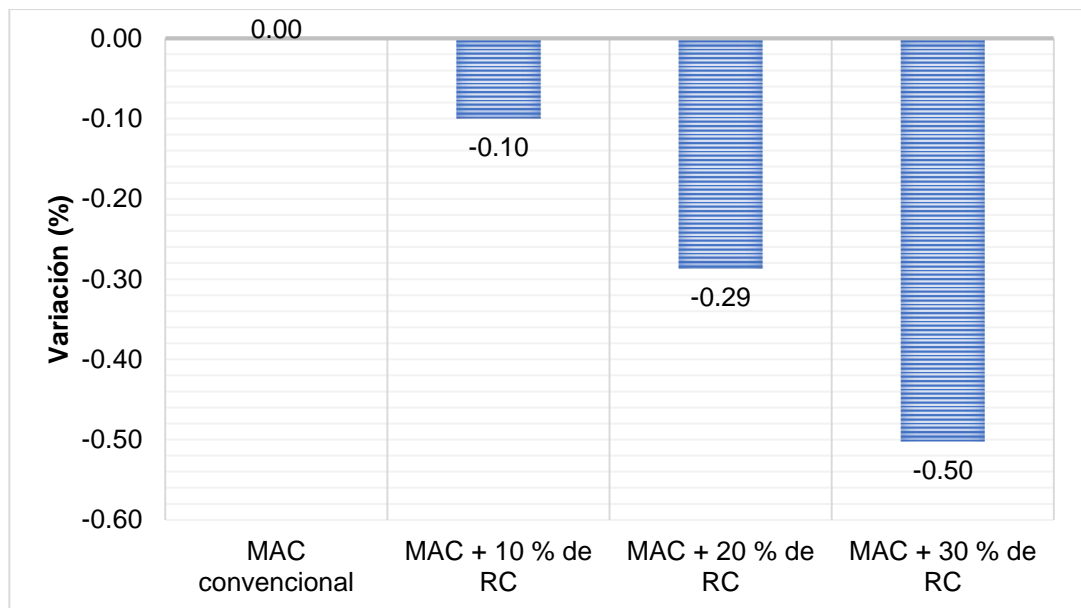


Figura 12. Variación porcentual del específico de las mezclas asfálticas en caliente.

4.2. Variación de la rigidez en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico

Para determinar la variación de la rigidez de las mezclas asfálticas evaluadas, se consideró la estabilidad y flujo, tal como se señala:

4.2.1. Estabilidad de las mezclas asfálticas

La Tabla 17 muestra los resultados de la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional y de aquellas donde se sustituyó 10 %, 20 % y 30 % de agregado por residuos de cerámico:

Tabla 17. Estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Estabilidad (kg)	Desviación estándar de la estabilidad (kg)	Promedio de la estabilidad (kg)	Variación de estabilidad (%)
MAC convencional	1095.00 1091.00 1101.00	5.03	1095.67	0.00
MAC + 10 % de RC	1111.00 1100.00 1120.00	10.02	1110.33	1.34
MAC + 20 % de RC	1134.00 1145.00 1186.00	27.40	1155.00	5.42
MAC + 30 % de RC	923.00 955.00 982.00	29.54	953.33	-12.99

En la siguiente figura se muestra que la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente se incrementa al sustituir 10 % y 20 % el agregado por residuos de cerámico; mientras que, con 30 % se reduce.

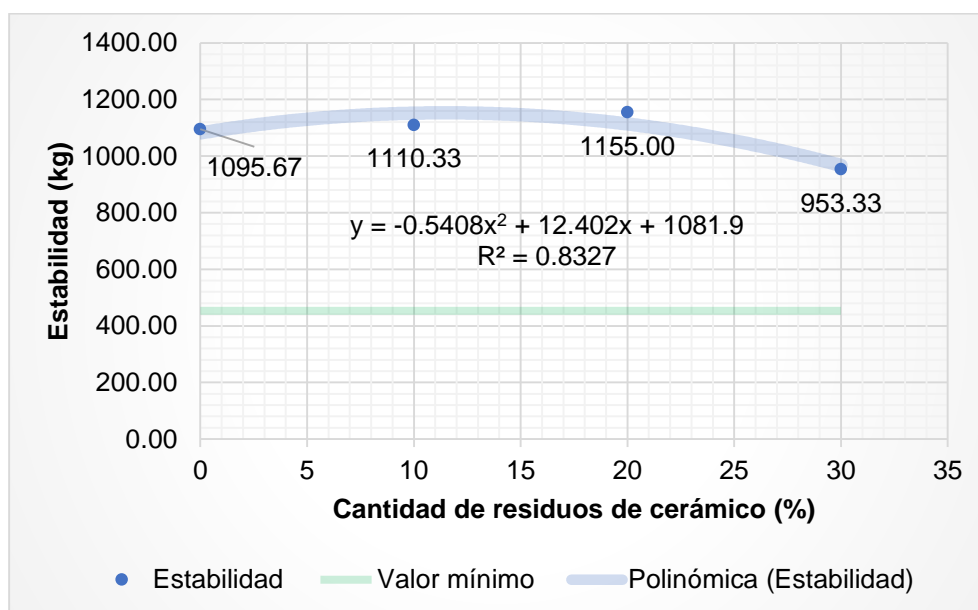


Figura 13. Estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente.

La Figura 14 muestra que al sustituir 10 % de agregados por residuos de cerámico, la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente se incrementa en 1.34 %, con 20 % se incrementa en 5.42 % y con 30 % se reduce en 12.99 %.

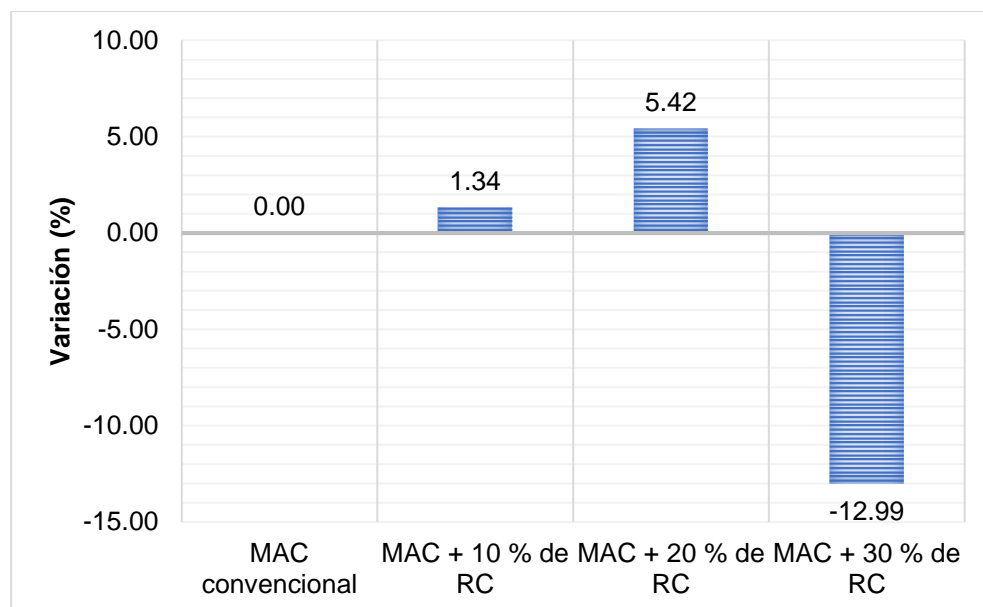


Figura 14. Variación de la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente.

4.2.2. Flujo de las mezclas asfálticas

En la Tabla 18 se detalla los resultados obtenidos en cuanto al flujo de las mezclas asfálticas, sin y con sustitución del agregado por los residuos de cerámico.

Tabla 18. Flujo de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Flujo (mm)	Desviación estándar del flujo (mm)	Promedio de flujo (mm)	Variación de flujo (%)
MAC convencional	11.40 11.40 11.50	0.06	11.43	0.00
MAC + 10 % de RC	10.90 11.00 10.80	0.10	10.90	-4.66
MAC + 20 % de RC	10.00 10.60 10.50	0.32	10.37	-9.33
MAC + 30 % de RC	11.90 12.50 12.30	0.31	12.23	7.00

En la siguiente figura se muestra que el flujo de las mezclas asfálticas en caliente se reduce al sustituir 10 % y 20 %, a diferencia

de 30 % cuando se incrementa por la sustitución del agregado por los residuos de cerámico.

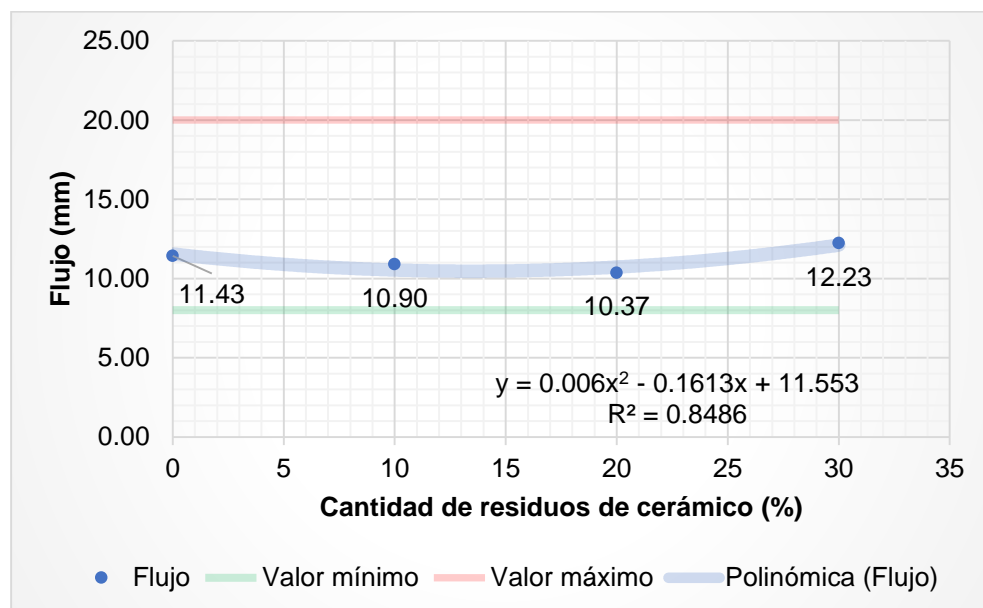


Figura 15. Flujo de las mezclas asfálticas en caliente.

Asimismo, en la Figura 16 se tiene que al sustituir el 10 % del agregado por residuos de cerámico en la mezcla asfáltica en caliente, se reduce el flujo en 4.66 %, con 20 % se reduce en 9.33 % y con 30 % se incrementa en 7 % en relación de la mezcla asfáltica convencional.

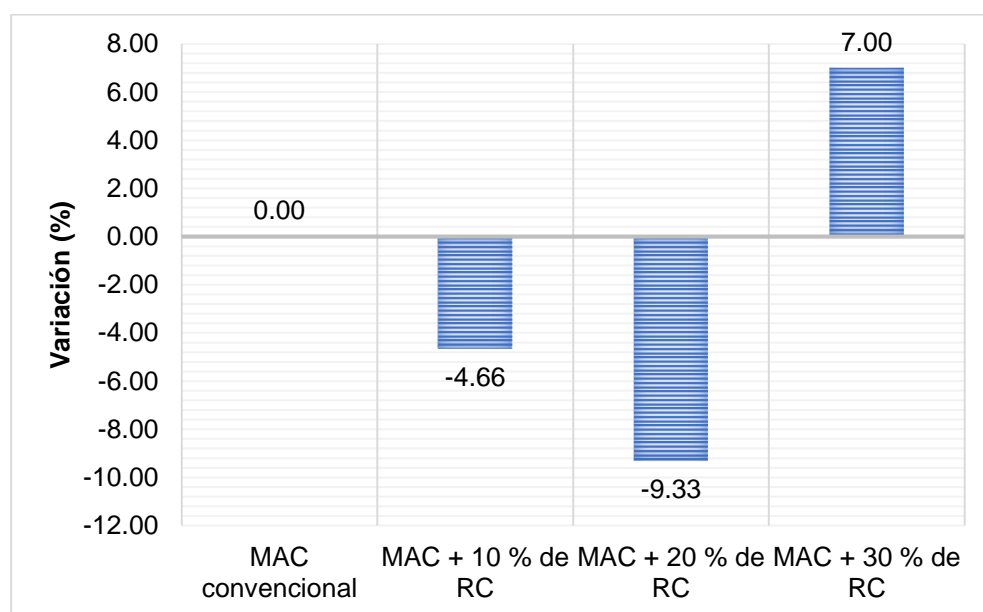


Figura 16. Variación del flujo de las mezclas asfálticas en caliente.

4.2.3. Rigidez de las mezclas asfálticas

Obtenido la estabilidad y el flujo de las mezclas, se tiene la rigidez, cuyos resultados se especifican en la siguiente tabla:

Tabla 19. Rigidez de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Estabilidad/flujo (kg/cm)	Desviación estándar de la estabilidad/flujo (kg)	Promedio de la estabilidad/flujo (kg/cm)	Variación de estabilidad/flujo (%)
MAC convencional	2439.00 2423.00 2437.00	8.72	2433.00	0.00
MAC + 10 % de RC	2589.00 2540.00 2634.00	47.01	2587.67	6.36
MAC + 20 % de RC	2880.00 2744.00 2869.00	75.54	2831.00	16.36
MAC + 30 % de RC	1970.00 1941.00 2028.00	44.30	1979.67	-18.63

La Figura 17 muestra que la rigidez se incrementa a medida que se sustituye 10 y 20 % de los agregados por los residuos de cerámico, mientras que con 30 % se reduce; no obstante, se encuentran dentro de lo normado.

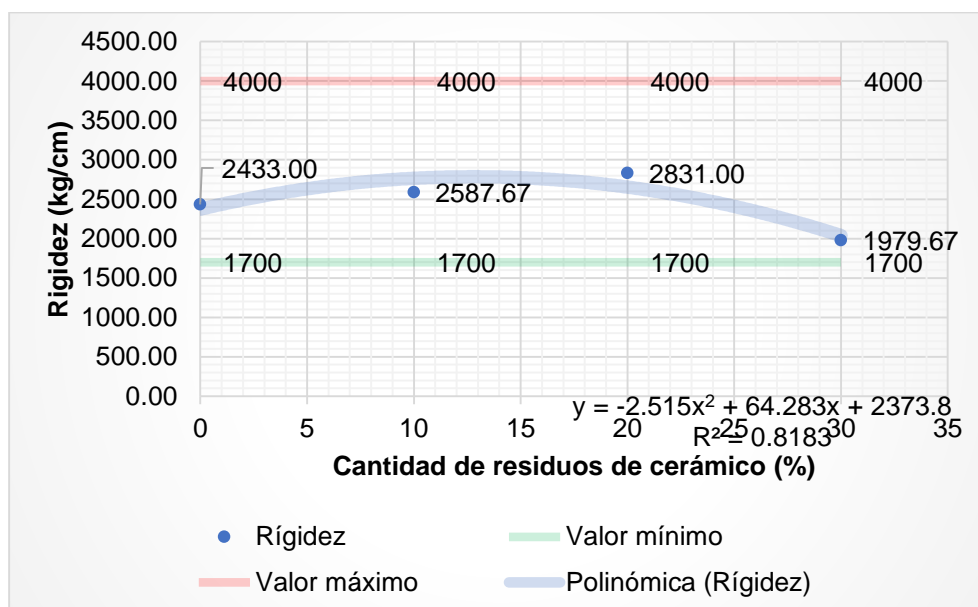


Figura 17. Rigidez de las mezclas asfálticas en caliente.

En la siguiente figura se especifica que con 10 % de residuos de cerámico, se acentúa la rigidez de la mezcla asfáltica en 6.36 %, con

20 % se incrementa en 16.36 % y con 30 % se reduce en 18.63 % en relación a la mezcla asfáltica convencional.

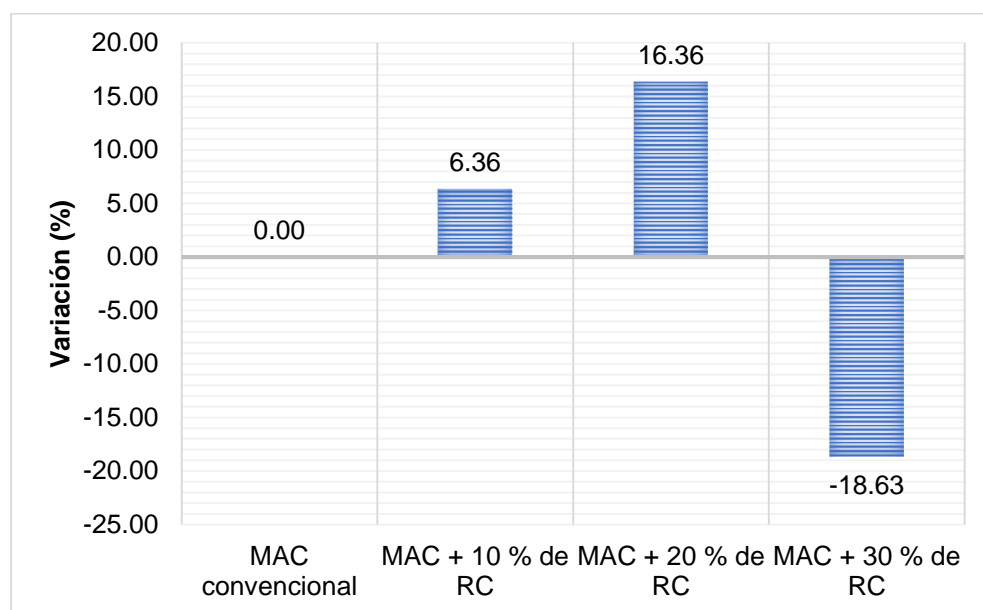


Figura 18. Variación de la rigidez de las mezclas asfálticas en caliente.

4.3. Variación de los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico

4.3.1. Vacíos de las mezclas asfálticas en caliente

La Tabla 20 muestra los valores obtenidos, la desviación estándar de los mismos, el promedio y la variación respecto a la MAC convencional del contenido de vacíos en la mezcla asfáltica.

Tabla 20. Vacíos de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Vacíos (%)	Desviación estándar del contenido de vacíos (%)	Promedio del contenido de vacíos (%)	Variación del contenido de vacíos (%)
MAC convencional	3.90	0.06	3.93	0.00
	3.90			
	4.00			
MAC + 10 % de RC	4.30	0.12	4.23	7.63
	4.30			
	4.10			
MAC + 20 % de RC	4.50	0.06	4.53	15.25
	4.50			
	4.60			
MAC + 30 % de RC	4.90	0.06	4.97	26.27
	5.00			
	5.00			

Según la siguiente figura se deduce que a mayor sustitución de los agregados por los residuos de cerámico se incrementa el contenido de vacíos en la mezcla asfáltica.

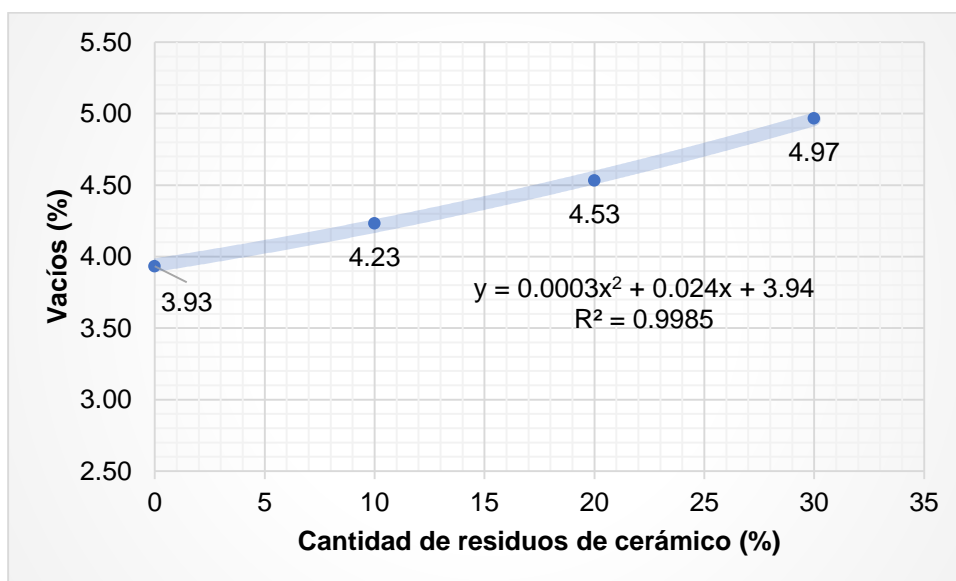


Figura 19. Vacíos de las mezclas asfálticas en caliente.

Por consiguiente, en la siguiente figura se especifica que con 10 % de residuos de cerámico respecto al agregado en la mezcla asfáltica, los vacíos se incrementan en 7.63 %, con 20 % en 15.25 % y con 30 % en 26.27 %.

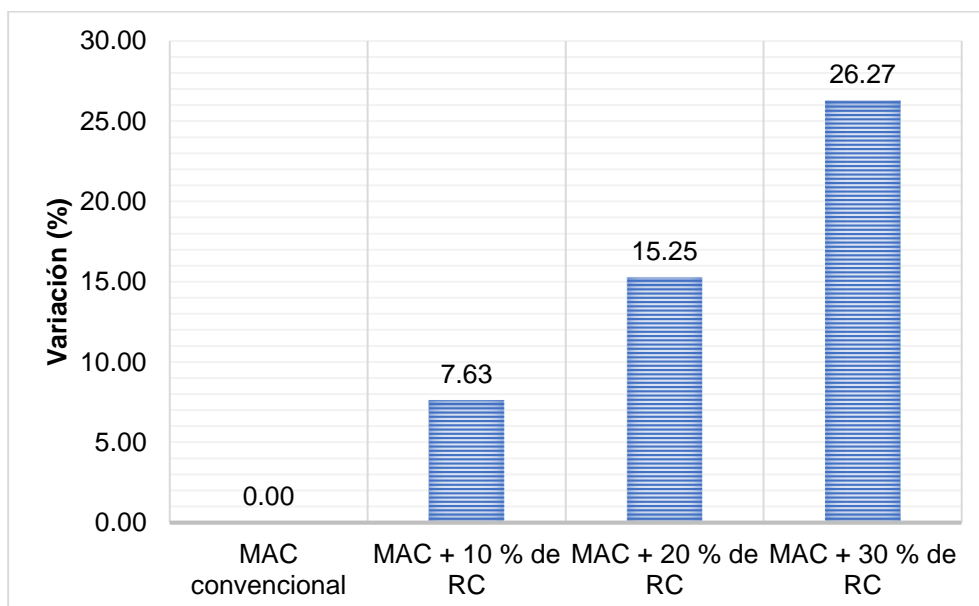


Figura 20. Variación de los vacíos de las mezclas asfálticas en caliente.

4.3.2. Vacíos del material agregado compactado en las mezclas asfálticas en caliente

Los resultados de los vacíos del material agregado compactado en las mezclas asfálticas en caliente se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 21. Vacíos del material agregado compactado de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Vacíos de material agregado compactado (%)	Desviación estándar de los vacíos de material agregado compactado (%)	Promedio de vacíos de material agregado compactado (%)	Variación de vacíos de material agregado compactado (%)
MAC convencional	14.90 14.90 15.00	0.06	14.93	0.00
MAC + 10 % de RC	15.20 15.20 15.00	0.12	15.13	1.34
MAC + 20 % de RC	15.30 15.30 15.30	0.00	15.30	2.46
MAC + 30 % de RC	15.40 15.50 15.50	0.06	15.47	3.57

La Figura 21 muestra que la sustitución del agregado por residuos de cerámico, incrementa el contenido de vacíos del material agregado compactado en las mezclas asfálticas en caliente.

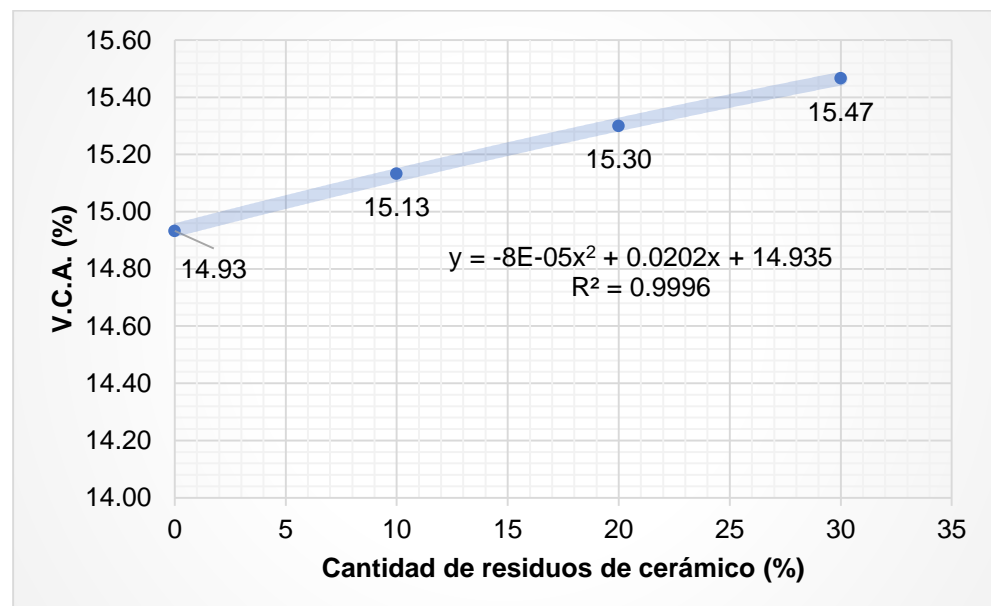


Figura 21. Vacíos del material agregado compactado de las mezclas asfálticas en caliente.

De la siguiente figura, se tiene que 10 % de residuos de cerámico, incrementa 1.34 % los vacíos del material agregado compactado, 20 % incrementa en 2.46 % y 30 % incrementa en 3.57 %.

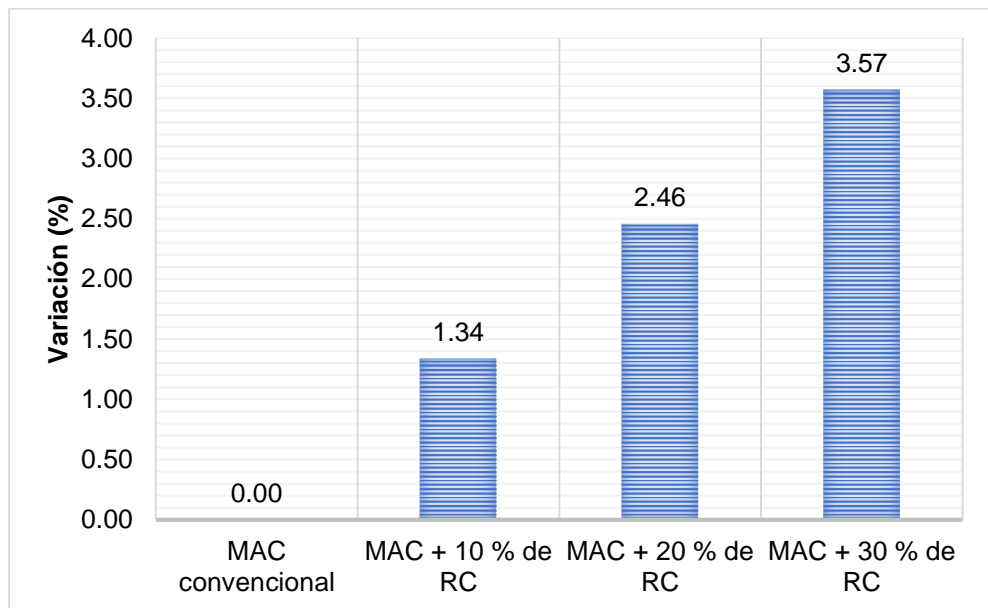


Figura 22. Variación de los vacíos del material agregado compactado de las mezclas asfálticas en caliente.

4.3.3. Vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas en caliente

Del mismo modo, en la siguiente tabla se tiene lo referido a los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas consideradas:

Tabla 22. Vacíos llenos de cemento asfáltico de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Desviación estándar de vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Promedio de vacíos llenos de cemento asfáltico (%)	Variación de vacíos llenos de cemento asfáltico (%)
MAC convencional	73.60 73.80 73.30	0.25	73.57	0.00
MAC + 10 % de RC	71.90 71.90 72.70	0.46	72.17	-1.90
MAC + 20 % de RC	70.40 70.60 70.30	0.15	70.43	-4.26
MAC + 30 % de RC	68.50 68.00 68.00	0.29	68.17	-7.34

De la siguiente figura se deduce que, el contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico se reduce a medida que se incrementa la sustitución de los agregados por residuos de cerámico.

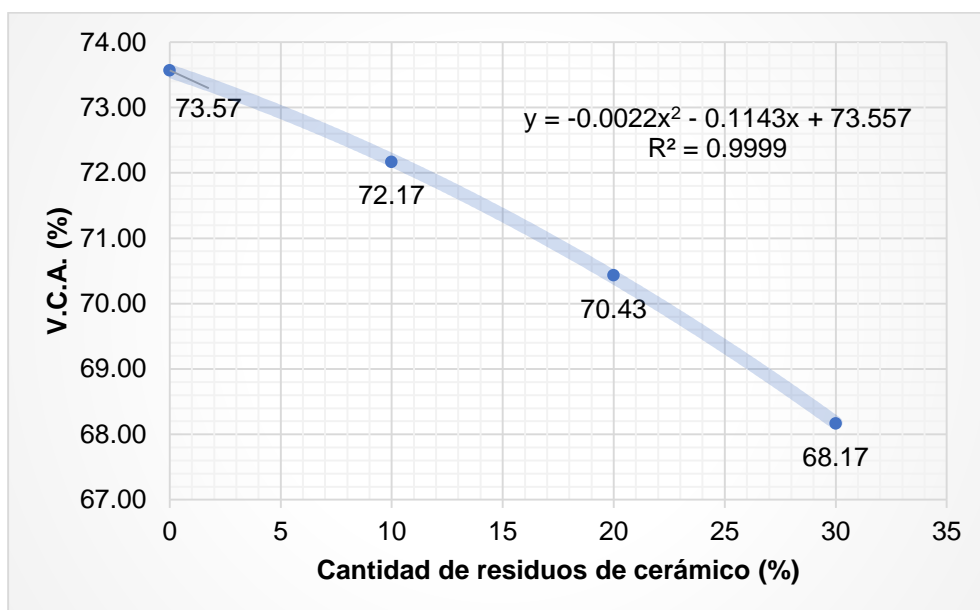


Figura 23. Vacíos llenos de cemento asfáltico de las mezclas asfálticas en caliente.

La Figura 24 denota que, 10 % de residuos de cerámico en la mezcla asfáltica en caliente, reduce en 1.90 % el contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico, mientras que con 20 % se reduce en 4.26 % y con 30 % se reduce en 7.34 % de lo obtenido para la mezcla asfáltica convencional.

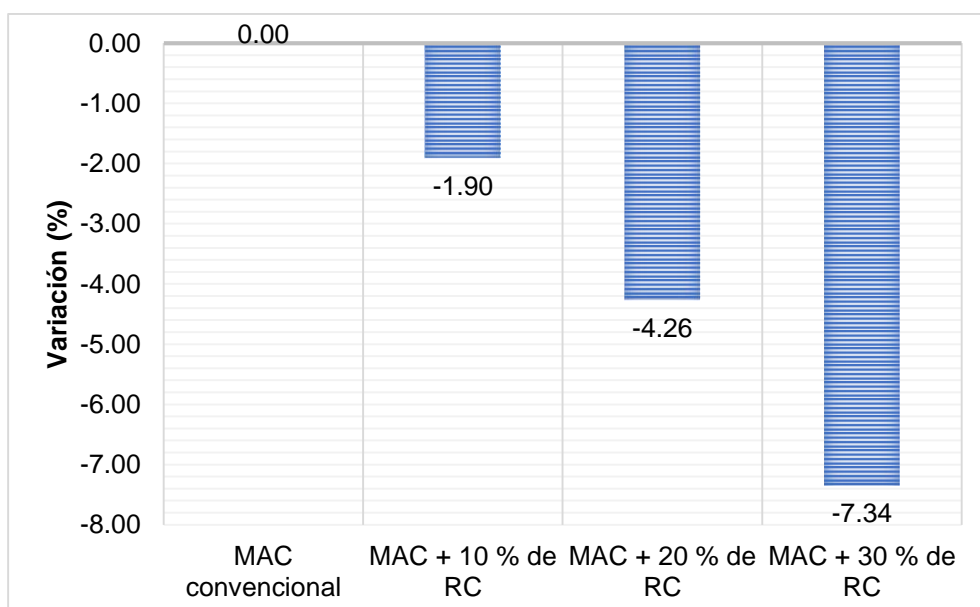


Figura 24. Variación de los vacíos llenos de cemento asfáltico de las mezclas asfálticas en caliente.

4.4. Variación de la concentración de filler en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico

En cuanto a la concentración de filler, en la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos, así como la variación respecto a la mezcla asfáltica convencional:

Tabla 23. Concentración de filler de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Relación polvo - asfalto	Variación de polvo - asfalto (%)
MAC convencional	1.01	0.00
MAC + 10 % de RC	1.13	11.88
MAC + 20 % de RC	1.14	12.87
MAC + 30 % de RC	1.18	16.83

La Figura 25 muestra el incremento de la concentración de filler en las mezclas asfálticas debido a la sustitución del agregado por residuos de cerámico; además de que se encuentra dentro de lo normado.

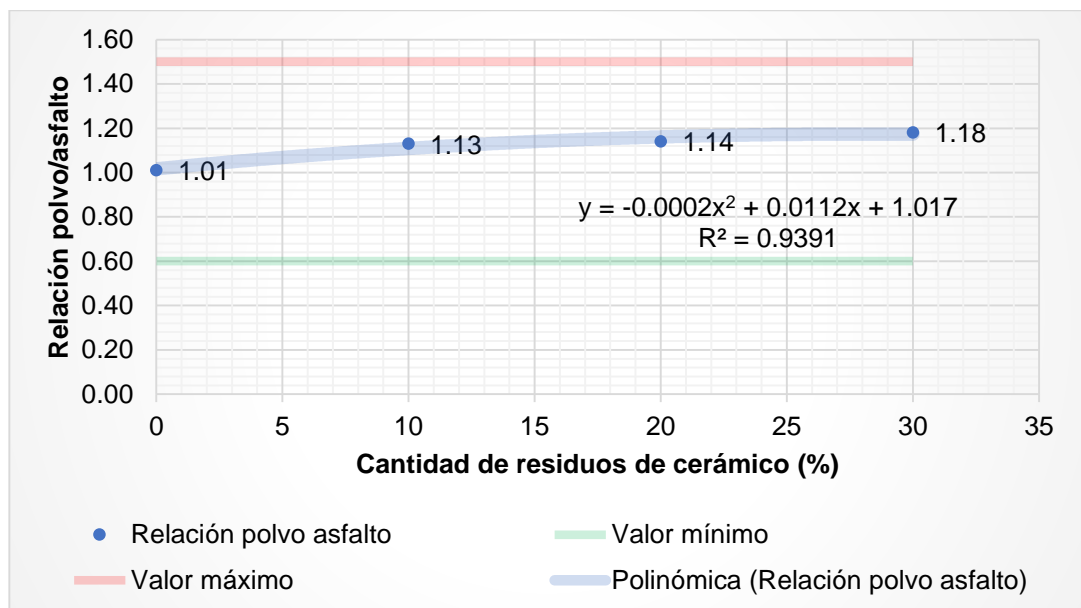


Figura 25. Concentración de filler de las mezclas asfálticas en caliente.

En la Figura 26 se muestra que al sustituir 10 % del agregado por residuos de cerámico, se incrementa la concentración de filler en 11.88 %, mientras que, con 20 % se incrementa en 12.87 % y con 30 % se incrementa en 16.83 % respecto a lo obtenido para la mezcla asfáltica convencional.

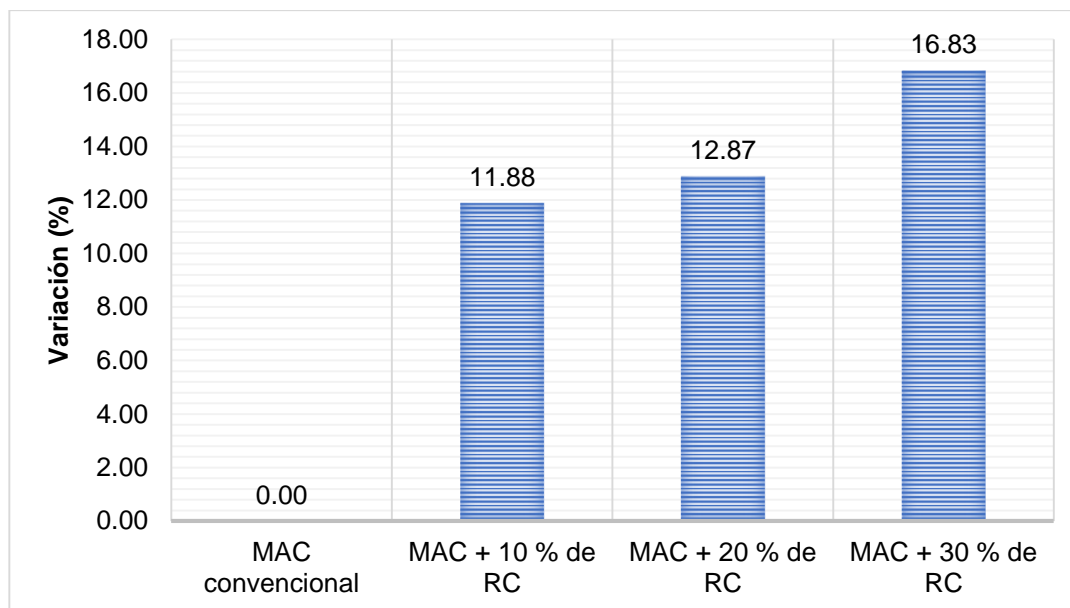


Figura 26. Variación de la concentración de filler de las mezclas asfálticas en caliente.

4.5. Desgaste de las mezclas asfálticas

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos en cuanto al desgaste en las mezclas asfálticas, así como la desviación estándar, el promedio y la variación en relación de la mezcla asfáltica convencional:

Tabla 24. Desgaste de las mezclas asfálticas en caliente.

Grupos	Desgaste (%)	Desviación estándar de desgaste (%)	Promedio del desgaste (%)	Variación de desgaste (%)
MAC convencional	4.02 4.41 4.59 3.76	0.38	4.20	0.00
MAC + 10 % de RC	3.76 3.49 3.07 3.06	0.34	3.35	-20.26
MAC + 20 % de RC	2.68 2.76 2.49 2.72	0.12	2.66	-36.53
MAC + 30 % de RC	2.84 2.64 2.32 2.67	0.22	2.62	-37.60

Acorde a la siguiente figura se deduce que el desgaste de las mezclas asfálticas en caliente se reduce a medida que se incrementa el contenido de residuos de cerámico.

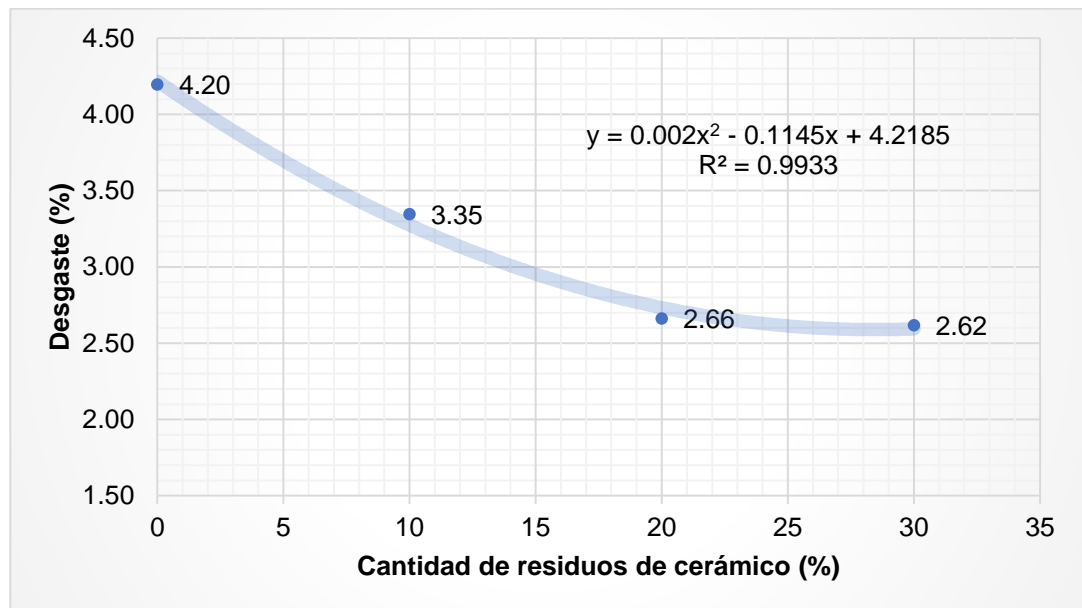


Figura 27. Desgaste de las mezclas asfálticas en caliente.

La Figura 28 detalla los valores de variación del desgaste en las mezclas asfálticas en caliente al sustituir el agregado por residuos de cerámico, es así que, con 10 % se reduce en 20.26 %, con 20 % se reduce en 36.53 % y con 30 % se reduce en 37.60 %, esto en concordancia de lo obtenido para la mezcla asfáltica convencional.

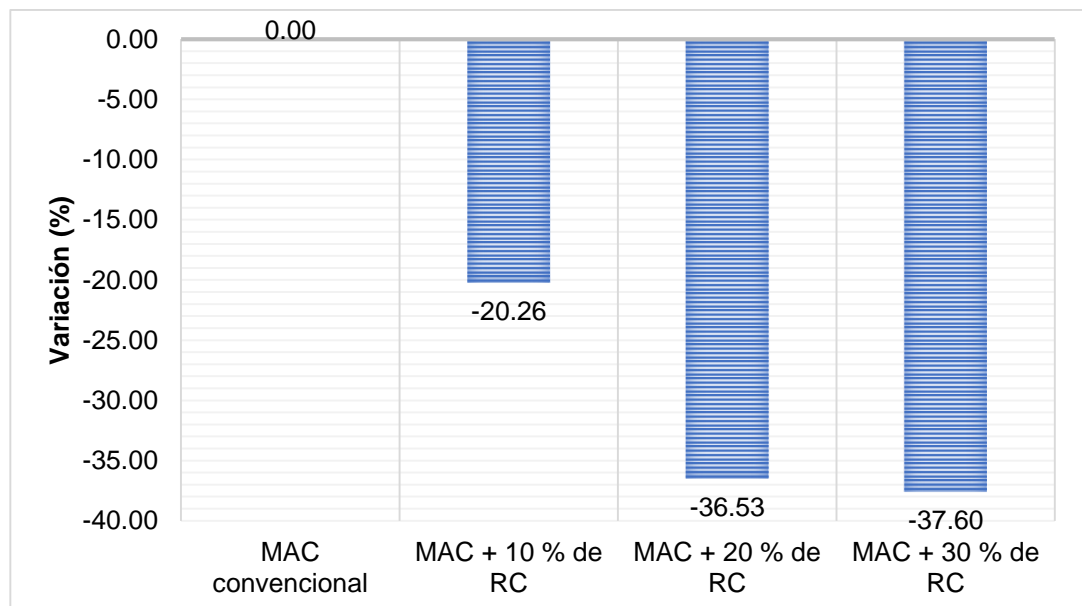


Figura 28. Variación del desgaste de las mezclas asfálticas en caliente.

4.6. Contrastación de hipótesis

4.6.1. Hipótesis específica “a”

Planteada la hipótesis:

Hi: La variación del peso específico en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico no es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

H0: La variación del peso específico en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

Se muestra la siguiente tabla que, según la prueba de ANOVA de un factor, la significancia obtenida es de 0.00 representando que existe diferencias significativas entre los grupos considerados; por ende se acepta la hipótesis nula planteada respecto a que la variación del peso específico en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 25. ANOVA para la hipótesis específica “a”.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.00	3.00	0.00	27.16	0.00
Dentro de grupos	0.00	8.00	0.00		
Total	0.00	11.00			

Por consiguiente, en la siguiente tabla se detalla la comparación de grupos en cuanto al peso específico, considerando el grupo patrón representado por la MAC convencional y las mezclas asfálticas con 10 %, 20 % y 30 % de residuos de cerámico, donde se evidencia que se encontró reducciones significativas del peso específico cuando se sustituyó 20 % y 30 % de agregados.

Tabla 26. Comparación de grupos según el peso específico.

(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
MAC convencional	MAC + 10 % de RC	0.00	0.00	0.40	0.00	0.01
	MAC + 20 % de RC	0.01*	0.00	0.01	0.00	0.01
	MAC + 30 % de RC	0.01*	0.00	0.00	0.01	0.02
MAC + 10 % de RC	MAC convencional	0.00	0.00	0.40	-0.01	0.00
	MAC + 20 % de RC	0.00	0.00	0.06	0.00	0.01
	MAC + 30 % de RC	0.01*	0.00	0.00	0.00	0.01
MAC + 20 % de RC	MAC convencional	-0.01*	0.00	0.01	-0.01	0.00
	MAC + 10 % de RC	0.00	0.00	0.06	-0.01	0.00
	MAC + 30 % de RC	0.01*	0.00	0.03	0.00	0.01
MAC + 30 % de RC	MAC convencional	-0.01*	0.00	0.00	-0.02	-0.01
	MAC + 10 % de RC	-0.01*	0.00	0.00	-0.01	0.00
	MAC + 20 % de RC	-0.01*	0.00	0.03	-0.01	0.00

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Por último, en la siguiente tabla se tiene los subconjuntos homogéneos donde se evidencia que, según el peso específico se tiene tres subconjuntos homogéneos, donde el primer grupo está representado por la MAC + 30 % de RC, el segundo grupo por la MAC + 20 % y 10 % de RC, mientras que, el tercer grupo por la MAC convencional y MAC + 10 de RC.

Tabla 27. Subconjuntos homogéneos respecto al peso específico.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
MAC + 30 % de RC	3	2.31		
MAC + 20 % de RC	3		2.32	
MAC + 10 % de RC	3		2.32	2.32
MAC convencional	3			2.32
Sig.		1.00	0.06	0.40

4.6.2. Hipótesis específica “b”

Planteada la hipótesis:

Hi: La variación de la rigidez en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

H0: La variación de la rigidez en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico no es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

Entonces, según la siguiente tabla se tiene que tanto el flujo, la estabilidad y rigidez se han modificado significativamente al contar con una significancia menor a 0.05, por consiguiente se acepta la hipótesis de la investigación respecto a que la variación de la rigidez en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 28. ANOVA de un factor para la hipótesis específica “b”.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Flujo	Entre grupos	5.71	3	1.90	36.23	0.00
	Dentro de grupos	0.42	8	0.05		
	Total	6.13	11			
Estabilidad	Entre grupos	68480.92	3	22826.97	52.21	0.00
	Dentro de grupos	3498.00	8	437.25		
	Total	71978.92	11			
Estabilidad/flujo	Entre grupos	1156110.33	3	385370.11	154.83	0.00
	Dentro de grupos	19911.33	8	2488.92		
	Total	1176021.67	11			

Adicionalmente, en la Tabla 29 se detalla la comparación de grupos en cuanto al flujo, estabilidad y rigidez de las mezclas asfálticas, la diferencia de medias encontradas y la significancia de las mismas.

Tabla 29. Comparación de grupos respecto al flujo, estabilidad y estabilidad/flujo.

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza		
					Límite inferior	Límite superior	
Flujo	MAC convencional	MAC + 10 % de RC	0.53	0.19	0.08	-0.07	1.13
		MAC + 20 % de RC	1.07*	0.19	0.00	0.47	1.67
		MAC + 30 % de RC	-0.80*	0.19	0.01	-1.40	-0.20
	MAC + 10 % de RC	MAC convencional	-0.53	0.19	0.08	-1.13	0.07
		MAC + 20 % de RC	0.53	0.19	0.08	-0.07	1.13
		MAC + 30 % de RC	-1.33*	0.19	0.00	-1.93	-0.73
	MAC + 20 % de RC	MAC convencional	-1.07*	0.19	0.00	-1.67	-0.47
		MAC + 10 % de RC	-0.53	0.19	0.08	-1.13	0.07
		MAC + 30 % de RC	-1.87*	0.19	0.00	-2.47	-1.27
	MAC + 30 % de RC	MAC convencional	0.80*	0.19	0.01	0.20	1.40
		MAC + 10 % de RC	1.33*	0.19	0.00	0.73	1.93
		MAC + 20 % de RC	1.87*	0.19	0.00	1.27	2.47
Estabilidad	MAC convencional	MAC + 10 % de RC	-14.67	17.07	0.83	-69.34	40.01
		MAC + 20 % de RC	-59.33*	17.07	0.03	-114.01	-4.66
		MAC + 30 % de RC	142.33*	17.07	0.00	87.66	197.01
	MAC + 10 % de RC	MAC convencional	14.67	17.07	0.83	-40.01	69.34
		MAC + 20 % de RC	-44.67	17.07	0.11	-99.34	10.01
		MAC + 30 % de RC	157.00*	17.07	0.00	102.33	211.67
	MAC + 20 % de RC	MAC convencional	59.33*	17.07	0.03	4.66	114.01
		MAC + 10 % de RC	44.67	17.07	0.11	-10.01	99.34
		MAC + 30 % de RC	201.67*	17.07	0.00	146.99	256.34
	MAC + 30 % de RC	MAC convencional	-142.33*	17.07	0.00	-197.01	-87.66
		MAC + 10 % de RC	-157.00*	17.07	0.00	-211.67	-102.33
		MAC + 20 % de RC	-201.67*	17.07	0.00	-256.34	-146.99

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Continuación de la Tabla 29.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Estabilidad/flujo	MAC convencional	MAC + 10 % de RC	-154.67*	40.73	0.02	-285.11	-24.22
		MAC + 20 % de RC	-398.00*	40.73	0.00	-528.45	-267.55
		MAC + 30 % de RC	453.33*	40.73	0.00	322.89	583.78
	MAC + 10 % de RC	MAC convencional	154.67*	40.73	0.02	24.22	285.11
		MAC + 20 % de RC	-243.33*	40.73	0.00	-373.78	-112.89
		MAC + 30 % de RC	608.00*	40.73	0.00	477.55	738.45
	MAC + 20 % de RC	MAC convencional	398.00*	40.73	0.00	267.55	528.45
		MAC + 10 % de RC	243.33*	40.73	0.00	112.89	373.78
		MAC + 30 % de RC	851.33*	40.73	0.00	720.89	981.78
	MAC + 30 % de RC	MAC convencional	-453.33*	40.73	0.00	-583.78	-322.89
		MAC + 10 % de RC	-608.00*	40.73	0.00	-738.45	-477.55
		MAC + 20 % de RC	-851.33*	40.73	0.00	-981.78	-720.89

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De acuerdo a la Tabla 30, se tiene que las mezclas asfálticas respecto al flujo representan tres grupos homogéneos, donde el primer grupo está conformado por las mezclas donde se sustituyó 20 % y 10 % de residuos de cerámico, el segundo grupo por la MAC convencional y con 10 % de RC, mientras que el tercer grupo por la MAC con 30 % de residuos de cerámico.

Tabla 30. Subconjuntos homogéneos respecto al flujo de la mezcla asfáltica.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
MAC + 20 % de RC	3	10.37		
MAC + 10 % de RC	3	10.90	10.90	
MAC convencional	3		11.43	
MAC + 30 % de RC	3			12.23
Sig.		0.08	0.08	1.00

Mientras que, en la siguiente tabla se muestra que en relación a la estabilidad de las mezclas asfálticas se cuenta con tres grupos homogéneos, el primero conformado por la MAC + 30 % de RC, el segundo por la MAC convencional y MAC + 10 % de RC, finalmente, el tercer grupo por la MAC + 10 % y 20 % de RC.

Tabla 31. Subconjuntos homogéneos respecto a la estabilidad de la mezcla asfáltica.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
MAC + 30 % de RC	3	953.33		
MAC convencional	3		1095.67	
MAC + 10 % de RC	3		1110.33	1110.33
MAC + 20 % de RC	3			1155.00
Sig.		1.00	0.83	0.11

Asimismo, la Tabla 32 muestra que respecto a la rigidez de las mezclas asfálticas se cuenta con cuatro grupos homogéneos, el primero conformado por la MAC + 30 % de RC, el segundo por la MAC convencional, el tercer grupo por la MAC + 10 % de RC, y el cuarto grupo por la MAC + 20 %.

Tabla 32. Subconjuntos homogéneos respecto a la rigidez de la mezcla asfáltica.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
MAC + 30 % de RC	3	1979.67			
MAC convencional	3		2433.00		
MAC + 10 % de RC	3			2587.67	
MAC + 20 % de RC	3				2831.00
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

4.6.3. Hipótesis específica “c”

Planteada la hipótesis:

Hi: La variación de los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico

no es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

H0: La variación de los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

De la Tabla 33 se tiene que la significancia para el contenido de vacíos, vacíos de material agregado compactado y vacíos llenos de cemento asfáltico fue menor a 0.05, representando que los residuos de cerámico modifican estas propiedades; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula planteada respecto a que la variación de los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 33. ANOVA de un factor para la hipótesis específica "c".

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Vacíos	Entre grupos	1.75	3	0.58	100.00	0.00
	Dentro de grupos	0.05	8	0.01		
	Total	1.80	11			
Vacíos de material agregado compactado	Entre grupos	0.47	3	0.16	31.28	0.00
	Dentro de grupos	0.04	8	0.00		
	Total	0.51	11			
Vacíos llenos de cemento asfáltico	Entre grupos	48.81	3	16.27	169.77	0.00
	Dentro de grupos	0.77	8	0.10		
	Total	49.58	11			

Del mismo modo, en la siguiente tabla se muestra la comparación de grupos en cuanto a los vacíos, vacíos de material agregado compactado y vacíos llenos de cemento asfáltico; así como la diferencia de medias y la significancia obtenida:

Tabla 34. Comparación de grupos según el contenido de vacíos en la mezcla asfáltica.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Vacíos	MAC convencional	MAC + 10 % de RC	0.30*	0.06	0.01	-0.50	-0.10
		MAC + 20 % de RC	0.60*	0.06	0.00	-0.80	-0.40
		MAC + 30 % de RC	-1.03*	0.06	0.00	-1.23	-0.83
	MAC + 10 % de RC	MAC convencional	0.30*	0.06	0.01	0.10	0.50
		MAC + 20 % de RC	-0.30*	0.06	0.01	-0.50	-0.10
		MAC + 30 % de RC	-0.73*	0.06	0.00	-0.93	-0.53
	MAC + 20 % de RC	MAC convencional	0.60*	0.06	0.00	0.40	0.80
		MAC + 10 % de RC	0.30*	0.06	0.01	0.10	0.50
		MAC + 30 % de RC	-0.43*	0.06	0.00	-0.63	-0.23
	MAC + 30 % de RC	MAC convencional	1.03*	0.06	0.00	0.83	1.23
		MAC + 10 % de RC	0.73*	0.06	0.00	0.53	0.93
		MAC + 20 % de RC	0.43*	0.06	0.00	0.23	0.63
Vacíos de material agregado compactado	MAC convencional	MAC + 10 % de RC	-0.20*	0.06	0.03	-0.38	-0.02
		MAC + 20 % de RC	-0.37*	0.06	0.00	-0.55	-0.18
		MAC + 30 % de RC	-0.53*	0.06	0.00	-0.72	-0.35
	MAC + 10 % de RC	MAC convencional	0.20*	0.06	0.03	0.02	0.38
		MAC + 20 % de RC	-0.17	0.06	0.08	-0.35	0.02
		MAC + 30 % de RC	-0.33*	0.06	0.00	-0.52	-0.15
	MAC + 20 % de RC	MAC convencional	0.37*	0.06	0.00	0.18	0.55
		MAC + 10 % de RC	0.17	0.06	0.08	-0.02	0.35
		MAC + 30 % de RC	-0.17	0.06	0.08	-0.35	0.02
	MAC + 30 % de RC	MAC convencional	0.53*	0.06	0.00	0.35	0.72
		MAC + 10 % de RC	0.33*	0.06	0.00	0.15	0.52
		MAC + 20 % de RC	0.17	0.06	0.08	-0.02	0.35

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Continuación de la Tabla 34.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Vacíos llenos de cemento asfáltico	MAC convencional	MAC + 10 % de RC	1.40*	0.25	0.00	0.59	2.21
		MAC + 20 % de RC	3.13*	0.25	0.00	2.32	3.94
		MAC + 30 % de RC	5.40*	0.25	0.00	4.59	6.21
	MAC + 10 % de RC	MAC convencional	-1.40*	0.25	0.00	-2.21	-0.59
		MAC + 20 % de RC	1.73*	0.25	0.00	0.92	2.54
		MAC + 30 % de RC	4.00*	0.25	0.00	3.19	4.81
	MAC + 20 % de RC	MAC convencional	-3.13*	0.25	0.00	-3.94	-2.32
		MAC + 10 % de RC	-1.73*	0.25	0.00	-2.54	-0.92
		MAC + 30 % de RC	2.27*	0.25	0.00	1.46	3.08
	MAC + 30 % de RC	MAC convencional	-5.40*	0.25	0.00	-6.21	-4.59
		MAC + 10 % de RC	-4.00*	0.25	0.00	-4.81	-3.19
		MAC + 20 % de RC	-2.27*	0.25	0.00	-3.08	-1.46

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Por último, en las siguientes tablas se muestra los subconjuntos homogéneos respecto a los vacíos en las mezclas asfálticas, de los cuales para el contenido de vacíos y vacíos llenos de cemento asfáltico se cuenta con cuatro grupos homogéneos, donde cada una de las mezclas representa un subconjunto. En cuanto a los vacíos del agregado mineral compactado se tiene tres grupos, el primero conformado por la MAC convencional, el segundo por la MAC con 10 % y 20 % de RC, el tercero por la MAC con 20 % y 30 % de RC.

Tabla 35. Subconjuntos homogéneos respecto al contenido de vacíos en las mezclas asfálticas.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
MAC convencional	3	3.93			
MAC + 10 % de RC	3		4.23		
MAC + 20 % de RC	3			4.53	
MAC + 30 % de RC	3				4.97
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 36. Subconjuntos homogéneos respecto al contenido de VMA en las mezclas asfálticas.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
MAC convencional	3	14.93		
MAC + 10 % de RC	3		15.13	
MAC + 20 % de RC	3		15.30	15.30
MAC + 30 % de RC	3			15.47
Sig.		1.00	0.08	0.08

Tabla 37. Subconjuntos homogéneos respecto al contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en la mezcla asfáltica.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
MAC + 30 % de RC	3	68.17			
MAC + 20 % de RC	3		70.43		
MAC + 10 % de RC	3			72.17	
MAC convencional	3				73.57
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

4.6.4. Hipótesis específica “d”

Planteada la hipótesis:

Hi: La variación de la concentración de filler en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

H0: La variación de la concentración de filler en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico no es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

Al no ser posible la comparación de grupos respecto a esta propiedad por contar con una sola medición, se consideró el factor r de relación tal como se muestra en la Figura 25, denotándose el incremento de esta propiedad a medida que se incrementa el

contenido de residuos de cerámico, con un r de 0.97 que representa una correlación positiva muy fuerte entre el contenido de residuos de cerámico con la concentración de filler, por ende se acepta la hipótesis planteada respecto a que, la variación de la concentración de filler en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

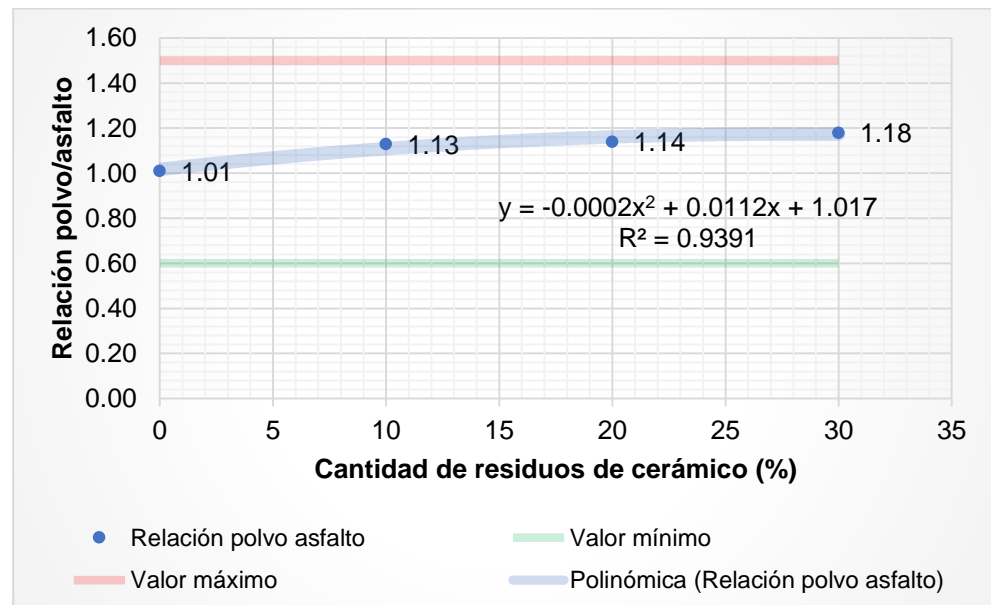


Figura 29. Concentración de filler de las mezclas asfálticas en caliente.

4.6.5. Hipótesis específica “e”

Planteada la hipótesis:

Hi: La variación del desgaste en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico no es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

H0: La variación del desgaste en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

Se tiene la Tabla 38 donde el nivel de significancia obtenido es menor a 0.05, representando que, los residuos de cerámico modifican el desgaste en la mezcla asfáltica en caliente, por ende se acepta la

hipótesis nula de la investigación respecto que, la variación del desgaste en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 38. ANOVA de un factor para la hipótesis específica “e”.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6.56	3.00	2.19	27.42	0.00
Dentro de grupos	0.96	12.00	0.08		
Total	7.51	15.00			

Consecuentemente, la siguiente tabla muestra la comparación de grupos respecto al desgaste de las mezclas asfálticas, además de las diferencias de medias y la significancia de las mismas.

Tabla 39. Comparación de grupos respecto al desgaste de las mezclas asfálticas.

(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
MAC convencional	MAC + 10 % de RC	0.85*	0.20	0.01	0.26	1.44
	MAC + 20 % de RC	1.53*	0.20	0.00	0.94	2.13
	MAC + 30 % de RC	1.58*	0.20	0.00	0.98	2.17
MAC + 10 % de RC	MAC convencional	-0.85*	0.20	0.01	-1.44	-0.26
	MAC + 20 % de RC	0.68*	0.20	0.02	0.09	1.28
	MAC + 30 % de RC	0.73*	0.20	0.02	0.13	1.32
MAC + 20 % de RC	MAC convencional	-1.53*	0.20	0.00	-2.13	-0.94
	MAC + 10 % de RC	-0.68*	0.20	0.02	-1.28	-0.09
	MAC + 30 % de RC	0.04	0.20	1.00	-0.55	0.64
MAC + 30 % de RC	MAC convencional	-1.58*	0.20	0.00	-2.17	-0.98
	MAC + 10 % de RC	-0.73*	0.20	0.02	-1.32	-0.13
	MAC + 20 % de RC	-0.04	0.20	1.00	-0.64	0.55

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Por último, la Tabla 40, muestra tres subconjuntos homogéneos, el primero conformado por la MAC convencional y la MAC + 10 % de RC, el segundo conformado por la MAC + 20 % de RC y el tercero por la MAC + 30 % de RC.

Tabla 40. Subconjuntos homogéneos respecto al desgaste de las mezclas asfálticas.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
MAC convencional	4	2.62		
MAC + 10 % de RC	4	2.66		
MAC + 20 % de RC	4		3.35	
MAC + 30 % de RC	4			4.20
Sig.		1.00	1.00	1.00

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En primer lugar, se diseñó la mezcla asfáltica convencional para un nivel de tránsito bajo, optándose por dosificaciones de cemento asfáltico de 5 %, 5.5 %, 6 %, 6.5 % y 7 %, lográndose obtener un contenido óptimo de 6.4 %; valor con el cual se continuó con la elaboración de las demás mezclas asfálticas en caliente donde se reemplazó el agregado grueso por residuos de cerámico en 10 %, 20 % y 30 %, obteniéndose que, el peso específico se vio reducida en 0.10 %, 0.29 % y 0.50 %, tal como se muestra en la Tabla 16; las cuales fueron significativas estadísticamente.

En cuanto a la rigidez de las mezclas asfálticas en caliente, según la Tabla 17, la estabilidad se incrementó en 1.34 %, 5.42 % con 10 % y 20 % de residuos de cerámico, mientras que, con 30 % se redujo en 12.99 % al sustituir el agregado por los residuos de cerámico, variaciones que fueron significativas estadísticamente, además de cumplir con lo mínimo establecido por las especificaciones técnicas generales para la construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013) de 453 kg; mientras que, en el flujo se encontró reducciones de 4.66 %, 9.33 % y un incremento de 7 % con 30 % de residuos de cerámicos, cambios que fueron significativos estadísticamente; asimismo, cabe señalar que, los valores de flujo cumplen con las especificaciones técnicas generales para la construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013), donde esta propiedad debe encontrarse en el rango de 8 a 20 mm. Por consiguiente, se encontró

incrementos de la rigidez (Tabla 19) de 6.36 % y 16.36 % con 10 % y 20 % de residuos de cerámicos y una reducción de 18.63 % con 30 % de residuos de cerámicos en relación de lo obtenido para la mezcla asfáltica convencional, la misma que cumple además con el rango de 1700 a 4000 kg/cm tal como estipula las especificaciones técnicas generales para la construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013). Los resultados obtenidos concuerdan al reemplazar 30 % de residuos de cerámicos con lo obtenido por Triana y Grandas (2019) que realizaron la investigación “Análisis comparativo del comportamiento mecánico y dinámico de una mezcla asfáltica convencional y una modificada con residuos cerámico reemplazando agregados fino y grueso, utilizando agregado de la región del Pescadero en una MSC-25”, pues encontraron la reducción de la estabilidad y relación de estabilidad/flujo; asimismo, se concuerda con la investigación de Kara & Karacasu (2017) realizaron el artículo científico “Investigación del aditivo de residuos de baldosas cerámicas en las mezclas asfálticas en caliente mediante un enfoque de lógica difusa” y Silvestre, Medel, García, & Navas (2013) desarrollaron el artículo científico “Utilización de residuos cerámicos de la industria azulejera como sustituto parcial de los áridos naturales en las capas de aglomerado asfáltico en caliente” donde concluyen que el uso de cerámico incrementa la resistencia a la deformación, lo cual se da por el incremento de la estabilidad, esto al reemplazar 10 % y 20 % de residuos de cerámicos.

En cuanto a los vacíos tal como se muestra en la Tabla 20, se encontró el incremento de 7.63 %, 15.25 % y 26.27 %, del mismo modo, en la Tabla 21 se muestra que los vacíos de material agregado compactado también se incrementaron en 1.34 %, 2.46 % y 3.57% y en la Tabla 22 se tiene que los vacíos llenos de cemento asfáltico se reducen en 1.90 %, 4.26 % y 7.34 %; cambios que fueron significativos estadísticamente; asimismo, se especifica que estos resultados concuerdan con lo obtenido por Silvestre, Medel, García, & Navas (2013) quienes desarrollaron el artículo científico “Utilización de residuos cerámicos de la industria azulejera como sustituto parcial de los áridos naturales en las capas de aglomerado asfáltico en caliente”, donde también encontraron el incremento de los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente.

Respecto a la concentración de filler, de acuerdo a los resultados expuestos en la Tabla 23 se tiene que esta propiedad se incrementa en 11.88 %, 12.87 % y 16.83 % valores que presentan una relación positiva muy fuerte, además de encontrarse dentro del rango de 0.60 a 1.50 consignado por las especificaciones técnicas generales para la construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013).

En relación al desgaste, según la Tabla 24 se tiene que este se redujo en 20.26 %, 36.53 % y 37.60 % en relación a lo obtenido para la mezcla asfáltica en caliente, los cuales fueron estadísticamente significativos; concordando con lo abordado por Kara & Karacasu (2017) quienes realizaron el artículo científico “Investigación del aditivo de residuos de baldosas cerámicas en las mezclas asfálticas en caliente mediante un enfoque de lógica difusa”, donde obtuvieron como resultado el incremento de la resistencia al desgaste de hasta 15.50 %.

Por lo detallado anteriormente, se concuerda con lo señalado por Pasaje y Ramírez (2019) quienes desarrollaron la investigación “Aplicación de agregados reciclados de construcción y demolición de una mezcla asfáltica densa en caliente MDC-19”, pues concluyen que la utilización de residuos de construcción es viable en mezclas asfálticas en caliente, pues cumplen los criterios técnicos y ambientales.

CONCLUSIONES

1. Se presenta variación de la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico en comparación de la mezcla asfáltica convencional; no obstante, cumple con lo establecido por el MTC.
2. La variación del peso específico en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional; pues se encontró reducciones a medida que se reemplazaba el agregado por los residuos de cerámico, pues con 10 % se redujo en 0.10 %, con 20 % se redujo en 0.29 % y con 30 % se redujo en 0.50 %.
3. La variación de la rigidez en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional; puesto que, se encontró un incremento de hasta 6.36 % con el reemplazo de 10 % de residuos de cerámico, de 16.36 % con 20 % de residuos de cerámico y una reducción de 18.63 % con 30 % de residuos de cerámico, además de encontrarse dentro de lo normado por las especificaciones técnicas generales para la construcción del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
4. La variación de los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional, pues se logró incrementar el contenido de vacíos en 7.63 %, 15.25 % y 26.27 % a medida que se incrementaba el contenido de residuos de cerámico, en cuanto al contenido de vacíos de material agregado compactado, también se encontraron incrementos de 1.34 % 2.46 % y 3.57 %; por último, respecto al contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico se encontró reducciones de 1.90 %, 4.26 % y 7.34 %.
5. La variación de la concentración de filler en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional, pues se encontró el incremento del mismo en 11.88 %, 12.87 % y 16.83 % en cada

una de las dosificaciones empleadas, las mismas que presentan una correlación positiva muy fuerte con el contenido de residuos de cerámico.

6. La variación del desgaste en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional, pues se encontró reducciones de 20.26 %, 36.53 % y 37.60 % al sustituir 10 %, 20 % y 30 % de residuos de cerámico.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el reemplazo del 10 % del agregado por residuos de cerámico, pues con ello se asegura el cumplimiento de la calidad para actuar en vías de bajo volumen de tránsito, además que este tipo de mezcla es la que menor variación presenta respecto a la mezcla asfáltica convencional.
2. Al presentar reducciones significativas el peso específico de las mezclas asfálticas en caliente con el reemplazo de los agregados por los residuos de cerámico, se estaría mejorando el rendimiento del mismo.
3. Al asemejarse la rigidez de las mezclas asfálticas con 10 % de residuos de cerámico, se recomienda modificarlas con residuos de cerámico, pues se estaría asegurando su capacidad de deformación ante las cargas vehiculares.
4. A fin de ampliar el uso de los residuos de cerámico se recomienda realizar ensayos en mezclas asfálticas para mediano y alto tránsito.
5. Ante los resultados obtenidos, se recomienda experimentar el uso de los residuos de cerámico como reemplazo del agregado fino o filler en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente
6. Asimismo, al ser los cerámicos, residuos de construcción, se recomienda en la medida de lo posible que estos se encuentren libres de impurezas, como restos de pegamento, cemento u otros, que no afecte la calidad de la mezcla asfáltica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kara, Ç., & Karacasu, M. (2017). Investigation of waste ceramic tile additive in hot mix asphalt using fuzzy logic approach. *Construction and Building Materials*, 141, 598-607. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.025>
- MINEM. (2013). *Aprueban reglamento para la gestión y manejo de los residuos de actividades de la construcción y demolición* (p. 59). p. 59. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/5_DECRETO SUPREMO NÂ° 003-2013-VIVIENDA.pdf
- MTC. (2008). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial* (p. 57). p. 57. Recuperado de http://www.mtc.gob.pe/portal/home/publicaciones_arch/Glosario_270808_final.pdf
- MTC. (2013). *Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013) (Tomo I)*. Recuperado de [https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual de Carreteras - Especificaciones Tecnicas Generales para Construcción - EG-2013 - \(Versión Revisada - JULIO 2013\).pdf](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual de Carreteras - Especificaciones Tecnicas Generales para Construcción - EG-2013 - (Versión Revisada - JULIO 2013).pdf)
- MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Recuperado de https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual Ensayo de Materiales.pdf
- Pasaje, A., & Ramírez, L. (2019). Aplicación de agregados reciclados de construcción y demolición de una mezcla asfáltica densa en caliente MDC-19. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699. Recuperado de <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>
- Silvestre, R., Medel, E., García, A., & Navas, J. (2013). Using ceramic wastes from tile industry as a partial substitute of natural aggregates in hot mix asphalt binder courses. *Construction and Building Materials*, 45, 115-122. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.03.058>
- Triana, S., & Grandas, D. (2019). *Análisis comparativo del comportamiento mecánico y dinámico de una mezcla asfáltica convencional y una modificada con residuos cerámicos reemplazando agregados fino y grueso y utilizando*

agregado de la región del Pescadero en una MSC-25 (Universidad Pontificia Bolivariana). Recuperado de <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/6413>

ANEXOS

Anexo N° 01: matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Tesis: “Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico”						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cómo varía la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cómo varía el peso específico en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico? b) ¿Cuál es la variación de la rigidez en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico? c) ¿Cómo varían los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico? d) ¿Cuál es la variación de la concentración de filler en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con</p>	<p>Objetivo general: Evaluar cómo varía la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico.</p> <p>Objetivos específicos: a) Establecer cómo varía el peso específico en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico. b) Determinar la variación de la rigidez en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico. c) Establecer cómo varían los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico. d) Determinar la variación de la concentración de filler en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico.</p>	<p>Hipótesis general: Se presenta variación de la calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico en comparación de la mezcla asfáltica convencional; no obstante, cumple con lo establecido por el MTC.</p> <p>Hipótesis específicas: a) La variación del peso específico en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico no es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional. b) La variación de la rigidez en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional. c) La variación de los vacíos en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico no es significativa en comparación</p>	<p>Variable independiente (X): residuos de cerámico</p> <p>Variable dependiente (Y): calidad de la mezcla asfáltica en caliente</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de residuos de cerámico. - Peso específico - Rigidez - Vacíos - Concentración de filler - Desgaste 	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje en relación al peso del agregado. - Peso específico - Estabilidad - Flujo - Vacíos llenos de asfalto - Vacíos del agregado mineral - Vacíos de la mezcla asfáltica - Relación polvo – asfalto - Desgaste 	<p>Método de investigación: científico.</p> <p>Tipo de investigación: aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: descriptivo – correlacional.</p> <p>Diseño de investigación: Experimental.</p> <p>Población: Estuvo comprendida por 27 briquetas MAC con las siguientes proporciones, primer grupo: MAC-2 convencional con 5%,5.5%,6%, 6.5% y 7% de PEN 85-100 por cada porcentaje 3 muestras; segundo grupo: MAC-2 convencional con 6.4% de optimo contenido de asfalto 3 muestras; tercer grupo: con sustitución de agregado al 10%, 20% y 30%, por</p>

<p>sustitución del agregado por residuos de cerámico?</p> <p>e) ¿Cómo varía el desgaste en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico?</p>	<p>e) Establecer cómo varía el desgaste en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico.</p>	<p>de la mezcla asfáltica convencional.</p> <p>d) La variación de la concentración de filler en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico no es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.</p> <p>e) La variación del desgaste en la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico no es significativa en comparación de la mezcla asfáltica convencional.</p>				<p>cada porcentaje 3 muestras, elaboradas en la ciudad de Huancayo. Para la comparación de resultados obtenidos se incluyó al segundo y tercer grupo, tal como se especifica en la Tabla 6.</p> <p>Muestra: Según el tipo de muestreo no probabilístico intencional, por lo que se considera a toda la población.</p>
--	--	--	--	--	--	--

Anexo N° 02: certificados de laboratorio

Anexo N° 02.01: granulometría de los agregados

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



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

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(ASTM C136 - AASHTO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

TESISTA: Laime Lauro Cacibeth Carolain

CANTERA: Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Arena Natural

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Agregado Fino

M-01

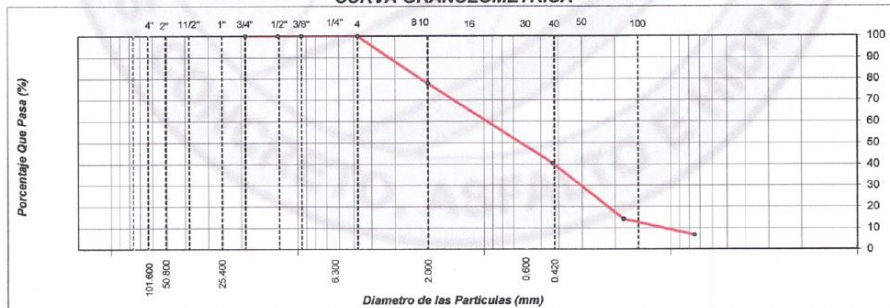
Tamaño Máximo : N° 4

Peso Inicial Seco : 480.5 g

Fracción :

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A
4"	101.600					Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%) : Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad : Índice CBR : Índice de liquidez (IL) :
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.300					
N° 4	4.750				100.0	
N° 8	2.360	89.9	18.7	18.7	81.3	
N° 10	2.000	16.7	3.5	22.2	77.8	
N° 15	1.190	42.1	8.8	30.9	69.1	
N° 20	0.840					
N° 30	0.600	73.7	15.3	46.3	53.7	
N° 40	0.425	83.5	13.2	59.5	40.5	
N° 50	0.300	67.6	14.1	73.6	26.4	
N° 80	0.180	58.6	12.2	85.8	14.2	
N° 100	0.150	16.1	3.4	89.2	10.8	
N° 200	0.740	19.5	4.1	93.2	6.8	
< N° 200	FONDO	32.6	6.8	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA




 Luis Camarero Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

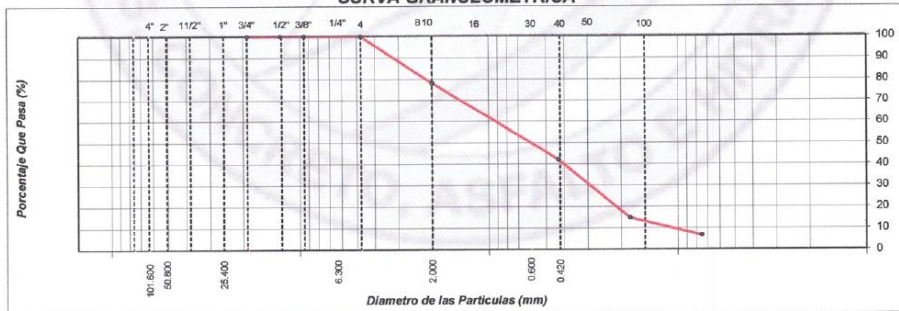


DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
(ASTM C136 - AASHTO T88)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".							
TESISTA: Laimo Lauro Cecibeth Carolain.							
CANTERA: Huamancaca			HECHO POR: A.Y.G.				
MATERIAL: Arena Natural			FECHA: Enero - 2022				
Muestra: Agregado Fino		M-02		Tamaño Máximo :	N° 4		
				Peso Inicial Seco :	457.3 g		
				Fración :			
TAMIZ	PESO (mm)	RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Limite Líquido (LL) : Limite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%) : Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (LI) :
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.300						
N° 4	4.760				100.0		
N° 8	2.360	86.3	18.5	18.5	81.5		
N° 10	2.000	15.6	3.3	21.8	78.2		
N° 16	1.190	35.6	7.6	29.4	70.6		
N° 20	0.840						
N° 30	0.600	70.7	15.1	44.6	55.4		
N° 40	0.425	62.3	13.3	57.9	42.1		
N° 50	0.300	71.2	15.2	73.1	26.9		
N° 80	0.180	56.5	12.1	85.2	14.8		
N° 100	0.150	16.6	3.6	88.8	11.2		
N° 200	0.740	21.5	4.6	93.4	6.6		
< N° 200	FONDO	31.1	6.6	100.0			
OBSERVACIONES :							

CURVA GRANULOMETRICA




 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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



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

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(ASTM C136 - AASHTO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain.

CANTERA: Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Arena chancada

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Agregado Fino M-01

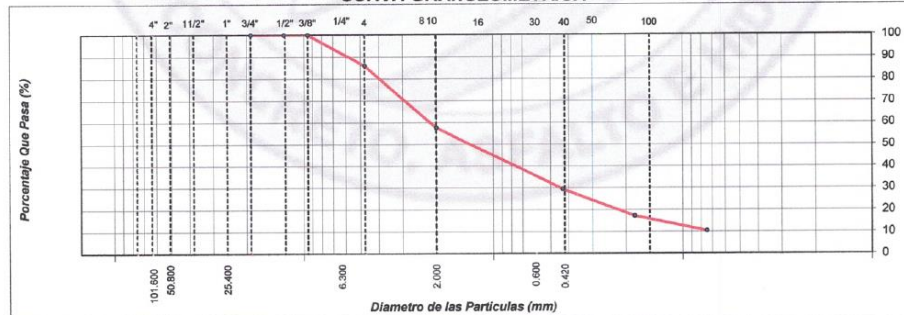
Tamaño Máximo : 3/8"
 Peso Inicial Seco : 547.5 g

Fracción :

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
4"	101.600					Limite Líquido (LL) : Limite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%) :
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750	76.5	14.0	14.0	86.0	Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (IL) :
Nº 8	2.360	121.2	22.1	36.1	63.9	
Nº 10	2.000	34.5	6.3	42.4	57.6	
Nº 16	1.190	54.3	9.9	52.3	47.7	
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600	67.4	12.3	64.6	35.4	
Nº 40	0.425	32.6	6.0	70.6	29.4	
Nº 50	0.300	27.5	5.0	75.6	24.4	
Nº 80	0.180	39.3	7.2	82.8	17.2	
Nº 100	0.150	12.3	2.2	85.0	15.0	
Nº 200	0.740	24.7	4.5	89.6	10.4	
< Nº 200	FONDO	57.2	10.4	100.0		

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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

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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(ASTM C136 - AASHTO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

TESISTA: Laime Lauro Cecibeth Carolain.

CANTERA: Huamancaca

MATERIAL: Arana chancada

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Agregado Fino

M-02

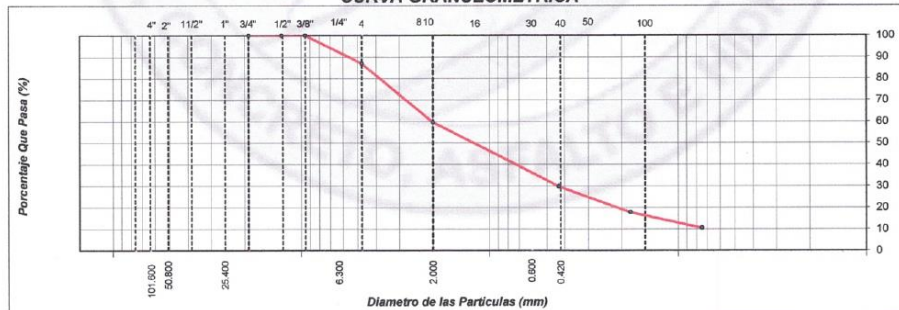
Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 636.4 g

Fracción :

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
4"	101.600					Limite Líquido (LL) : Limite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%): Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de líquidos (IL) :
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750	82.3	13.0	13.0	87.0	
Nº 8	2.360	138.7	21.8	34.8	65.2	
Nº 10	2.000	35.6	5.6	40.4	59.6	
Nº 16	1.190	73.1	11.5	51.9	48.1	
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600	77.8	12.2	64.1	35.9	
Nº 40	0.425	38.5	6.1	70.2	29.8	
Nº 50	0.300	34.2	5.4	75.6	24.4	
Nº 80	0.180	42.2	6.6	82.2	17.8	
Nº 100	0.150	15.9	2.5	84.7	15.3	
Nº 200	0.740	30.0	4.7	89.4	10.6	
< Nº 200	FONDO	67.1	10.6	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 138164

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



SECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotestv@gmail.com
 (Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado) FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.
 ULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

TESISTA: *Lairne Lauro Cacibeth Carolain.*
 CANTERA: *Huamancaca*

HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Enero - 2022

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA CHANCADA

Item	N° de Material	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa													Fecha de Muestreo	Codigo de Muestra		
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 16	N° 30	N° 40	N° 50	N° 80	N° 100			N° 200	
001	Areña Chancada	Ene-22	Agregado Fino	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	86.0	63.9	57.6	47.7	35.4	29.4	24.4	17.2	15.0	10.4	Ene-22	M-1	
002	Areña Chancada	Ene-22	Agregado Fino	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	87.0	65.2	59.6	48.1	35.9	29.8	24.4	17.8	15.3	10.6	Ene-22	M-2	
ESTADÍSTICOS					100.0	100.0	100.0	100.0	86.5	64.6	58.6	47.9	35.7	29.6	24.4	17.5	15.2	10.5			
PROMEDIO					100.0	100.0	100.0	100.0	87.0	65.2	59.6	48.1	35.9	29.8	24.4	17.8	15.3	10.6			
MAXIMO					100.0	100.0	100.0	100.0	86.0	63.9	57.6	47.7	35.4	29.4	24.4	17.2	15.0	10.4			
MINIMO					0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.9	1.4	0.3	0.4	0.3	0.0	0.4	0.2	0.1			
DESV. ESTÁNDAR					0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.8	2.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0			
VARIANZA					0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.4	2.4	0.6	1.0	1.0	0.0	2.4	1.4	1.3			
COEFICIENTE VARIACION					0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.4	2.4	0.6	1.0	1.0	0.0	2.4	1.4	1.3			

Luis Camarita Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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



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

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(ASTM C136 - AASHTO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

TESISTA: Laine Lauro Cacibeth Carolain.

CANTERA: Huamancaca

MATERIAL: Grava 1/2"

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Agregado Grueso

M-01

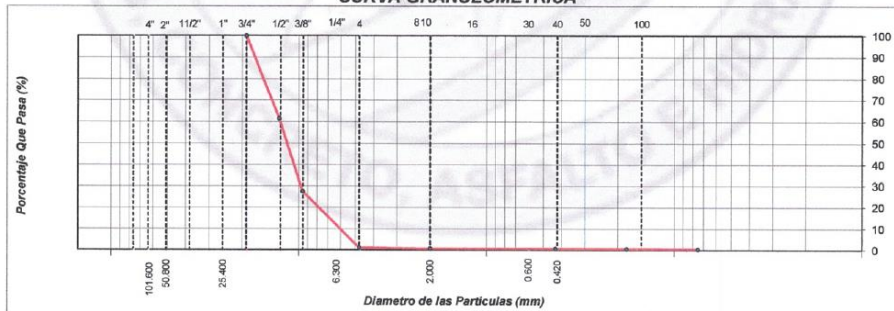
Tamaño Máximo : 1/2"

Peso Inicial Seco : 1745.5 g

Fracción :

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS (mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
4"	101.600					Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%):
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050			100.0		
1/2"	12.700	672.3	38.5	38.5	61.5	
3/8"	9.525	592.3	33.9	72.4	27.6	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.760	462.3	26.5	98.9	1.1	Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (IL) :
Nº 8	2.360	4.7	0.3	99.2	0.8	
Nº 10	2.000	2.1	0.1	99.3	0.7	
Nº 16	1.190	0.1	0.0	99.3	0.7	
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600	0.1	0.0	99.3	0.7	
Nº 40	0.425	0.1	0.0	99.3	0.7	
Nº 50	0.300	0.4	0.0	99.4	0.6	
Nº 80	0.180	0.8	0.0	99.4	0.6	
Nº 100	0.150	0.4	0.0	99.4	0.6	
Nº 200	0.740	2.3	0.1	99.6	0.4	
< Nº 200	FONDO	7.6	0.4	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA





Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

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



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

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO					
(ASTM C136 - AASHTO T88)					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA					
TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".					
TESISTA: Laime Lauro Cecibeth Carolain.					
CANTERA: Huamancaca				HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: Grava 1/2"				FECHA: Enero - 2022	
Muestra: Agregado Grueso		M-02		Tamaño Máximo :	1/2"
				Peso Inicial Seco :	2432.3 g
				Fracción :	
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				100.0
1/2"	12.700	937.3	38.5	38.5	61.5
3/8"	9.525	824.3	33.9	72.4	27.6
1/4"	6.300				
N° 4	4.760	645.4	26.5	99.0	1.0
N° 8	2.360	5.0	0.2	99.2	0.8
N° 10	2.000	1.0	0.0	99.2	0.8
N° 16	1.190	2.1	0.1	99.3	0.7
N° 20	0.840				
N° 30	0.600	1.3	0.1	99.3	0.7
N° 40	0.425	0.8	0.0	99.4	0.6
N° 50	0.300	0.9	0.0	99.4	0.6
N° 80	0.180	1.4	0.1	99.5	0.5
N° 100	0.150	1.6	0.1	99.5	0.5
N° 200	0.740	2.6	0.1	99.6	0.4
< N° 200	FONDO	8.6	0.4	100.0	

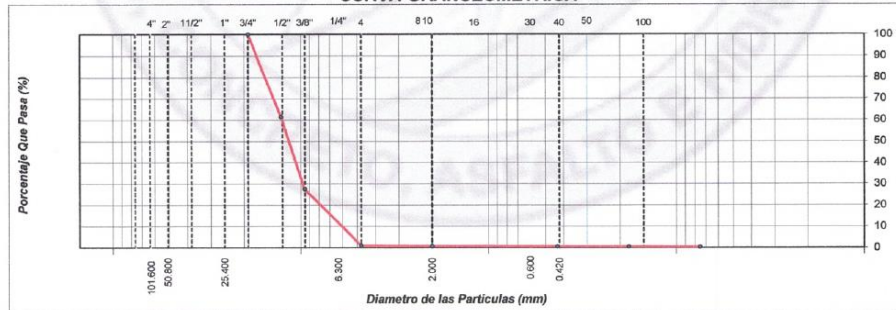
DESCRIPCION DE LA MUESTRA

Limite Líquido (LL) :
 Limite Plástico (LP) :
 Índice Plástico (IP) :
 Clasificación (SUCS) :
 Clasificación (AASHTO) :
 Contenido Humedad (%) :

Índice de consistencia (IC) :
 Coef. de compresibilidad (Cc) :
 Contenido de humedad :
 Índice CBR :
 Índice de liquidez (IL) :

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA




 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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



DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 (Ref. a una cuadra frente al parque Puzo - Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotestv@gmail.com
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.
ULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093
RUC : 20606529229

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

TESISTA: Laimo Lauro Cecibelth Carolein.

CANTERA: Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Enero - 2022

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA 1/2"

Item	Tipo de Material	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa												Fecha de Muestreo	Codigo de Muestra			
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°10	N°16	N°30	N°40	N°50	N°60			N°100	N°200	
001	Agregado Grueso	Ene-22	Grava de 1/2"	Día	100.0	100.0	61.5	27.6	1.1	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.4	Ene-22	M-1	
002	Agregado Grueso	Ene-22	Grava de 1/2"	Día	100.0	100.0	61.5	27.6	1.0	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	Ene-22	M-2	
ESTADÍSTICOS																					
PROMEDIO					100.0	100.0	61.5	27.6	1.1	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.4		
MAXIMO					100.0	100.0	61.5	27.6	1.1	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.4			
MINIMO					100.0	100.0	61.5	27.6	1.0	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4			
DESV. ESTÁNDAR					0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0			
VARIANZA					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
COEFICIENTE VARIACION					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	9.4	0.0	0.0	10.9	0.0	12.9	12.9	0.0		


Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Anexo N° 02.02: caracterización de los agregados finos

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

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

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



EQUIVALENTE DE ARENA

(ASTM D2419 - AASHTO T176)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

TESISTA: Laima Lauro Cecibeth Carolain

CANTERA: Huamancaca

MATERIAL: Combinación de agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Enero - 2022

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	10:12	10:14	10:16
4	Hora de Salida	10:22	10:24	10:26
5	Hora de Entrada	10:24	10:26	10:28
6	Hora de Salida	10:44	10:46	10:48
7	Altura Maxima de Material Fino	6.30	7.10	6.40
8	Altura Maxima de la Arena	3.58	3.60	3.58
9	Equivalente de Arena (%)	56.8	50.7	55.9
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		55.0	
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	70.0%	OK


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

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

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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

(ASTM D 1888)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".
TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain
CANTERA: Huamancaca
MATERIAL: Combinación de agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: Enero - 2022

CONVENCIONAL

AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	277.02	145.63	
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	277.03	145.65	
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.01	0.02	
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0	
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0	
8.-	Salas Solubles $(1/((Cx A)/(DxB))) \times 100$	%	0.030	0.060	
9.-	Promedio Salas Solubles	%	0.045		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	


 Luis Gamarrta Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Anexo N° 02.03: caracterización de los agregados gruesos

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

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

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



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES						
(ASTM D 1888)						
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA						
TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".						
TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain						
CANTERA: Huamancaca				HECHO POR: A.Y.G.		
MATERIAL: Combinación de agregado grueso				FECHA: Enero - 2022		
CONVENCIONAL						
AGREGADO GRUESO						
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
1.-	Recipiente		1	2		
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	225.20	235.01		
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	225.21	235.03		
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.01	0.02		
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0		
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0		
8.-	Sales Solubles $(1/((Cx A)/(DxB)))x100$	%	0.024	0.060		
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.042			
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK		


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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



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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	
(ASTM D 4791-10)	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
TITULO :	"Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".
TESISTA :	Laine Lauro Cecibeth Carolain
CANTERA :	Huamancaca
MATERIAL :	Combinación de agregado grueso
	HECHO POR: A.Y.G. FECHA: Enero - 2022

Muestra: Convencional

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	OBSERVACIONES
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Parcial	CxD	
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	2000.8	32.1	1.6	11.2	18.0	
1/2"	3/8"	1002.0	25.7	2.6	21.4	54.9	
Σ		3,002.8	57.8		32.6	72.9	

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	2.23		OK
ESPECIFICACION:	MAXIMO	10.0%	



 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

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

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

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



CARAS FRACTURADAS	
(ASTM D 5821-13)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA	
TÍTULO :	"Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".
TESISTA :	Laima Lauro Cecibeth Carolain
CANTERA :	Huamancaca
MATERIAL :	Combinación de agregado grueso
	HECHO POR: A.Y.G.
	FECHA: Enero - 2022

A.- CON UNA CARA FRACTURADAS 90% MIN

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (grs.)	B (grs.)	C ((B/A)*100)	D %	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	2001.0	1996.5	99.78	11.2	1117.5
1/2"	3/8"	1000.0	987.7	98.77	21.4	2113.7
TOTAL		3001	2984.2		32.6	3,231.16
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA				TOTAL E	=	3231
				TOTAL D	=	32.60
						99.1 %

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS 70% MIN

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (grs.)	B (grs.)	C ((B/A)*100)	D (grs.)	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	2001.0	1686.7	84.29	11.2	944.1
1/2"	3/8"	1000.0	685.5	68.55	21.4	1,467.0
TOTAL		3001	2372.2		32.6	2,411.05
PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS				TOTAL E	=	2411
				TOTAL D	=	32.60
						74.0 %



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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



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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ABRASIÓN LOS ANGELES			
(ASTM C131 - AASTHO T96)			
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA			
TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".			
TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain			
CANTERA: Huamancaca		HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: Agregado grueso		FECHA: Enero - 2022	
GRADACIÓN	"B"		
ESFERAS	11		
1.1/2" - 1"			
1" - 3/4"			
3/4" - 1/2"	2500.6		
1/2" - 3/8"	2501.4		
3/8" - 1/4"			
1/4" - Nº4	-		
Nº4 - Nº8	-		
Peso Muestra	5002		
Peso Retenido Tamiz Nº 12	4204.5		
Peso Pasante Tamiz Nº 12	797.5		
% DESGASTE	15.94		
PROMEDIO		15.9%	
ESPECIFICACION:	MAX.	35.0%	OK


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 198161

Anexo N° 02.04: combinación física y teórica de agregados

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



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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C - 136

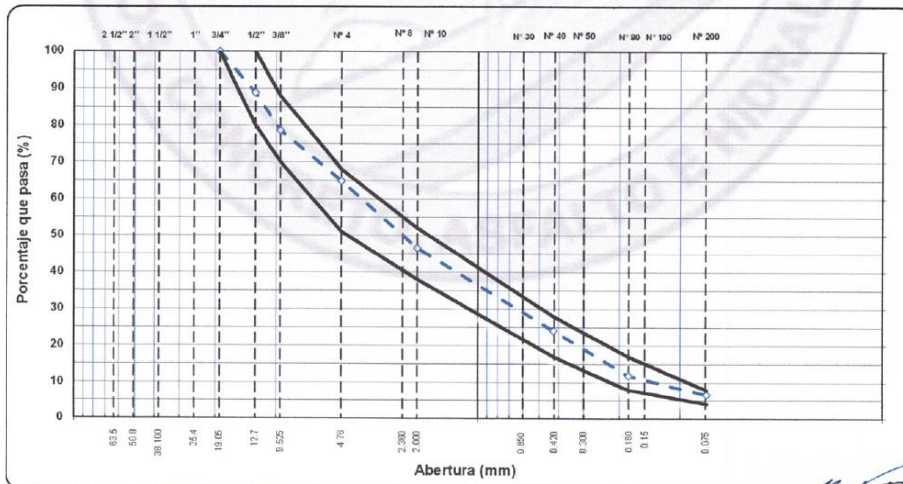
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO : "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".
TESISTA : Laima Lauro Cecibeth Carolain.
CANTERA : Huamancaca
MATERIAL : Combinación de agregado global

HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: Enero - 2022

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO			PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
		retenido	retenido	acumulado	que pasa	TAMAÑO MÁXIMO	3/4"			
1 1/2"	38.100							Peso inicial de la muestra	75000.0	gr
1"	25.400							Peso Fracción	680.1	gr
3/4"	19.050				100.0		100	COMBINACION DE AGREGADOS		
1/2"	12.700	8365.0	11.2	11.2	88.8		80 - 100	Grava chancada de 3/4"	0.0	%
3/8"	9.525	7710.0	10.3	21.4	78.6		70 - 88	Gravilla chancada de 1/2"	30.0	%
1/4"	6.300							Arena Chancada 1/4"	43.0	%
N°4	4.760	10298.0	13.7	35.2	64.8		51 - 68	Arena Natural 1/4"	27.0	%
N°8	2.360	158.8	14.9	50.1	49.9					
N°10	2.000	35.2	3.4	53.5	46.5		38 - 52			
N°16	1.190	89.8	6.7	60.1	39.9					
N°20	0.840									
N°30	0.600	95.9	9.1	69.3	30.7					
N°40	0.425	69.8	6.7	75.9	24.1		17 - 28			
N°50	0.300	65.5	6.2	82.2	17.8					
N°80	0.180	62.5	6.0	88.1	11.9		8 - 17			
N°100	0.150	24.5	2.3	90.5	9.5					
N°200	0.074	30.5	2.9	93.4	6.6		4 - 8			
< 200	-	69.6	6.6	100.0						

CURVA GRANULOMETRICA



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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



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

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

COMBINACION GRANULOMETRICA DE AGREGADOS-ANALISIS

(ASTM D 3515)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain.

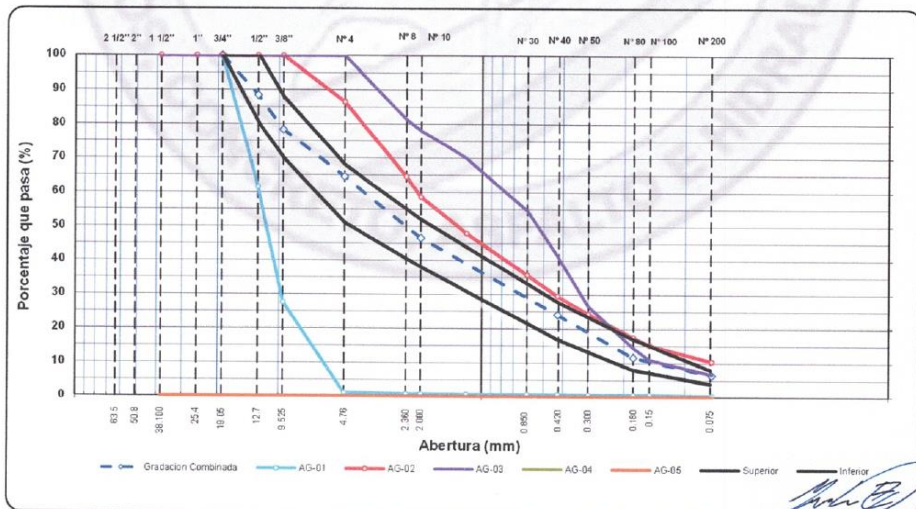
HECHO POR: A.Y.G.

CANTERA: Huamancaca

FECHA: Enero - 2022

TAMIZ	ABERTURA (mm)	GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS										ESPECIFICACION		
		AG-01		AG-02		AG-03						% COMBINADO	MIN	MAX
		Grava 1/2"		Arena Chancada		Arena Natural						100		
		% Aporte	30	% Aporte	43	15	27							
1 1/2"	38.100	100.0	30.00	100.0	43.00	100.0	27.00				100.0	-	-	
1"	25.400	100.0	30.00	100.0	43.00	100.0	27.00				100.0	-	-	
3/4"	19.050	100.0	30.00	100.0	43.00	100.0	27.00				100.0	100	100	
1/2"	12.700	61.5	18.45	100.0	43.00	100.0	27.00				88.5	80	100	
3/8"	9.525	27.6	8.28	100.0	43.00	100.0	27.00				78.3	70	88	
N° 4	4.760	1.1	0.33	86.5	37.20	100.0	27.00				64.5	51	68	
N° 8	2.360	0.8	0.24	64.6	27.78	81.4	21.98				50.0			
N° 10	2.000	0.8	0.24	58.6	25.20	78.0	21.06				46.5	38	52	
N° 16	1.190	0.7	0.21	47.9	20.60	69.9	18.87				39.7			
N° 30	0.800	0.7	0.21	35.7	15.35	54.6	14.74				30.3			
N° 40	0.425	0.7	0.21	29.6	12.73	41.3	11.15				24.1	17	28	
N° 50	0.300	0.6	0.18	24.4	10.49	26.7	7.21				17.9			
N° 80	0.180	0.6	0.18	17.5	7.53	14.5	3.92				11.6	8	17	
N° 100	0.150	0.6	0.18	15.2	6.54	11.0	2.97				9.7			
N° 200	0.074	0.4	0.12	10.5	4.52	6.7	1.81				6.4	4	8	

CURVA GRANULOMETRICA



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Anexo N° 02.05: peso específico de los agregados

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

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

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



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

(MTC E205, NTP 400.022)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"
 TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain
 CANTERA: Huamancaca
 MATERIAL: Combinación de agregado fino
 HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Enero - 2022

Muestra: Convencional

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa:	2.53	g/cm ³
Peso específico SSS:	2.55	g/cm ³
Peso específico Aparente:	2.52	g/cm ³
Absorción:	0.90	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	137.9
Peso de Fiola	(g)	151.40
Peso del agregado en estado SSS	(g)	502.49
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	954.30
Peso del agregado seco	(g)	635.90
Volumen de fiola	(cm ³)	497.1
Peso Especifico de Masa	(g/cm ³)	2.53
Peso Especifico SSS	(g/cm ³)	2.55
Peso Especifico Aparente	(g/cm ³)	2.52
Absorcion	(%)	0.90


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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

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



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS

(MTC E206, NTP 400.021)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"

TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain

CANTERA: Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Agregado grueso

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Convencional

AGREGADO GRUESO

Peso específico de Masa:	2.601	g/cm3
Peso específico SSS:	2.624	g/cm3
Peso específico Aparente:	2.663	g/cm3
Absorción:	0.892	%

ITEM	P-1
1. Peso de agregado en estado SSS (gr)	2453.9
2. Peso de agregado sumergido (gr)	1518.9
3. Peso del agregado secado en horno (gr)	2432.2
4. Peso Especifico de Masa (gr/cm3)	2.60
5. Peso Especifico SSS (gr/cm3)	2.62
6. Peso Especifico Aparente (gr/cm3)	2.66
7. Absorción (%)	0.89


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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



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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS (MTC E206, NTP 400.021)	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"	
TESISTA: Laime Lauro Cecibeth Carolain	HECHO POR: A.Y.G.
CANTERA: Huamancaca	FECHA: Enero - 2022
MATERIAL: Agregado grueso	
Muestra:	Con el 10% de residuos de cerámico

AGREGADO GRUESO

Peso específico de Masa:	2.610	g/cm3
Peso específico SSS:	2.633	g/cm3
Peso específico Aparente:	2.671	g/cm3
Absorción:	0.868	%

ITEM	P-1
1. Peso de agregado en estado SSS (gr)	2452.2
2. Peso de agregado sumergido (gr)	1520.8
3. Peso del agregado sacado en horno (gr)	2431.1
4. Peso Especifico de Masa (gr/cm3)	2.61
5. Peso Especifico SSS (gr/cm3)	2.63
6. Peso Especifico Aparente (gr/cm3)	2.67
7. Absorción (%)	0.87



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

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



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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS (MTC E206, NTP 400.021)	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"	
TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain	HECHO POR: A.Y.G.
CANTERA: Huamancaca	FECHA: Enero - 2022
MATERIAL: Agregado grueso	
Muestra: Con el 20% de residuos de cerámico	

AGREGADO GRUESO

Peso específico de Masa:	2.612	g/cm ³
Peso específico SSS:	2.636	g/cm ³
Peso específico Aparente:	2.675	g/cm ³
Absorción:	0.905	%

ITEM	P-1
1. Peso de agregado en estado SSS (gr)	2452.2
2. Peso de agregado sumergido (gr)	1521.8
3. Peso del agregado secado en horno (gr)	2430.2
4. Peso Especifico de Masa (gr/cm ³)	2.61
5. Peso Especifico SSS (gr/cm ³)	2.64
6. Peso Especifico Aparente (gr/cm ³)	2.68
7. Absorción (%)	0.91



 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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



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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS

(MTC E206, NTP 400.021)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"

TESISTA: Laine Lauro Cecilbeth Carolain

CANTERA: Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Agregado grueso

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Con el 30% de residuos de cerámico

AGREGADO GRUESO

Peso específico de Masa:	2.613	g/cm ³
Peso específico SSS:	2.635	g/cm ³
Peso específico Aparente:	2.673	g/cm ³
Absorción:	0.869	%

ITEM	P-1
1. Peso de agregado en estado SSS (gr)	2449.2
2. Peso de agregado sumergido (gr)	1519.8
3. Peso del agregado secado en horno (gr)	2428.1
4. Peso Especifico de Masa (gr/cm ³)	2.61
5. Peso Especifico SSS (gr/cm ³)	2.64
6. Peso Especifico Aparente (gr/cm ³)	2.67
7. Absorción (%)	0.87



Luis Gamarrta Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Anexo N° 02.06: durabilidad al sulfato de magnesio

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

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

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



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(AASHTO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolein

CANTERA: Huamancaca

MATERIAL: Agregado Fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Convencional

AGREGADO FINO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
3/8"	N° 4	13.7	100.0	98.10	0.90	0.90	0.12
	N° 4	14.9	100.0	98.50	1.50	1.50	0.22
	N° 8	10.5	100.0	97.80	2.20	2.20	0.23
	N° 16	9.1	100.0	86.45	13.55	13.55	1.23
	N° 30	12.9	100.0	81.57	18.43	18.43	2.38
TOTALES							4.19


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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

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



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"

TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain

CANTERA: Huamancaca

MATERIAL: Piedra Chancada

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Convencional

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	11.2	668.9	666.1	2.80	0.42	0.05
1/2"	3/8"	10.3	303.4	302.3	1.10	0.36	0.04
TOTALES		21.5	972.3				0.08


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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

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



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"

TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain

CANTERA: Huamancaca

MATERIAL: Agregado Fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Con el 10% de residuos de cerámico

AGREGADO FINO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
3/8"	N° 4	13.7	100.0	98.10	1.90	1.90	0.26
N° 4	N° 8	14.9	100.0	99.10	0.90	0.90	0.13
N° 8	N° 16	10.1	100.0	99.00	1.00	1.00	0.10
N° 16	N° 30	9.1	100.0	97.40	2.60	2.60	0.24
N° 30	N° 50	12.9	100.0	77.80	22.20	22.20	2.86
TOTALES							3.60


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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



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

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

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"

TESISTA: Laine Lauro Cecibeth Carolain

CANTERA: Huamancaca

MATERIAL: Piedra Chancada

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Con el 10% de residuos de cerámico

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	11.2	672.7	671.1	1.60	0.24	0.03
1/2"	3/8"	10.3	306.8	305.6	1.20	0.39	0.04
TOTALES		21.5	979.5				0.07



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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



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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"

TESISTA: Laima Lauro Cecibeth Carolain

CANTERA: Huamancaca

MATERIAL: Agregado Fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Con el 20% de residuos de cerámico

AGREGADO FINO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS	
PASANTE	RETENIDO							
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%	
3/8"	N° 4	13.7	100.0	99.40	0.60	0.60	0.08	
	N° 8	14.9	100.0	99.10	0.90	0.90	0.13	
	N° 16	10.1	100.0	99.00	1.00	1.00	0.10	
	N° 30	9.1	100.0	97.40	2.60	2.60	0.24	
	N° 50	12.9	100.0	77.80	22.20	22.20	2.86	
TOTALES								3.42


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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



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

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

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"

TESISTA: Laima Lauro Cecibeth Carolain

CANTERA: Huamancaca

MATERIAL: Piedra Chancada

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Con el 20% de residuos de cerámico

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	11.2	674.2	673.8	0.40	0.06	0.01
1/2"	3/8"	10.3	302.6	301.1	1.50	0.50	0.05
TOTALES		21.5	976.8				0.06


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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



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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"

TESISTA: Laima Lauro Cecibeth Carolain

CANTERA: Huamancaca

MATERIAL: Agregado Fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Con el 30% de residuos de cerámico

AGREGADO FINO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
3/8"	N° 4	13.7	100.0	99.50	0.50	0.50	0.07
	N° 8	14.9	100.0	99.10	0.90	0.90	0.13
	N° 16	10.1	100.0	99.00	1.00	1.00	0.10
	N° 30	9.1	100.0	97.40	2.60	2.60	0.24
	N° 50	12.9	100.0	77.80	22.20	22.20	2.86
TOTALES							3.40


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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

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



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"

TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain

CANTERA: Huamancaca

MATERIAL: Piedra Chancada

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Enero - 2022

Muestra: Con el 30% de residuos de cerámico

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	11.2	673.6	672.8	0.80	0.12	0.01
1/2"	3/8"	10.3	302.7	301.3	1.40	0.46	0.05
TOTALES		21.5	976.3				0.06


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Anexo N° 02.07: diseño de mezcla asfáltica convencional

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

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

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



DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2
 (ASTM D 1559)

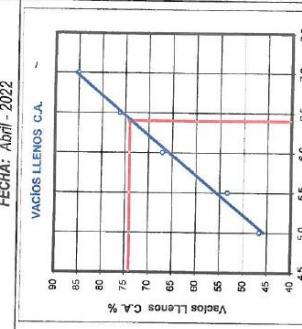
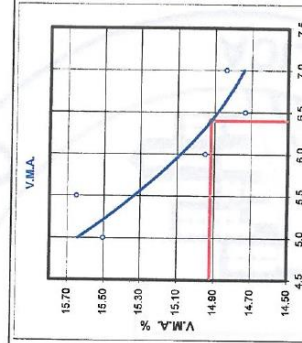
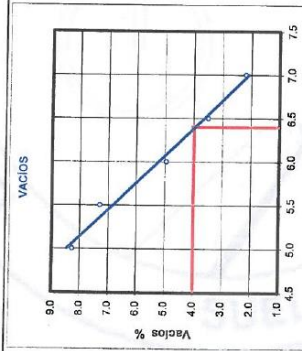
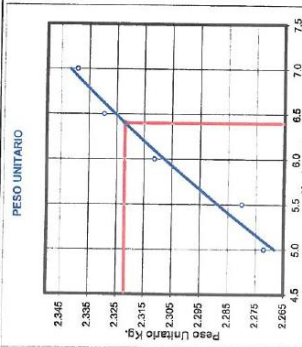
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

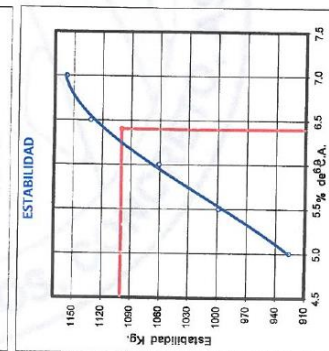
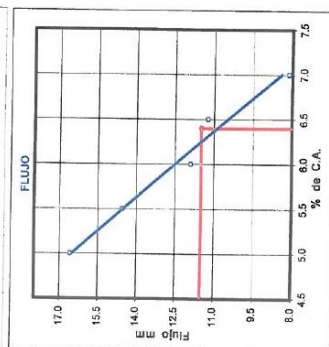
TESISTA: Laine Lauro Cecilia Carlein.

CANTERA: Huancabaca

MATERIAL: Mezcla asfáltica



HECHO POR: A.Y.G
 FECHA: Abril - 2022



RESUMEN DE RESULTADOS

ESPECIFIC.	ÓPTIMO/M.C.A.
GOLPES POR LADO	76
CEMENTO ASFÁLTICO	6.4
PESO UNITARIO	2.322
VACIOS	3.9
V.M.A.	14.9
VACIOS LLENOS CON C.A.	73.6
FLEJEO	11.44
ESTABILIDAD	1096
ESTABILIDAD/FLEJEO	2433
ÍNDICE DE COMPACTABILIDAD	
ESTABILIDAD RETENIDA	

POSICIÓN

Grava filtrada 3/4"	0%
Grava filtrada 1/2"	30%
Grava filtrada 3/8"	43%
Grava natural 1/4"	27%
Comento asfáltico	PER 95-100

[Firma]
 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 158161

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



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

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

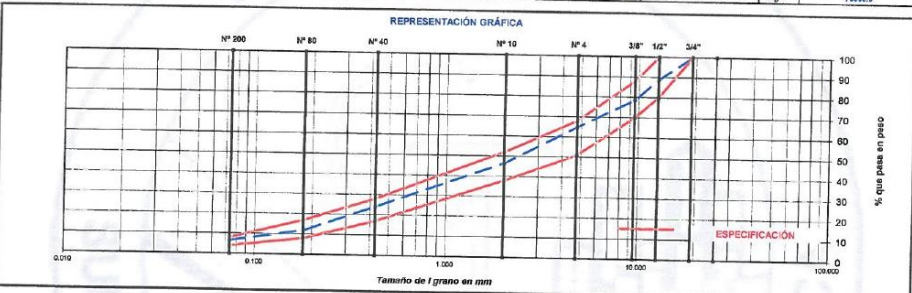
TESISTA: Laime Lauro Cecilia Carolain.
 CANTERA: Humancaca
 MATERIAL: Mezcla asfáltica

HECHO POR: A.Y.G
 FECHA: Abril - 2022

Diseño C.A. 5.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso: Mat. Sólida	gr.
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	gr.
RETENIDO	%	8385.0	7710.0	10590.0	192.0	235.5	126.0	55.0	68.1	Peso Mat. Lav+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	11.2	10.3	13.7	18.3	22.5	12.2	5.2	6.9	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	100.0	88.4	78.0	64.7	42.2	30.0	24.8	17.7	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	11.6	21.4	35.2	51.6	75.9	88.2	93.1	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACION	%	100	80-100	70-85	51-68	38-51	17-25	8-17	4-8	Peso de Filtro	gr.
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											678.8
											75000.9

Medida Lineal:



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.0	5.0	5.0	5.0	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	33.41	33.41	33.41	33.41	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	61.59	61.59	61.59	61.59	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015	1.015	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.601	2.601	2.601	2.601	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.530	2.530	2.530	2.530	
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr.	1228.0	1228.4	1231.3		
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1231.2	1233.1	1233.9		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	gr.	691.1	692.0	691.6		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c.	540.1	541.1	542.3		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/9a parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	540.1	541.1	542.3		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.274	2.272	2.271	2.272	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-3041	gr/c.c.	2.477	2.477	2.477	2.477	
18 VACIOS (17-16)*100%	%	8.2	8.3	8.3	8.3	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2+3+4+9/15+16/15)	%	2.555	2.555	2.555	2.555	
20 V.I.A. 100 (2+3+4)/(15+15)	%	15.4	15.5	15.6	15.5	Mín. 14
21 VACIOS LLENOS CON C.A. 100(20-18)/20	%	46.9	46.6	46.4	46.6	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100*(15+15))	%	2.630	2.630	2.630	2.630	
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(20-18)/(22*15))	%	1.865	1.866	1.865	1.865	
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (23*(2+3+4)/100)	%	3.23	3.23	3.23	3.23	
25 FLUIDO	mm	17.5	18.3	18.9	18.9	8 - 20
26 LECTURA DEL EQUIPO		8.959	8.959	8.959	8.959	
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	922	928	928	926	
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	1.00	
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	922	928	928	926	
30 ESTABILIDAD-FLUIDO	Kg/cm	1333	1443	1463	1427	Mín. 453

1708 - 4000

Observaciones:
 Grava triturada 3/4" 0%
 Grava triturada 1/2" 30%
 Arena triturada 1/4" 43%
 Arena natural 5/8" 27%
 Cemento asfáltico PEN 65 - 100

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 196161

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

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



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

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA												
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2												
TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".												
TESISTA: Laima Lauro Cecobeth Carolain.												
CANTERA: Huamancaca												
MATERIAL: Mezcla asfáltica												
HECHO POR: A.Y.G												
FECHA: Abril - 2022												
Diseño C.A. 5.5%												
ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	<N°200	Peso Mat. Secar	gr.	
ABERTURA En mm	19.000	12.700	9.825	4.750	2.000	0.850	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	gr.	
PESO RETENIDO	gr.	8385.0	7710.0	10284.0	192.0	235.5	126.0	55.0	59.1	Peso Mat. Lix+Fibra	gr.	
RETENIDO PARCIAL	%	17.2	16.3	13.7	10.3	22.5	12.2	5.2	6.5	Peso de Asfalto	gr.	
RETENIDO ACUMULADO	%	17.2	33.5	47.2	57.5	79.7	91.9	97.1	103.6	Peso total de Fibra	gr.	
PASA	%	82.8	66.5	52.8	42.5	27.5	17.8	4.8	93.5	Peso total de Filler	gr.	
ESPECIFICACIÓN	%	100	90-100	70-85	51-63	38-52	17-28	8-17	4-8	FRACCIÓN	%	
ASfalto Líquido											575.6	
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	73000.0
Mezcla Lineal:												
REPRESENTACIÓN GRÁFICA												
ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559												
BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.						
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.5	5.5	5.5	5.5						
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	33.23	33.23	33.23	33.23						
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	61.27	61.27	61.27	61.27						
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%										
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015							
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.601	2.601	2.601							
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.530	2.530	2.530							
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE											
9	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr.	1229.9	1222.6	1243.6							
10	PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1234.7	1235.6	1244.5							
11	PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	gr.	605.4	595.7	605.6							
12	VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c.	539.3	537.5	540.7							
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.										
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/14 parafina)	c.c.										
15	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	539.3	537.5	540.7							
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (5/13)	gr/c.c.	2.281	2.283	2.286	2.280						
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.450	2.459	2.459							
18	VACÍOS (17-18) 100/17	%	7.3	6.8	7.8	3-8						
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(2/18)+(3/7)+(4/8)		2.555	2.556	2.555							
20	V.M.A. (10)(2+3+4)(1/19)	%	15.6	15.2	16.2	15.7						
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. (20)(20-18)/20	%	53.5	55.4	51.4	Mín. 14						
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(1/19)(1/19)		2.682	2.682	2.682							
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (18)(3/22-19)(2/19)	%	1.882	1.882	1.882							
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (1/22)(2+3+4)/100	%	3.72	3.72	3.72							
25	FLUJO	mm	14.1	14.9	14.6	8-20						
26	LECTURA DEL EQUIPO		8.001	10.201	8.001							
27	ESTABILIDAD 5% CORREGIR	Kg	999	1040	958							
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00							
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	999	1040	958	Mín. 453						
30	ESTABILIDAD FLUJO	Kg/cm	1809	1770	1886	1748 1700-6000						

Luis Gamara Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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



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

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: 'Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico'.
 TESISISTA: Laimé Lauro Ceolbath Carolain.
 CANTERA: Huancacaca
 MATERIAL: Mezcla asfáltica

HECHO POR: A.Y.G
 FECHA: Abril - 2022

Diseño C.A. 6.8 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	<N°200	Peso Mat. Secar	gr
ABERTURA EN mm	18.000	12.700	9.875	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	gr
PESO RETENIDO	gr	8365.0	7710.0	10283.0	192.0	235.5	126.0	55.0	65.1	Peso Mat. Lav+Filtro	gr
RETENIDO PARCIAL	%	11.2	10.3	13.7	18.3	22.5	12.2	5.2	6.8	Peso de Asfalto	gr
RETENIDO ACUMULADO	%	100.0	88.8	78.6	64.8	46.5	24.1	11.8	6.6	Peso inicial de Filtro	gr
PASA	%	100	88 - 100	70 - 80	51 - 65	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filtro	gr
ESPECIFICACION										FRACCIÓN	%
ASFALTO LIQUIDO										PESO TOTAL	gr
FRASCO ASFALTADO											079.6
											75000.0

Metros Lineales:

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.0	6.0	6.0	6.0	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	33.05	33.05	33.05	33.05	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	60.95	60.95	60.95	60.95	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.601	2.601	2.601		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.530	2.530	2.530		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1237.5	1223.8	1234.8		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1239.3	1233.7	1236.4		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	705.0	705.0	698.7		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	cc	538.3	523.1	530.7		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-11)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13P+parafina)	cc					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPACHAMIENTO (10-14)	cc	538.3	523.1	530.7		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/cc	2.300	2.320	2.288	2.311	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041	gr/cc	2.432	2.432	2.432		
18 VACÍOS (17-18)*100/1	%	5.1	3.8	5.9	5.0	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(20+21+22+23)		2.555	2.555	2.555		
20 V.M.A. 100(2+3+4)(10/19)	%	15.1	14.0	15.8	15.0	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100(20-19)/20	%	48.2	72.3	42.8	67.8	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(10/11)(15)		2.670	2.670	2.670		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(21-19)/22)*100	%	1.714	1.714	1.714		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-23*(2+3+4)/100	%	4.39	4.39	4.39		
25 FLUIDO	mm	13.5	13.4	11.9	11.9	8 - 20
26 LECTURA DEL EQUIPO		10.201	10.401	10.510		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1050	1050	1073		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1050	1050	1073	1061	Mín. 453
30 ESTABILIDAD-FLUIDO	Kg/cm	1850	2081	2314	2282	1700 - 4000

OBSERVACIONES:
 Grava bituminosa 3/4" 0%
 Grava bituminosa 1/2" 30%
 Arena bituminosa 1/4" 45%
 Arena natural 1/4" 21%
 Cemento asfáltico PEN 68 - 100

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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



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

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".
 TESISTA: **Laine Laura Cacibeth Carolain**.
 CANTERA: **Huancacaca**
 MATERIAL: **Mezcla asfáltica**

HECHO POR: **A.Y.G**
 FECHA: **Abril - 2022**

Diseño C.A. 6.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	3/8"	3/16"	N° 10	N° 40	N° 60	N° 100	N° 200	<N°200	Peso Mat. Sólido	gr.
ABERTURA EN mm	19.0	12.5	7.5	4.75	2.0	0.85	0.75	0.075	0.075	Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	10.250	456.0	9.355	4.760	2.050	0.425	0.18	0.014	0.1	Peso Mat. Lavado + Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	11.2	10.3	13.7	18.3	22.5	12.2	4.2	6.8	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	11.2	21.4	35.2	53.5	75.9	88.2	92.4	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	88.8	76.6	64.8	45.6	24.1	11.8	6.6	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 85	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filtro	gr.
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											778.8
											7500.0

Metros Lineales:

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Tamaño de grano en mm

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECÍFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.5	6.5	6.5	6.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	32.88	32.88	32.88	32.88	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	60.82	60.82	60.82	60.82	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015	1.015	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.801	2.801	2.801	2.801	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.530	2.530	2.530	2.530	
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1239.8	1232.2	1226.9		
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1240.1	1233.0	1227.6		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	gr	706.1	706.2	698.6		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c.	526.0	526.8	528.0		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-3)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13)* parafina	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPAZAMIENTO (10-14)	c.c.	822.0	826.0	828.0		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (8-10)	gr/cc.	2.530	2.530	2.530	2.530	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-3041		2.414	2.414	2.414	2.414	
18 VACÍOS (11-10)/10017	%	1.5	1.1	3.9	2.5	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2+3+4+5)	%	2.555	2.555	2.555	2.555	
20 V.M.A. 100*(2+3+4)/(1018)	%	14.7	14.4	15.1	14.7	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(26-18)/20	%	76.3	76.4	74.9	76.3	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(1017)-(1018)	%	2.670	2.670	2.670	2.670	
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (1017*(22-18)/(22-15))	%	1.718	1.718	1.718	1.718	
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(21*(2+3+4)/101)	%	4.39	4.39	4.82	4.53	
25 FLUIDO	mm	11.8	11.1	11.9	11.2	8 - 20
26 LECTURA DEL EQUIPO		11.159	11.050	11.110		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1127	1127	1123	1123	
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	1.00	
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1127	1127	1123	1123	Mín. 463
30 ESTABILIDAD-FLUIDO	Kg/cm	2628	2508	2470	2508	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

Grava Interada 3/4" : 0%

Grava Interada 1/2" : 38%

Grava Interada 3/8" : 43%

Grava asfáltica 1/4" : 27%

Cemento asfáltico : PEN 65 - 100

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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



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

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

TESISTA: *Laine Leuro Cecibeth Carolain.*

CANTERA: *Huancocaca*

MATERIAL: *Mezcla asfáltica*

HECHO POR: A.Y.G
 FECHA: Abril - 2022

Diseño C.A. 7.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	40/200	Peso Mat. Secar	gr.
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	9.500	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.	6360.0	7710.0	10380.0	182.0	235.5	126.0	55.0	66.1	Peso Mat. Lav+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	11.2	10.3	13.7	15.3	22.5	12.2	5.2	6.6	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	11.2	21.4	35.2	50.5	75.9	88.2	93.4	100.0	Peso total de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	88.8	78.6	64.8	45.5	24.7	11.8	6.6	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	89-100	79-88	57-68	38-53	17-28	8-17	4-8	Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.
											679.6
											7300.0

Mezcla Líquida:

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Tamaño de grano en mm

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.	
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	7.0	7.0	7.0	7.0		
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	32.70	32.70	32.70	32.70		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	60.30	60.30	60.30	60.30		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%						
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.601	2.601	2.601	2.601		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.530	2.530	2.530	2.530		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE							
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1232.9	1232.9	1232.9	1232.9		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1236.0	1233.4	1233.2	1233.2		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	709.9	703.9	706.0	706.0		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	527.1	509.5	524.2	524.2		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-8)	gr.						
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13% parafina)	c.c.						
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	527.1	526.5	524.2	524.2		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9-15)	gr/c.c.	2.343	2.328	2.346	2.339		
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.392	2.392	2.392	2.392		
18 VACÍOS (11-16) 100%	%	2.0	2.7	1.9	2.2		3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(2+3+4+5)		2.555	2.555	2.555	2.555		
20 V.M.A. 100(2+3+4)/(9-15)	%	14.7	15.3	14.8	14.8		Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100(20-19)20	%	88.2	87.5	86.0	86.2		
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(100%)(100%)(1-19)		2.664	2.664	2.664	2.664		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100%)(22-19)(22-19)	%	1.631	1.631	1.631	1.631		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)(2+3+4)(100)	%	5.48	5.48	5.48	5.48		
25 FLUIDO	mm	8.6	7.6	8.4	8.1		8 - 20
26 LECTURA DEL EQUIPO		11.365	11.568	11.539			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1159	1179	1155			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1189	1179	1168	1156		Mín. 653
30 ESTABILIDAD FLUIDO	Kg/cm	3469	4082	3451	3627		1780 - 4000

OBSERVACIONES:

Grava bituminosa 3/4" 0%

Grava bituminosa 1/2" 30%

Grava bituminosa 3/8" 43%

Grava natural 3/4" 27%

Cemento asfáltico PEN 88 - 190

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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



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

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámicos".

TESISTA: Laima Lauro Cecibeth Carolain.

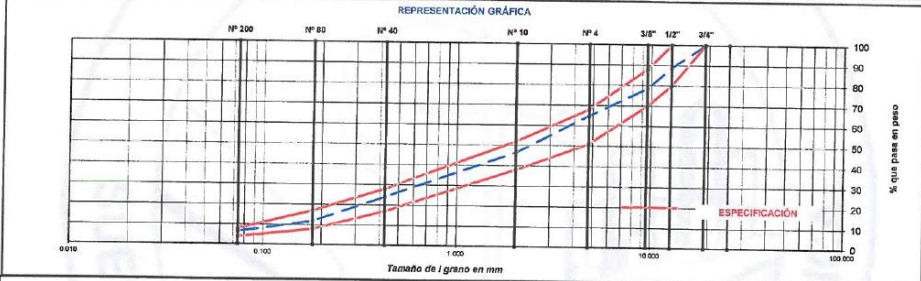
CANTERA: Humancaca

MATERIAL: Mezcla asfáltica

HECHO POR: A.Y.G
FECHA: Abril - 2022

Diseño C.A. 6.4 % - ÓPTIMO

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N° 200	Peso Mat. S/Laver	gr.	
ABERTURA EN mm	19.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	gr.	
PESO RETENIDO	gr.	6365.0	7730.0	10290.0	192.0	225.5	123.0	53.0	66.1	Peso Mat. Lavado + Filtro	gr.	
RETENIDO PARCIAL	%	11.2	10.3	13.7	16.3	12.2	5.2	6.6		Peso de Asfalto	gr.	
RETENIDO ACUMULADO	%	11.2	21.4	35.2	51.5	63.7	68.9	75.5	82.1	Peso inicial de Filtro	gr.	
PASA	%	100.0	88.8	86.3	83.7	87.8	94.8	93.4	100.0	Peso final de Filtro	gr.	
ESPECIFICACIÓN	%	100	88-100	70-88	51-80	38-62	17-28	8-17	4-8	Peso de Filtro	gr.	
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%	
TRAMO ASFALTADO											678.0	
											PESO TOTAL	7300.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRICQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.40	6.40	6.40	6.40	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	32.81	32.91	32.91	32.91	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	60.69	60.69	60.69	60.69	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0129	1.0129	1.0129		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.801	2.801	2.801		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.530	2.530	2.530		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRICQUETA AL AIRE	gr.	1228.5	1224.6	1227.6		
10 PESO DE BRICQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1226.7	1225.8	1226.7		
11 PESO DE LA BRICQUETA EN AGUA	gr.	700.5	696.6	698.6		
12 VOLUMEN DE LA BRICQUETA (10-11)	c.c.	529.1	527.2	526.2		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-5)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/5a parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRICQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	529.1	527.2	526.2		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRICQUETA (8/15)	g/cc	2.322	2.322	2.320	2.322	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.417	2.417	2.417		
18 VACIOS (17-19)/(100-17)	%	3.9	3.9	4.0	3.9	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2+3+4+5)		2.555	2.555	2.555		
20 V.M.A. 100(2+3+4)/(100-17)	%	14.0	14.0	14.0	14.0	
21 VACIOS LLENOS CON C.A. 100(20-18)/20	%	73.8	73.8	73.3	74.0	Mín. 14
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100-17)/(16)		2.670	2.670	2.670		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(5)/(22-19))	%	1.716	1.716	1.716		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)/(2+3+4)/(100)	%	4.79	4.79	4.79		
25 FLEJIO	mm	11.4	11.4	11.5	11.4	8 - 20
26 LECTURA DEL EQUIPO		10.745	10.888	10.788		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1065	1061	1101		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1035	1031	1101	1096	Mín. 450
30 ESTABILIDAD-FLEJIO	K/pcm	2439	2423	2437	2433	1700 - 4000

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 3/4" 0%
 Grava triturada 1/2" 30%
 Arena triturada 3/4" 45%
 Arena natural 1/4" 27%
 Cemento asfáltico PEB 68 - 100

Luis Camarero Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 C.R. 108-161

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

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

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

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



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE

ASTM D-2041

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

TESISTA: Laima Lauro Cecibeth Carolain.

CANTERA: Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G

MATERIAL: Mezcla asfáltica

FECHA: Abril - 2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	5.50
Peso del material	gr	1520.20	1540.60	1560.50	1540.20	1540.60	1536.50
Peso del agua + frasco Rice	gr	8049.00	8049.00	8049.00	8049.00	8049.00	8049.00
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9569.20	9589.60	9609.50	9589.20	9589.60	9585.50
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8955.50	8963.20	8967.80	8961.20	8945.50	8949.80
Volumen del material	cc	613.70	626.40	641.70	638.00	644.10	635.70
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.477	2.459	2.432	2.414	2.392	2.417
Temperatura de ensayo	°C	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
Grava triturada 3/4"	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Grava triturada 1/2"	%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Arena triturada 1/4"	%	43%	43%	43%	43%	43%	43%
Arena natural 1/4"	%	27%	27%	27%	27%	27%	27%
Tiempo de ensayo	Min.	15	15	15	15	15	15
Factor de Corrección							


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

**Anexo N° 02.08: diseño de mezcla asfáltica con 10 % de residuos de
cerámico**

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

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

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



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA											
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2											
TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".											
TESISTA: Loime Lauro Cecabeth Cerolain.											
CANTERA: Huamancaca											
MATERIAL: Mezcla Asfáltica											
HECHO POR: A.Y.G.											
FECHA: Abril - 2022											
Diseño C.A. 6.4 % - Óptimo y 10% de residuos de cerámico.											
ENSAYO GRANULOMÉTRICO									LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	+N°200	Peso Mat. Secar	gr
ABERTURA EN mm	19,050	12,700	8,525	4,750	2,000	0,425	0,18	0,075		Peso Mat. Lavado	gr
PESO RETENIDO	gr	8035,0	7710,0	10289,0	192,0	235,5	126,0	55,0	69,1	Peso Mat. Lav+Filtro	gr
RETENIDO PARCIAL	%	11,2	10,3	13,7	18,3	22,5	12,2	5,2	6,6	Peso de Asfalto	gr
RETENIDO ACUMULADO	%	11,2	21,4	35,2	53,5	75,9	88,2	93,4	100,0	Peso Inicial de Filtro	gr
PASA	%	100,0	88,8	78,6	64,8	46,5	24,1	11,8	6,6	Peso final de Filtro	gr
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 80	51 - 68	38 - 52	17 - 23	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	gr
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											679,6
										PESO TOTAL	7500,0
Metros Líneas:											
REPRESENTACIÓN GRÁFICA											
ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559											
BRIQUETAS											
		N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.				
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6,40	6,40	6,40	6,40					
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	32,91	32,91	32,91	32,91					
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	60,69	60,69	60,69	60,69					
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%									
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1,0120	1,0129	1,0129						
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2,610	2,610	2,610						
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2,530	2,530	2,530						
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE (Ca)										
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1210,8	1221,7	1219,8						
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1212,0	1221,9	1221,0						
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	699,9	694,8	695,8						
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-1)	c.c.	522,4	527,1	525,4						
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr									
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13Pa parafina)	c.c.									
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO (13-14)	c.c.	522,4	527,1	525,4						
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2,318	2,316	2,322	2,319					
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2911		2,421	2,421	2,421						
18	VACÍOS (17-18)(10/17)	%	4,3	4,3	4,1	4,2	3 - 5				
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(25)(3/7)(4/8)		2,558	2,558	2,558						
20	V.M.A. 100-(2+3+4)(19/19)	%	15,2	15,2	15,0	15,1	Min. 14				
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100-(20-18)/20	%	71,9	71,9	72,7	72,2					
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(10/17)(14/9)		2,675	2,675	2,675						
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(22-18)/(22+19))	%	1,74	1,74	1,74						
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)(2+3+4)/100	%	4,77	4,77	4,77						
25	FLUIDO	mm	10,9	11,9	10,9	10,9	8 - 20				
26	LECTURA DEL EQUIPO		10,899	10,785	10,964						
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1111	1100	1120						
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1,00	1,00	1,00						
26	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1111	1100	1120	1110	Min. 453				
29	ESTABILIDAD-FLUIDO	Kp/cm	2589	2549	2634	2588	1700 - 4000				
OBSERVACIONES:											
Residuos de cerámico 30%											
Grava triturada 1/2" 43%											
Arena triturada de 1/4" 27%											
Arena natural											
Cemento asfáltico PEN 65 - 100											

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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

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

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



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE

ASTM D-2041

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"

TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain

CANTERA: Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Mezcla Asfáltica

FECHA: Abril - 2022

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.50					
Peso del material	gr	1539.50					
Peso del agua + frasco Pico	gr	8049.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9588.50					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8952.60					
Volumen del material	cc	636.90					
Peso Específico Máximo	gr/cc	2.421					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	30.0					
Arena triturada 1/4"	%	43.0					
Arena natural	%	27.0					
residuos de cerámico	%	10.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							


 Luis Gariarta Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

**Anexo N° 02.09: diseño de mezcla asfáltica con 20 % de residuos de
cerámico**

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

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

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



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA													
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2													
TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".													
TESISTA: Laima Lauro Cacibeth Carolain.													
CANTERA: Humancaca						HECHO POR: A.Y.G.							
MATERIAL: Mezcla Asfáltica						FECHA: Abril - 2022							
Diseño C.A. 6.4 % - Óptimo y 20% de residuos de cerámico.													
ENSAYO GRANULOMÉTRICO								LAVADO ASFÁLTICO					
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	<N°200	Peso Mid. Sl.Laver	gr	
ABERTURA EN mm		19.000	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mid. Lavado	gr	
PESO RETENIDO	gr		6365.0	7710.0	10386.0	192.0	226.5	128.0	56.0	86.1	Peso Mid. Lav.+Filtro	gr	
RETENIDO PARCIAL	%		11.2	10.3	13.7	18.3	22.5	12.2	5.2	6.9	Peso de Asfalto	gr	
RETENIDO ACUMULADO	%		11.2	21.4	35.2	53.5	75.9	88.2	93.4	100.0	Peso final de Filtro	gr	
PASA	%	100.0	88.8	78.6	64.8	48.6	34.1	21.8	11.8	6.6	Peso final de Filtro	gr	
ESPECIFICACION	%	100	88-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8		Peso de Filler	gr	
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	%	
TRAMO ASFALTADO												PESO TOTAL	75000.0
Mostr. Líneas:													
REPRESENTACIÓN GRÁFICA													
ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559													
BRICQUETAS		N°	1	2	3	PRMEDIADO	ESPECIFIC.						
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.40	6.40	6.40	6.40							
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	32.91	32.91	32.91	32.91							
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	60.69	60.69	60.69	60.69							
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%											
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0129	1.0129	1.0129								
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.612	2.612	2.612								
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.530	2.530	2.530								
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE (Ca)												
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1230.1	1238.8	1221.8								
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1221.3	1241.0	1223.0								
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	694.2	705.6	695.0								
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	527.1	535.4	528.0								
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr											
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/9) parafina	c.c.											
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	527.1	535.4	528.0								
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.315	2.316	2.314	2.315							
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.424	2.424	2.424								
18	VACÍOS (17-18)/(100-17)	%	4.5	4.5	4.6	4.6	3 - 5						
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2/6+1/37)+(4/8)		2.558	2.558	2.558								
20	V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/19)	%	15.3	15.3	15.3	15.3	Min. 14						
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-19)/20	%	70.4	70.4	70.3	70.5							
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100/17)+(15/1)		2.690	2.690	2.690								
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100/19)-(22/19)	%	1.80	1.80	1.80								
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(21/19)+(3+4)/20	%	4.72	4.72	4.72								
25	FLUJO	mm	10.0	10.6	10.6	10.4	8 - 20						
26	LECTURA DEL EQUIPO		11.125	11.235	11.833								
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1134	1145	1186								
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00								
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1134	1145	1186	1195	Min. 433						
30	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3860	3744	3859	3631	1700 - 4000						
OBSERVACIONES:													
Residuos de cerámico													
Grava triturada 1/2"													
Arena triturada 1/4"													
Arena mediana													
Cemento asfáltico													

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

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

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



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

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE							
ASTM D-2041							
TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".							
TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain							
CANTERA: Huamancaca				HECHO POR: A.Y.G.			
MATERIAL: Mezcla Asfáltica				FECHA: Abril - 2022			
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2							
ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.50					
Peso del material	gr	1536.60					
Peso del agua + frasco Rice	gr	8090.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9596.60					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8652.80					
Volumen del material	cc	633.80					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.424					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	30.0					
Arena triturada	%	43.0					
Arena natural	%	27.0					
Residuos de cerámico	%	20.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							


 Luis Camarín Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

**Anexo N° 02.10: diseño de mezcla asfáltica con 30 % de residuos de
cerámico**

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



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

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".
 TESISISTA: Laima Lauro Cecibeth Carolain.
 CANTERA: Huamanceca
 MATERIAL: Mezcla Asfáltica

HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Abril - 2022

Diseño C.A. 6.4 % - Óptimo y 30% de residuos de cerámico.

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	-N°200	Peso Mat. Sólida	gr
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	gr
PESO RETENIDO	gr		8365.0	7710.0	10258	192.0	235.5	128.0	55.0	66.1	Peso Mat. Lav. + Filtro	gr
RETENIDO PARCIAL	%		11.2	10.3	13.7	18.3	22.5	12.2	6.2	6.6	Peso de Asfalto	gr
RETENIDO ACUMULADO	%		11.2	21.4	35.2	53.5	75.9	88.2	94.4	100.0	Peso Inicial de Filtro	gr
PASA	%	100.0	88.8	78.6	64.8	46.5	24.1	11.8	6.6		Peso Final de Filtro	gr
ESPECIFICACIÓN	%	100	89 - 100	70 - 84	61 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	gr
TRAMO ASFALTADO												678.5
												75000.0

Medios Lineales:

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 CA. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.40	6.40	6.40	6.40	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	32.91	32.91	32.91	32.91	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	60.69	60.69	60.69	60.69	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0129	1.0129	1.0129		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.613	2.613	2.613		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.530	2.530	2.530		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE (CM)						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1220.3	1237.7	1232.8		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1227.5	1238.9	1234.0		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	697.0	702.9	700.1		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	530.5	536.0	533.9		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/9 parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	530.5	536.0	533.9		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.312	2.309	2.309	2.310	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.430	2.430	2.430		
18 VÍCIOS (17-16)/(100*17)	%	4.9	5.0	5.0	4.9	J - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2+3+4+6)		2.559	2.559	2.559		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(119*19)	%	15.4	15.5	15.5	15.5	Mín. 14
21 VÍCIOS LLENOS CON C.A. 100*(20-16)/20	%	54.5	58.8	58.0		
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100*17) (15)		2.667	2.667	2.667		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(22-16)/(22*19)	%	1.89	1.99	1.89		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4.63	4.83	4.63		
25 FLUIDO	mm	11.9	12.5	12.3	12.2	8 - 20
26 LECTURA DEL EQUIPO		9.652	9.372	9.631		
28 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	923	955	982		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	923	955	982	955	Mín. 453
28 ESTABILIDAD-FLUIDO	Kg/cm	1970	1941	2020	1980	1700 - 6800

OBSERVACIONES:
 Residuos de cerámico
 Grava triturada 1/2" 30%
 Arena triturada 3/16" 43%
 Arena natural 27%
 Cemento asfáltico PEM 65 - 100

Luis Gamarrta Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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



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

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE

ASTM D-2041

TITULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".

TESISTA: Laima Lauro Cecibeth Carolain.

CANTERA: Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Mezcla Asfáltica

FECHA: Enero - 2022

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.50					
Peso del material	gr	1614.50					
Peso del agua + frasco Rice	gr	8049.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9563.50					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8940.20					
Volumen del material	cc	623.30					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.430					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	30.0					
Arena triturada 3/16"	%	43.0					
Arena natural	%	27.0					
Residuos de cerámico	%	30.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							



Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 138161

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

Anexo N° 02.11: ensayo de lavado asfáltico

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



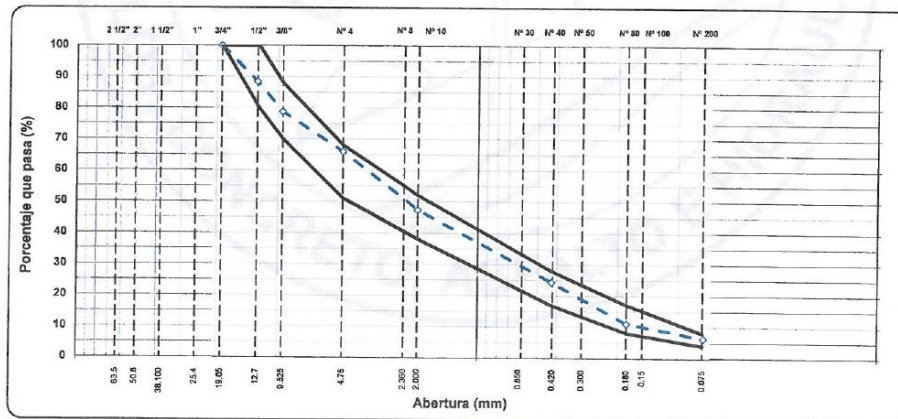
DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA									
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS									
ASTM D-2172 ASTM D-546									
TÍTULO:		"Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"							
TESISTA:		Lalme Lauro Cecibeth Carolain							
MATERIAL:		Huamancaca						HECHO POR: A.Y.G.	
CANTERA:		Mezcla asfáltica						FECHA: Abril - 2022	
Muestra: Convencional									
TAMIZ	Abertura	PESO	PORCENTAJE			ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
ASTM	mm	retenido	retenido	acumulado	que pasa	MAC - 2	TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	9.20 a. m.	
1"	25.400					100	Peso de material sin lavar	1246.7 gr	
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1165.8 gr	
1/2"	12.700	135.3	11.6	11.6	88.4	80 - 100	Peso mat lav + filler en el filtro	1168.3 gr	
3/8"	9.525	112.1	9.5	21.2	78.8	70 - 88	Peso inicial del filtro	30.6 gr	
1/4"	6.300						Peso final del filtro	33.1 gr	
N°4	4.750	150.2	12.9	34.0	66.0	51 - 68	Peso del filler en filtro	2.6 gr	
N°8	2.360						Peso del asfalto	78.4 gr	
N°10	2.000	217.8	18.5	52.7	47.3	38 - 52	Contenido de asfalto	6.29 %	
N°16	1.190						Relación Polvo - Asfalto	1.01	
N°20	0.840								
N°30	0.600								
N°40	0.425	269.0	23.0	75.7	24.3	17 - 28			
N°50	0.300								
N°60	0.180	155.3	13.3	89.0	11.0	8 - 17			
N°100	0.150								
N°200	0.074	54.0	4.6	93.6	6.4	4 - 8			
< 200		74.6	6.4	100.0					

CURVA GRANULOMETRICA



Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

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

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

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

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



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

ASTM D-2172

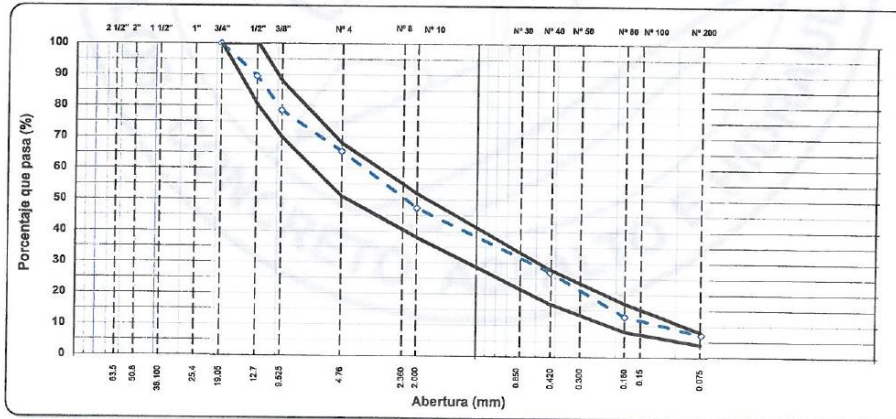
ASTM D-548

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"
TESISTA: Laima Leuro Cecibath Carolain
MATERIAL: Huamancaca **HECHO POR:** A.Y.G.
CANTERA: Mezcla asfáltica **FECHA:** Abril - 2022

Muestra: Con el 10% de esiduos de cerámico

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pesa		TAMAÑO MÁXIMO 3/4"	
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	10:30 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1245.5 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1184.3 gr
1/2"	12.700	121.9	10.4	10.4	89.5	80 - 100	Peso mat.lav.+ filler en el filtro	1166.9 gr
3/8"	9.525	126.1	11.0	21.4	78.5	70 - 88	Peso inicial del filtro	30.8 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	33.4 gr
N°4	4.760	153.2	13.1	34.5	65.4	51 - 88	Peso del filler en filtro	2.5 gr
N°6	2.360						Peso del asfalto	78.5 gr
N° 10	2.000	211.1	18.1	52.8	47.4	38 - 52	Contenido de asfalto	6.31 %
N° 16	1.190						Relación Polvo - Asfalto	1.13
N° 20	0.840							
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	237.4	20.3	73.0	27.0	17 - 28		
N° 50	0.300							
N° 80	0.180	164.9	14.1	87.1	12.9	8 - 17		
N° 100	0.150							
N° 200	0.074	66.9	5.7	92.8	7.2	4 - 8		
< 200	-	83.4	7.2	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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



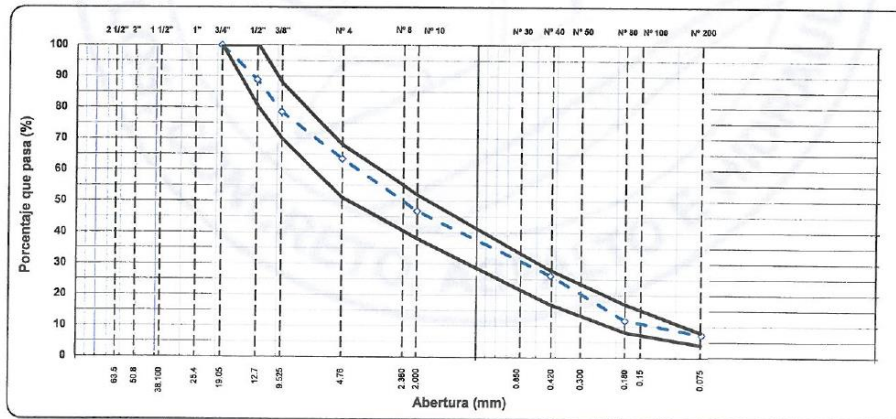
DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA									
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS									
ASTM D-2172 ASTM D-548									
TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"									
TESISTA: Laima Lauro Cecibeth Carolain									
MATERIAL: Huancacaca HECHO POR: A.Y.G.									
CANTERA: Mezcla asfáltica FECHA: Abril - 2022									
Muestra: Con el 20% de esiduos de cerámico									
TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	
1 1/2"	38.100						11:03 a. m.		
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1241.2	gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1160.2	gr
1/2"	12.700	129.1	11.1	11.1	88.9	80 - 100	Peso mat. lav. + filler en el filtro	1162.1	gr
3/8"	9.525	120.0	10.3	21.4	78.6	70 - 88	Peso inicial del filtro	29.9	gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	31.8	gr
N° 4	4.750	175.0	15.1	36.5	63.5	51 - 68	Peso del filler en filtro	1.9	gr
N° 8	2.360						Peso del asfalto	75.2	gr
N° 10	2.000	194.6	16.7	53.2	46.8	38 - 52	Contenido de asfalto	6.38	%
N° 16	1.190						Relación Polvo - Asfalto	1.14	
N° 20	0.840								
N° 30	0.600								
N° 40	0.425	239.2	20.6	73.8	26.2	17 - 28			
N° 50	0.300								
N° 60	0.180	106.4	14.3	88.1	11.9	8 - 17			
N° 100	0.150								
N° 200	0.074	63.1	4.6	92.7	7.3	4 - 8			
< 200		84.6	7.3	100.0					

CURVA GRANULOMETRICA





Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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

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

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



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

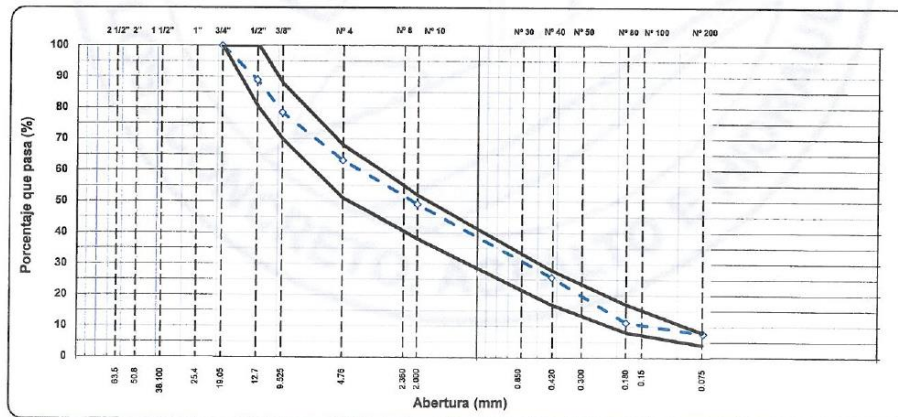
ASTM D-2172
 ASTM D-546

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico"
 TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain
 MATERIAL: Huancacaca
 CANTERA: Mezcla asfáltica
 HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Abril - 2022

Muestra: Con el 30% de esiduos de cerámico

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO 3/4"	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	3:11 p. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1242.0 gr
3/4"	19.000				100.0	100	Peso de material lavado	1159.5 gr
1/2"	12.700	128.7	11.1	11.1	88.9	80 - 100	Peso mac. lav. + filler en el filtro	1162.3 gr
3/8"	9.525	120.9	10.4	21.5	78.5	70 - 88	Peso inicial del filtro	30.0 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	32.8 gr
N°4	4.760	179.1	15.4	36.9	63.1	51 - 68	Peso del filler en filtro	2.8 gr
N°8	2.360						Peso del asfalto	79.7 gr
N°10	2.000	163.1	14.0	50.9	49.1	38 - 52	Contenido de asfalto	6.42 %
N°16	1.190						Relación Polvo - Asfalto	1.18
N°20	0.840							
N°30	0.600							
N°40	0.425	272.7	23.5	74.4	25.6	17 - 28		
N°50	0.300							
N°80	0.180	167.5	14.4	88.8	11.2	8 - 17		
N°100	0.150							
N°200	0.074	42.0	3.6	92.4	7.6	4 - 8		
< 200	-	88.3	7.6	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA




Luis Gambarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

Anexo N° 02.12: ensayo de Cántabro

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



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

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

ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE

MTC E 515 / Ref (NLT 352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".
 TESISTA: *Laine Lauro Cecibeth Carolain*
 CANTERA: *Huamancaca*
 MATERIAL: *Mezcla asfáltica*

HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Abril - 2022

MUESTRA: *Convencional*

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1245.00	1195.00	21.4°C	21.6°C	4.02 %
N° 02	1244.00	1189.10	21.5°C	22.0°C	4.41 %
N° 03	1221.00	1165.00	21.8°C	22.2°C	4.59 %
N° 04	1243.00	1196.30	22.1°C	22.5°C	3.76 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		Promedio de Perdida por Desgaste (%)		4.19 %

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

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

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



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA RUC : 20606529229
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av. E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado) geotest.v@gmail.com.
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE

MTC E 515 / Ref (NLT 352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".
 TESISTA: Laimé Lauro Cecibeth Carolain
 CANTERA: Huamancaca HECHO POR: A.Y.G.
 MATERIAL: Mezcla asfáltica FECHA: Abril - 2022

MUESTRA: Con el 10% de residuos de cerámico

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1249.00	1202.00	21.2°C	21.1°C	3.76 %
N° 02	1232.00	1189.00	21.1°C	21.3°C	3.49 %
N° 03	1236.00	1198.00	21.2°C	21.3°C	3.07 %
N° 04	1236.00	1198.20	21.3°C	21.6°C	3.06 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		Promedio de Pérdida por Desgaste (%)		3.35 %

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 199161

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



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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE

MTC E 515 / Ref (NLT 352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".
TESISTA: Leime Lauro Cecibeth Carolain
CANTERA: Huamancaca **HECHO POR:** A.Y.G.
MATERIAL: Mezcla asfáltica **FECHA:** Abril - 2022

MUESTRA: Con el 20% de residuos de cerámico

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1240.20	1207.00	21.5°C	20.8°C	2.68 %
N° 02	1232.00	1198.00	20.8°C	21.0°C	2.76 %
N° 03	1246.00	1215.00	21.0°C	21.1°C	2.49 %
N° 04	1249.00	1215.00	21.0°C	21.3°C	2.72 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		Promedio de Pérdida por Desgaste (%)		2.66 %

Luis Cantarria Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

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

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



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

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

ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE

MTC E 515 / Ref (NLT 352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Calidad de la mezcla asfáltica en caliente para bajo tránsito con sustitución del agregado por residuos de cerámico".
 TESISTA: *Laine Lauro Cecibeth Carolain*
 CANTERA: *Huamancaca* HECHO POR: A.Y.G.
 MATERIAL: *Mezcla asfáltica* FECHA: *Abril - 2022*

MUESTRA: *Con el 30% de residuos de cerámico*

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1223.80	1189.01	18.6°C	18.5°C	2.84 %
N° 02	1225.60	1193.20	18.5°C	18.6°C	2.64 %
N° 03	1225.00	1196.60	18.6°C	19.1°C	2.32 %
N° 04	1220.90	1188.32	19.1°C	19.3°C	2.67 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		Promedio de Perdida por Desgaste (%)		2.62 %

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198162

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

Anexo N° 03: certificados de calibración de instrumentos de laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 235 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

<p>1. Expediente</p> <p>2. Solicitante</p> <p>3. Dirección</p> <p>4. Equipo de medición</p> <p style="padding-left: 20px;">Capacidad Máxima</p> <p style="padding-left: 20px;">División de escala (d)</p> <p style="padding-left: 20px;">Div. de verificación (e)</p> <p style="padding-left: 20px;">Clase de exactitud</p> <p style="padding-left: 20px;">Marca</p> <p style="padding-left: 20px;">Modelo</p> <p style="padding-left: 20px;">Número de Serie</p> <p style="padding-left: 20px;">Capacidad mínima</p> <p style="padding-left: 20px;">Procedencia</p> <p style="padding-left: 20px;">Identificación</p> <p style="padding-left: 20px;">Ubicación</p> <p>5. Fecha de Calibración</p>	<p>200360</p> <p>ORDOÑEZ CAMPOSANO VLADIMIR</p> <p>Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN</p> <p>BALANZA ELECTRÓNICA</p> <p>500 g</p> <p>0,1 g</p> <p>0,1 g</p> <p>III</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>2 g</p> <p>CHINA</p> <p>21557 (*)</p> <p>NO INDICA</p> <p>2020-08-24</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual esté en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
--	---	---

Fecha de Emisión
2020-08-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello


ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 235 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

<p>1. Expediente</p> <p>2. Solicitante</p> <p>3. Dirección</p> <p>4. Equipo de medición</p> <p> Capacidad Máxima</p> <p> División de escala (d)</p> <p> Div. de verificación (e)</p> <p> Clase de exactitud</p> <p> Marca</p> <p> Modelo</p> <p> Número de Serie</p> <p> Capacidad mínima</p> <p> Procedencia</p> <p> Identificación</p> <p> Ubicación</p> <p>5. Fecha de Calibración</p>	<p>200360</p> <p>ORDOÑEZ CAMPOSANO VLADIMIR</p> <p>Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN</p> <p>BALANZA ELECTRÓNICA</p> <p>500 g</p> <p>0,1 g</p> <p>0,1 g</p> <p>III</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>2 g</p> <p>CHINA</p> <p>21557 (*)</p> <p>NO INDICA</p> <p>2020-08-24</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual esté en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
--	--	---

Fecha de Emisión
 2020-08-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello


 ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ



Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 235 - 2020

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20 °C	20,3 °C

Medición Nº	Carga L1 = 250,00 g			Carga L2 = 500,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	249,9	0,05	-0,10	500,0	0,08	-0,03
2	249,9	0,05	-0,10	500,0	0,07	-0,02
3	249,9	0,04	-0,09	500,0	0,08	-0,03
4	249,9	0,03	-0,08	500,0	0,08	-0,03
5	249,9	0,02	-0,07	500,0	0,07	-0,02
6	249,9	0,03	-0,08	500,0	0,07	-0,02
7	250,0	0,03	0,02	500,0	0,05	0,00
8	249,9	0,02	-0,07	500,0	0,07	-0,02
9	249,9	0,05	-0,10	500,0	0,02	0,03
10	250,0	0,09	-0,04	500,0	0,03	0,02
	Diferencia Máxima			Diferencia Máxima		
	0,12			0,06		
	Error Máximo Permissible			Error Máximo Permissible		
	± 0,30			± 0,30		



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas	Inicial	Final
	Temperatura	20,3 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1		1,0	0,05	0,00		160,0	0,05	0,00	0,00
2		1,0	0,05	0,00		159,9	0,02	-0,07	-0,07
3	1,00 g	1,0	0,08	-0,03	160,00 g	160,0	0,07	-0,02	0,01
4		1,0	0,09	-0,04		159,9	0,05	-0,10	-0,06
5		1,0	0,08	-0,03		160,0	0,08	-0,03	0,00
	Error máximo permisible								± 0,20

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 235 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,4 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
2,00	2,0	0,08	-0,03	-0,01	1,9	0,04	-0,09	-0,07	0,10
5,00	5,0	0,08	-0,03	-0,01	5,0	0,04	0,01	0,03	0,10
10,00	10,0	0,07	-0,02	0,00	9,9	0,01	-0,06	-0,04	0,10
20,00	20,0	0,07	-0,02	0,00	19,9	0,02	-0,07	-0,05	0,10
50,00	50,0	0,06	-0,01	0,01	49,9	0,02	-0,07	-0,05	0,10
100,00	100,0	0,07	-0,02	0,00	100,0	0,08	-0,03	-0,01	0,20
200,00	200,0	0,09	-0,04	-0,02	200,0	0,07	-0,02	0,00	0,20
300,00	299,9	0,02	-0,07	-0,05	300,0	0,08	-0,03	-0,01	0,30
400,00	400,0	0,07	-0,02	0,00	400,0	0,06	-0,01	0,01	0,30
500,00	500,0	0,08	-0,03	-0,01	500,0	0,08	-0,03	-0,01	0,30

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido



LECTURA CORREGIDA : $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 6,04 \times 10^{-6} \times R$

INCERTIDUMBRE : $U = 2 \times \sqrt{3,33 \times 10^{-2} \text{ g}^2 + 2,15 \times 10^{-6} \times R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 165 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

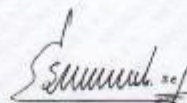
1. Expediente	200241	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	ORDOÑEZ CAMPOSANO VLADIMIR	
3. Dirección	Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	620 g	
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,01 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	NV622	
Número de Serie	8340086798	
Capacidad mínima	0,2 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2020-06-04	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-06-04


ELEAZAR CESAR CHÁVEZ RARAZ

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 165 - 2020**

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	62 %	62 %

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: 180467001	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-198-2019

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 165 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final
21,9 °C 21,9 °C

Medición Nº	Carga L1 = 300,00 g			Carga L2 = 600,00 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	300,00	5	0	600,00	5	0	
2	300,00	5	0	600,00	5	0	
3	300,00	5	0	600,01	6	9	
4	300,00	6	-1	600,00	5	0	
5	300,00	6	-1	600,00	6	-1	
6	300,00	5	0	600,00	5	0	
7	300,00	5	0	600,00	5	0	
8	300,00	6	-1	600,00	6	-1	
9	300,00	5	0	600,00	6	-1	
10	300,00	5	0	600,01	7	8	
Diferencia Máxima			1	Diferencia Máxima			10
Error Máximo Permissible			± 30	Error Máximo Permissible			± 30



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura Inicial Final
21,9 °C 21,9 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	0,10 g	0,10	5	0	200,00	200,00	5	0	0
2		0,10	5	0		200,01	6	9	9
3		0,10	5	0		199,99	4	-9	-9
4		0,10	5	0		200,00	6	-1	-1
5		0,10	5	0		200,00	5	0	0
Error máximo permisible									± 20

* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 165 - 2020

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21,9 °C	21,9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** ± mg
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	0						
0,20	0,20	5	0	0	0,20	5	0	0	10
1,00	1,00	5	0	0	1,00	5	0	0	10
10,00	10,00	5	0	0	10,00	5	0	0	10
50,00	50,00	6	-1	-1	50,00	5	0	0	10
100,00	100,00	6	-1	-1	100,00	6	-1	-1	20
200,00	200,00	5	0	0	200,00	5	0	0	20
300,00	300,00	6	-1	-1	300,00	5	0	0	30
400,00	400,00	5	0	0	400,01	6	9	9	30
500,00	500,01	7	8	8	500,01	6	9	9	30
620,00	620,01	7	8	8	620,01	7	8	8	30

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



Lectura corregida

$$R_{CORREGIDA} = R + 0,00000465 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0,0000377 \text{ g}^2 + 0,0000000024 \text{ R}^2)}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

CALIBRADO

N° CERTIFICADO: MT-LM-162-2020

SERIE / CÓDIGO: 8340330091

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2020-06-03

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24 Urb. San Diego - Lima
Tel: (51) 5494642 E-mail: metrologia@metrologiatecnicas.com**TEC****METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Instrumentales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**MT - LM - 162 - 2020**Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

1. Expediente	200241
2. Solicitante	ORDOÑEZ CAMPOSANO VLADIMIR
3. Dirección	Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30 000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	10 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	R31P30
Número de Serie	8340330091
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2020-06-03

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

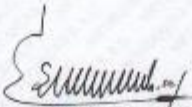
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-06-04


ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ


Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 162 - 2020*Área de Metrología*
Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa **TÉCNICAS CP S.A.C.**
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,1	20,7
Humedad Relativa (%)	73,3	73,8

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL 180467001	Pesa (exactitud E2)	LM-C-198-2019
PESAS (Clase de exactitud F2) DM- INACAL LM-033-2019	Pesa (exactitud M1)	M-1445-2019
PESA (Clase de exactitud M1) TOTAL WEIGHT: M-0070-2019	Pesa (exactitud M2)	CM-2487-2019
PESA (Clase de exactitud M1) TOTAL WEIGHT: M-0251-2019	Pesa (exactitud M2)	CM-2486-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LM - 162 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACION	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20,7 °C	20,6 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
7	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
9	15 000	0,5	0,0	30 001	0,7	0,8
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
	Diferencia Máxima 0,1			Diferencia Máxima 0,9		
	Error Máximo Permissible ± 20,0			Error Máximo Permissible ± 30,0		



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20,6 °C	20,4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10,0 g	10	0,5	0,0	10 000,0 g	10 000	0,5	0,0	0,0
2		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
3		10	0,5	0,0		10 001	0,7	0,8	0,8
4		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,1	-0,1
5		10	0,5	0,0		9 999	0,4	-0,9	-0,9
					Error máximo permisible				± 20,0

* Valor entre 0 y 10e

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 162 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	20,2 °C	20,1 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,5	0,0						
20,0	20	0,5	0,0	0,0	20	0,5	0,0	0,0	10,0
100,0	100	0,5	0,0	0,0	100	0,5	0,0	0,0	10,0
500,0	500	0,5	0,0	0,0	500	0,6	-0,1	-0,1	10,0
1 000,0	1 000	0,5	0,0	0,0	1 000	0,6	-0,1	-0,1	10,0
4 999,9	5 000	0,6	0,0	0,0	5 000	0,6	0,0	0,0	10,0
10 000,2	10 000	0,5	-0,2	-0,2	10 000	0,5	-0,2	-0,2	20,0
15 000,1	15 000	0,6	-0,2	-0,2	15 001	0,6	0,8	0,8	20,0
20 000,1	20 000	0,5	-0,1	-0,1	20 001	0,6	0,8	0,8	20,0
25 000,0	25 001	0,6	0,9	0,9	25 001	0,6	0,9	0,9	30,0
30 000,3	30 001	0,7	0,5	0,5	30 001	0,7	0,5	0,5	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



LECTURA CORREGIDA : $R_{CORREGIDA} = R - 7,43 \times 10^{-9} \times R$

INCERTIDUMBRE : $U = 2 \times \sqrt{3,27 \times 10^{-1} g^2 + 9,86 \times 10^{-10} \times R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 059 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

- 1. Expediente **200241**
- 2. Solicitante **ORDOÑEZ CAMPOSANO VLADIMIR**
- 3. Dirección **Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN**
- 4. Equipo **BAÑO MARÍA**
 - Alcance Máximo **100 °C**
 - Marca **DAIHAN SCIENTIFIC**
 - Modelo **NO INDICA**
 - Número de Serie **04007021872006**
 - Identificación **NO INDICA**
 - Ubicación **NO INDICA**

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Instrumento de medición	Controlador / Selector
Alcance	0 °C a 100 °C	0 °C a 100 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	TERMÓMETRO DIGITAL	DIGITAL

5. Fecha de Calibración **2020-06-04**

Fecha de Emisión **2020-06-04** Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



[Firma]
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 059 - 2020*Área de Metrología*
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Baños Termostáticos PC-019; 2da edición; Abril 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,5 °C	21,5 °C
Humedad Relativa	65 %	66 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 104 - 2018	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0669 - 2019
Dirección de Metrología INACAL LT - 272 - 2018		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 059 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

PARA LA TEMPERATURA DE 60 °C ± 1 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,0	59,1	59,3	59,1	58,9	59,6	59,4	59,4	59,2	59,5	59,8	59,3	0,9
02	60,0	59,0	59,3	59,1	58,9	59,7	59,3	59,4	59,3	59,4	59,7	59,3	0,8
04	60,0	59,1	59,3	59,1	58,8	59,6	59,3	59,4	59,4	59,4	59,7	59,3	0,9
06	60,0	59,1	59,4	59,2	58,9	59,7	59,4	59,5	59,3	59,5	59,7	59,4	0,8
08	60,0	59,2	59,3	59,3	58,8	59,6	59,5	59,4	59,3	59,4	59,6	59,3	0,8
10	60,0	59,1	59,4	59,1	58,8	59,7	59,4	59,5	59,5	59,7	59,8	59,4	1,0
12	60,0	59,2	59,3	59,2	59,0	59,6	59,2	59,4	59,3	59,6	59,7	59,3	0,7
14	60,0	59,1	59,3	59,1	58,9	59,7	59,4	59,5	59,3	59,5	59,8	59,4	0,9
16	60,0	59,1	59,3	59,2	59,1	59,6	59,4	59,4	59,4	59,4	59,7	59,4	0,6
18	60,0	59,2	59,3	59,1	59,0	59,5	59,3	59,5	59,3	59,5	59,7	59,3	0,7
20	60,0	59,2	59,2	59,2	59,1	59,6	59,4	59,6	59,3	59,4	59,6	59,4	0,5
22	60,0	59,4	59,2	59,2	59,0	59,7	59,5	59,5	59,4	59,4	59,6	59,4	0,7
24	60,0	59,1	59,1	59,2	59,1	59,7	59,6	59,5	59,3	59,5	59,8	59,4	0,8
26	60,0	59,2	59,2	59,4	58,9	59,6	59,4	59,6	59,4	59,4	59,7	59,4	0,6
28	60,0	59,2	59,3	59,3	59,0	59,6	59,4	59,4	59,5	59,5	59,7	59,4	0,7
30	60,0	59,1	59,2	59,3	58,9	59,5	59,4	59,4	59,4	59,4	59,8	59,3	0,9
32	60,0	59,0	59,3	59,1	58,9	59,7	59,3	59,4	59,3	59,4	59,7	59,3	0,8
34	60,0	59,1	59,3	59,1	58,8	59,6	59,3	59,4	59,4	59,4	59,7	59,3	0,9
36	60,0	59,1	59,4	59,2	58,9	59,7	59,4	59,5	59,3	59,5	59,7	59,4	0,8
38	60,0	59,2	59,3	59,3	58,8	59,6	59,5	59,4	59,3	59,4	59,6	59,3	0,8
40	60,0	59,1	59,4	59,1	58,8	59,7	59,4	59,5	59,5	59,7	59,8	59,4	1,0
42	60,0	59,2	59,3	59,2	59,0	59,6	59,2	59,4	59,3	59,6	59,7	59,3	0,7
44	60,0	59,1	59,3	59,1	58,9	59,7	59,4	59,5	59,3	59,5	59,8	59,4	0,9
46	60,0	59,1	59,3	59,2	59,1	59,6	59,4	59,4	59,4	59,4	59,7	59,4	0,6
48	60,0	59,2	59,3	59,1	59,0	59,5	59,3	59,5	59,3	59,5	59,7	59,3	0,7
50	60,0	59,2	59,2	59,2	59,1	59,6	59,4	59,6	59,3	59,4	59,6	59,4	0,5
52	60,0	59,4	59,2	59,2	59,0	59,7	59,5	59,5	59,4	59,4	59,6	59,4	0,7
54	60,0	59,1	59,1	59,2	59,1	59,7	59,6	59,5	59,3	59,5	59,8	59,4	0,8
56	60,0	59,2	59,2	59,4	58,9	59,6	59,4	59,6	59,4	59,4	59,7	59,4	0,8
58	60,0	59,2	59,3	59,3	59,0	59,6	59,4	59,4	59,5	59,5	59,7	59,4	0,7
60	60,0	59,1	59,3	59,1	58,9	59,7	59,4	59,5	59,3	59,5	59,8	59,4	0,9
T.PROM	60,0	59,2	59,2	59,2	58,9	59,6	59,4	59,5	59,4	59,5	59,7	59,4	
T.MAX	60,0	59,4	59,4	59,4	59,1	59,7	59,6	59,6	59,5	59,7	59,8		
T.MIN	60,0	59,0	59,1	59,1	58,8	59,5	59,2	59,4	59,2	59,4	59,6		
DTI	0,0	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2		



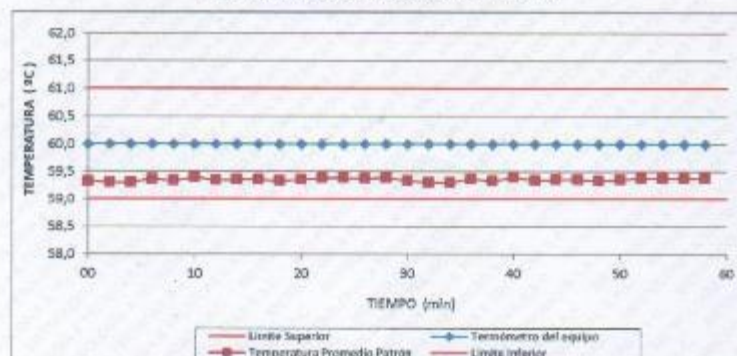
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 059 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 4 de 5

Temperatura ambiental promedio 21,3 °C
 Tiempo de estabilización del equipo 2 horas
 El selector de temperatura se posicionó en 60 °C

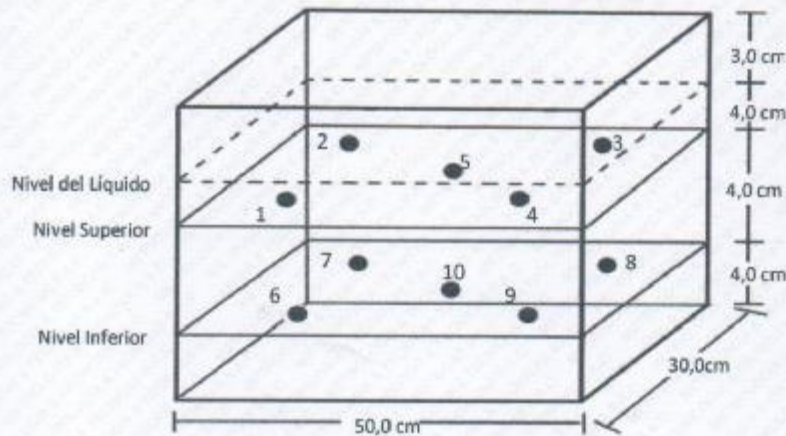
PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	59,8	0,2
Mínima Temperatura Medida	58,8	0,04
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,4	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	0,8	0,1
Estabilidad Medida (±)	0,2	0,04
Uniformidad Medida	1,0	1,7

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
 T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
 T.MAX : Temperatura máxima.
 T.MIN : Temperatura mínima.
 DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.


**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
 TEMPERATURA DE TRABAJO: 60 °C ± 1 °C**


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 059 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES

Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 4 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

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

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estandar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 170 - 2020

Área de Metrología
 Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

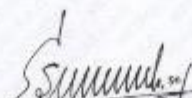
1. Expediente	200242	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	ORDOÑEZ CAMPOSANO VLADIMIR	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento de medición	CAZUELA CASAGRANDE	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	FORNEY	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	LA-3715	
Procedencia	U.S.A.	
Número de Serie	542	
Código de Identificación	NO INDICA	
Tipo de contador	ANALÓGICO	
5. Fecha de Verificación	2020-06-04	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-06-08


 ELEAZAR CÉSAR CHÁVEZ RARAZ



Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 170 - 2020**

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de Longitud de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C
Humedad Relativa	66 %	66 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2017	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2018
Magnificador óptico con retícula de medición INACAL DM/LLA-043-2017		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICADO**.

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Profundidad (mm)	Ancho (mm)
50,88	150,16	125,05

**DIMENSIONES DE LA COPA**

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
53,57	2,01	47,41

Fin del Documento

METROTECMETROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
CALIBRADON° CERTIFICADO: **MT-LT-061-2020**SERIE / CÓDIGO: **190944**FECHA DE CALIBRACIÓN: **2020-06-08**Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24 Urb. San Diego - Lima
Tel: (51) 543-6342 E-mail: metrologia@metrologiatecnicas.com**TEC****METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicio de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 061 - 2020*Área de Metrología*
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 6

1. Expediente	200244
2. Solicitante	ORDOÑEZ CAMPOSANO VLADIMIR
3. Dirección	Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STHX-3A
Número de Serie	190944
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

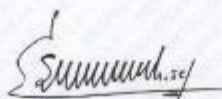
5. Fecha de Calibración **2020-06-08**

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-06-10


ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 061 - 2020**

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,5 °C
Humedad Relativa	66 %	67 %



El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120min minutos.
El controlador se seteo en 110 °C

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 104 - 2018	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0669 - 2019
Dirección de Metrología INACAL LT - 272 - 2018		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 061 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 6

11. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	max-T _{min}
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,6	110,3	107,6	109,6	109,0	107,9	109,0	109,8	107,2	108,3	110,2	108,9	3,1
02	110,0	109,6	107,0	109,1	108,3	107,5	108,5	109,3	106,6	107,9	109,6	108,3	3,0
04	109,4	109,4	106,8	109,0	108,3	107,4	108,8	109,1	106,6	108,2	109,9	108,3	3,3
06	109,4	109,9	107,1	109,3	108,9	108,2	109,3	109,7	106,9	108,7	110,4	108,8	3,5
08	110,0	110,5	107,6	109,7	109,3	108,2	108,1	109,9	107,3	109,0	110,9	109,0	3,6
10	110,6	110,5	107,8	110,0	109,4	108,2	109,7	110,2	107,6	108,9	110,5	109,3	2,9
12	110,4	110,0	107,1	109,1	108,7	107,3	108,4	108,8	106,3	107,6	110,0	108,3	3,7
14	109,3	109,3	106,8	109,0	108,3	107,1	108,8	109,3	106,7	108,3	109,8	108,3	3,1
16	110,0	110,5	107,7	109,8	109,2	108,0	109,5	110,1	107,2	109,2	110,8	109,2	3,6
18	110,5	110,7	107,9	110,1	109,5	108,3	109,7	109,9	107,4	109,0	110,7	109,3	3,3
20	110,6	110,3	107,6	109,6	109,0	107,9	109,0	109,8	107,2	108,3	110,7	108,9	3,1
22	110,0	109,6	107,0	108,1	108,3	107,5	108,5	109,3	106,6	107,9	109,6	108,3	3,0
24	109,4	109,4	106,8	109,0	108,3	107,4	108,8	109,1	106,6	108,2	109,9	108,3	3,3
26	109,6	109,9	107,4	109,6	109,0	107,6	109,5	110,3	107,2	109,0	110,7	109,0	3,5
28	110,2	110,7	107,9	110,2	109,4	107,8	109,8	110,2	107,5	109,2	110,7	109,3	3,2
30	110,5	110,0	107,3	109,4	108,7	107,7	109,0	109,3	106,8	108,2	110,1	108,6	3,3
32	109,6	109,3	106,7	108,8	108,2	107,4	108,4	109,0	106,4	107,7	109,6	108,1	3,2
34	109,3	109,5	107,0	109,1	108,5	107,3	109,2	109,6	107,2	108,5	110,3	108,6	3,2
36	110,7	110,5	107,6	109,8	109,1	108,2	109,5	110,1	106,9	108,1	110,6	109,0	3,7
38	109,4	109,4	106,8	109,0	108,3	107,4	108,8	109,1	106,6	108,2	109,9	108,3	3,3
40	109,4	109,9	107,1	109,3	108,9	108,2	109,3	109,7	106,9	108,7	110,4	108,8	3,5
42	110,0	110,5	107,6	109,7	109,3	108,2	108,1	109,9	107,3	109,0	110,9	109,0	3,6
44	110,6	110,5	107,8	110,0	109,4	108,2	109,7	110,2	107,6	108,9	110,5	109,3	2,9
46	110,4	110,0	107,1	109,1	108,7	107,3	108,4	108,8	106,3	107,6	110,0	108,3	3,7
48	109,3	109,3	106,8	109,0	108,3	107,1	108,8	109,3	106,7	108,3	109,8	108,3	3,1
50	110,0	110,5	107,7	109,8	109,2	108,0	109,5	110,1	107,2	109,2	110,8	109,2	3,6
52	110,5	110,7	107,9	110,1	109,5	108,3	109,7	109,9	107,4	109,0	110,7	109,3	3,3
54	110,6	110,3	107,6	109,6	109,0	107,9	109,0	109,8	107,2	108,3	110,2	108,9	3,1
56	110,0	109,6	107,0	109,1	108,3	107,5	108,5	109,3	106,6	107,9	109,6	108,3	3,0
58	109,4	109,9	107,1	109,3	108,9	108,2	109,3	109,7	106,9	108,7	110,4	108,8	3,5
60	110,0	110,5	107,6	109,7	109,3	108,2	108,1	109,9	107,3	109,0	110,9	109,0	3,6
PRON	110,0	110,1	107,4	109,4	108,8	107,7	109,0	109,7	107,0	108,5	110,2	108,8	
T.MAX	110,7	110,7	107,9	110,2	109,5	108,3	109,8	110,3	107,6	109,2	110,9		
T.MIN	109,3	109,3	106,7	108,8	108,2	107,1	108,1	108,8	106,3	107,6	109,6		
DTI	1,4	1,4	1,2	1,4	1,3	1,2	1,8	1,5	1,3	1,6	1,3		



Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 061 - 2020**

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	110,9	0,2
Mínima Temperatura Medida	106,3	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,8	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,3	0,3
Estabilidad Medida (±)	0,9	0,04
Uniformidad Medida	3,7	0,3

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.



Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

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

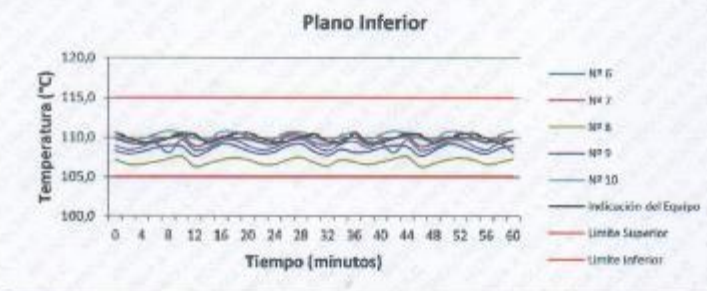
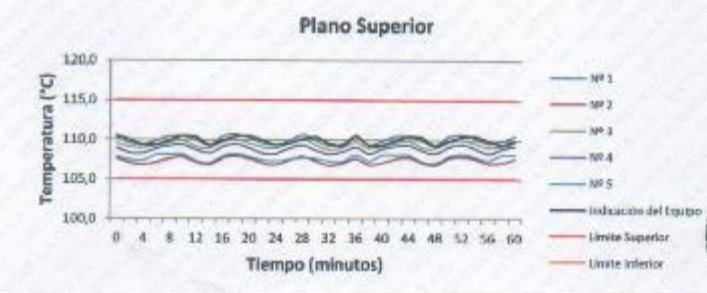
La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

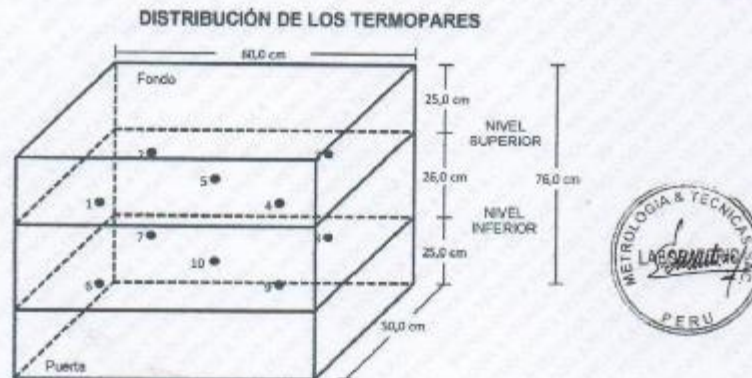
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 061 - 2020

Página 5 de 6

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$





Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 10 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

CALIBRADO

Nº CERTIFICADO: MT-LF-076-2020

SERIE / CÓDIGO: 17/002240

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2020-06-08

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24 Urb. San Diego - Lima
Tel.: (911) 942-6642 E-mail: metrologia@metrologiatecnicas.com**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 076 - 2020*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

1. Expediente	200244	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitantes	ORDOÑEZ CAMPOSANO VLADIMIR	
3. Dirección	Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN	
4. Equipo	PRENSA MARSHALL	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	50 kN	
Marca	UTEST	
Modelo	UTAS-0058	
Número de Serie	17/002240	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	TURQUIA	
Ubicación	NO INDICA	
5. Indicador	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	UTEST	
Número de Serie	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de Escala / Resolución	0,01 kN	
6. Fecha de Calibración	2020-06-08	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-06-08


 ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ


Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 076 - 2020**

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones de LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2005.

8. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,8 °C	20,9 °C
Humedad Relativa	66 % HR	65 % HR

**10. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 012-208

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 076 - 2020

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

El equipo presenta CELDA DE CARGA con las siguientes características:

Capacidad : 5,0t

Marca : KELI

Modelo : LFSC-A

Nº de Serie : 5W30576

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			Error de Exactitud q (%)	Incertidumbre U (k=2) (%)
%	F ₁ (kgf)	F ₁ (kgf)	F ₂ (kgf)	F ₃ (kgf)		
10	5	509,3	508,5	509,4	0,09	0,24
20	10	1018,9	1019,1	1019,0	0,07	0,24
30	15	1529,4	1529,8	1529,0	0,02	0,24
40	20	2039,6	2039,8	2039,0	0,00	0,24
50	25	2549,8	2550,1	2550,0	-0,03	0,24
60	30	3059,3	3060,4	3060,0	-0,02	0,24
70	35	3569,8	3570,4	3570,1	-0,03	0,24
80	40	4079,8	4080,1	4080,2	-0,03	0,24
90	45	4589,5	4591,0	4590,9	-0,05	0,24
100	50	5102,4	5103,0	5102,8	-0,08	0,24

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (t₀)

0,00 %

**13. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del Documento

Anexo N° 04: panel fotográfico

Anexo N° 04.01: granulometría de la arena chancada



Fotografía 1. Granulometría de la arena chancada según la norma ASTM C 136.



Fotografía 2. Muestreo del material por el tamizado, para la granulometría de la arena chancada según la norma ASTM C 136 – AASHTO T 88.



Fotografía 3. Granulometría de la arena fina según la norma ASTM C 136 – AASHTO T 88.



Fotografía 4. Muestreo del material por el tamizado, para la granulometría de la arena fina según la norma ASTM C 136 – AASHTO T 88.



Fotografía 5. Granulometría de la grava 1/2" según la norma ASTM C 136 – AASHTO T 88.

Anexo N° 04.02: propiedades de los agregados



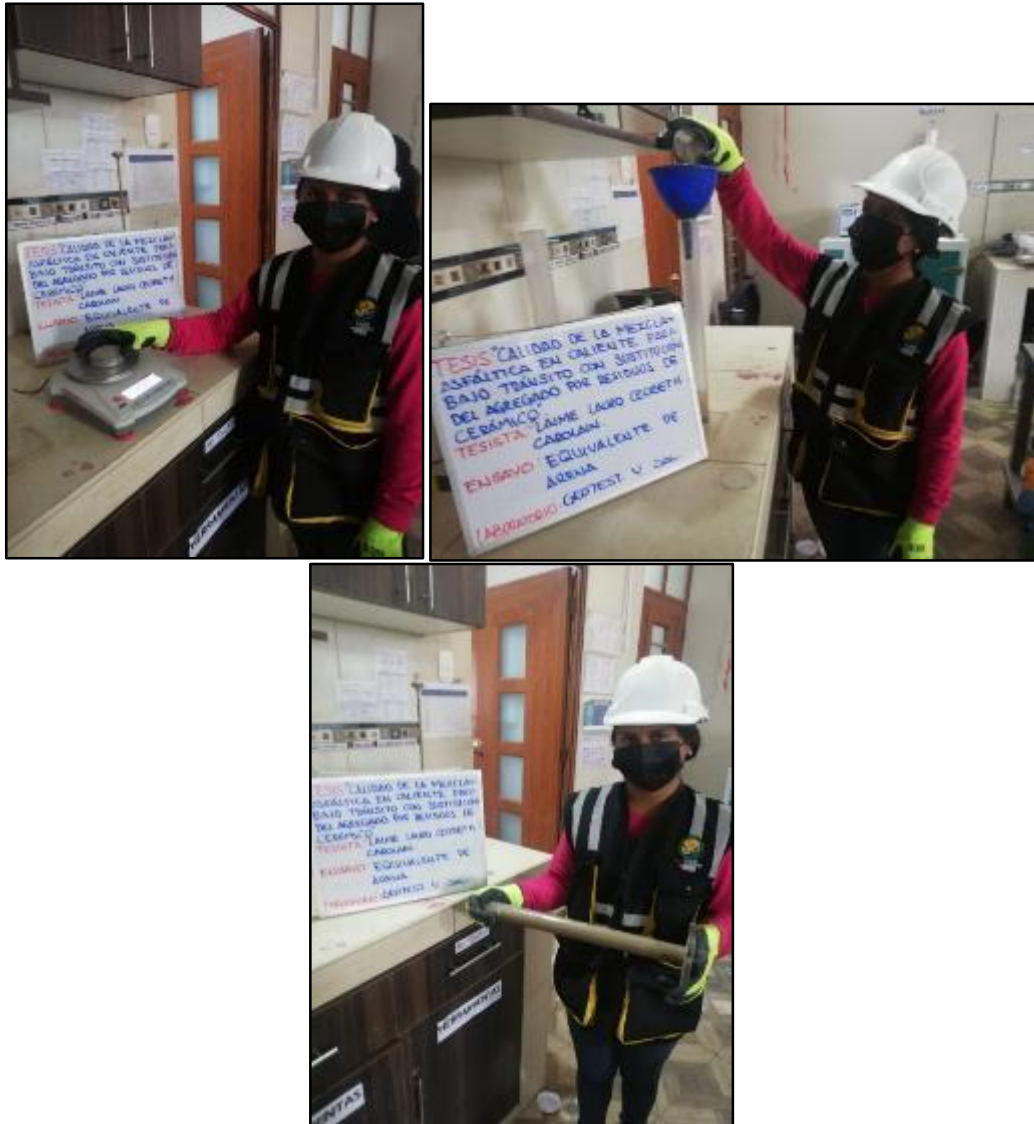
Fotografía 6. Determinación del contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles según la norma MTC E 219 – ASTM D 1888.



Fotografía 7. Ensayo de durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio del agregado grueso según la norma ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104.



Fotografía 8. Ensayo de durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio del agregado fino según la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).



Fotografía 9. Ensayo de equivalente de arena según la norma ASTM D 2419 – AASHTO T 176.



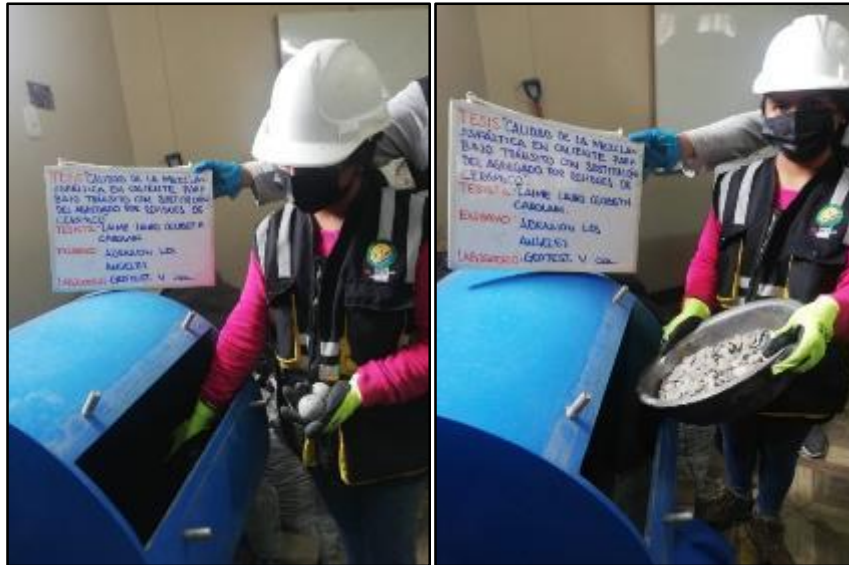
Fotografía 10. Determinación de la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico seco del agregado grueso según la norma ASTM C 127.



Fotografía 11. Determinación del peso específico aparente y la absorción del agregado grueso mediante el ensayo del peso específico según la norma ASTM C 127.



Fotografía 12. Determinación del peso específico saturado en superficie seca mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según la norma ASTM C 128.



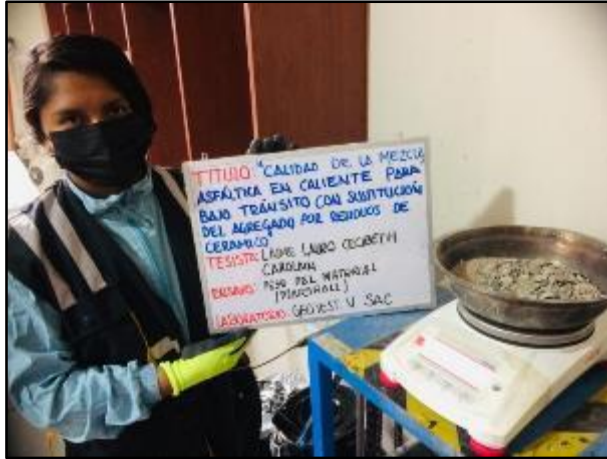
Fotografía 13. Determinación de la resistencia a la degradación por el método “B” utilizando 11 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión Los Ángeles según la norma ASTM C 131 – ASHTO T 96.



Fotografía 14. Determinación del peso requerido para ensayar cada partícula según la norma ASTM D 4791-10.



Fotografía 15. Diseño de mezcla asfáltica con la combinación de agregados según la norma ASTM D 1559.



Fotografía 16. Pesado del material con el peso diseñado para briquetas según la norma ASTM D69276.



Fotografía 17. Calentamiento del agregado hasta alcanzar una temperatura de 140 °C para la mezcla según la norma ASTM D69276.



Fotografía 18. Calentamiento del cemento asfáltico hasta alcanzar una viscosidad requerida según la norma ASTM D69276.

Anexo N° 04.03: Marshall de las mezclas asfálticas



Fotografía 19. Mezclado del agregado y el cemento asfáltico hasta logra que las partículas del agregado estén revestidas.



Fotografía 20. Colocación de las mezclas asfálticas en los moldes para continuar con la compactación.



Fotografía 21. Compactación de las mezclas mediante golpes con el martillo Marshall con 35 en ambas caras.



Fotografía 22. Enfriado y extracción de moldes después de la compactación.



Fotografía 23. Medición del peso específico total según la norma MTC E 514.



Fotografía 24. Medición del espesor del espécimen con el bernier según la norma MTC E 514.



Fotografía 25. Acondicionamiento en agua los especímenes del Marshall ($60 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$) por 30 a 40 min, para su posterior remoción, secado y colocado rápidamente en el equipo Marshall.



Fotografía 26. Ejecución del ensayo de estabilidad.



Fotografía 27. Granulometría de los residuos de cerámico para la combinación en la gradación como reemplazo del agregado grueso.



Fotografía 28. Sustitución del 10 % de residuos de cerámico en el agregado grueso para las mezclas asfálticas en calientes, además de su posterior compactación.



Fotografía 29. Ejecución del ensayo de estabilidad de la mezcla con 10 % de residuos de cerámico.



Fotografía 30. Sustitución del 20 % de residuos de cerámico en el agregado grueso para las mezclas asfálticas en calientes, además de su posterior compactación.



Fotografía 31. Ejecución del ensayo de estabilidad de la mezcla con 20 % de residuos de cerámico.



Fotografía 32. Sustitución del 30 % de residuos de cerámico en el agregado grueso para las mezclas asfálticas en calientes, además de su posterior compactación.



Fotografía 33. Ejecución del ensayo de estabilidad de la mezcla con 30 % de residuos de cerámico.

Anexo N° 04.04: lavado asfáltico



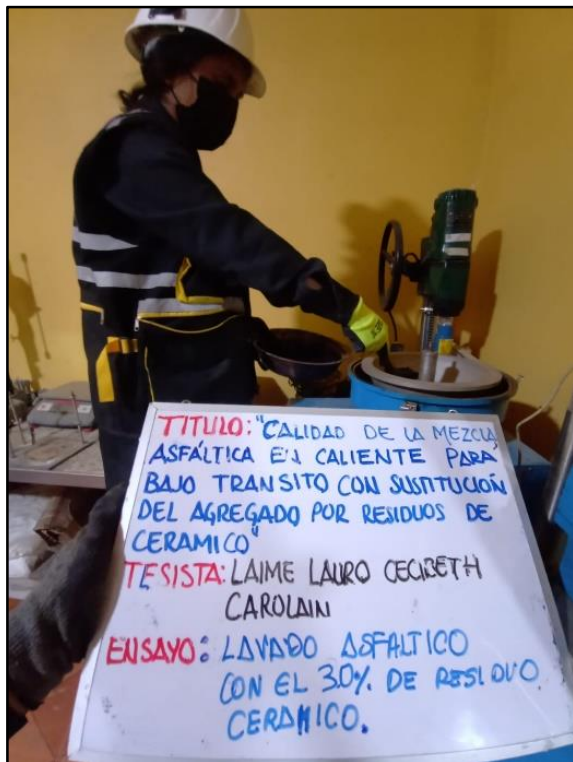
Fotografía 34. Ensayo convencional para determinar cuantitativa del asfalto en la mezcla asfáltica convencional según la norma ASTM D 2172 / ASTM D 2172 M-17e1.



Fotografía 35. Ensayo convencional para determinar cuantitativa del asfalto en la mezcla asfáltica con 10 % de residuos de cerámico según la norma ASTM D 2172 / ASTM D 2172 M-17e1.



Fotografía 36. Ensayo convencional para determinar cuantitativa del asfalto en la mezcla asfáltica con 20 % de residuos de cerámico según la norma ASTM D 2172 / ASTM D 2172 M-17e1.



Fotografía 37. Ensayo convencional para determinar cuantitativa del asfalto en la mezcla asfáltica con 30 % de residuos de cerámico según la norma ASTM D 2172 / ASTM D 2172 M-17e1.

Anexo N° 04.05: ensayo Cántabro



Fotografía 38. Ensayo convencional para determinar la pérdida de cohesión por la acción del agua sobre las mezclas bituminosas compactadas según la norma NLT-362/92.



Fotografía 39. Ensayo sustituyendo el 10 % de residuos de cerámico para determinar la pérdida de cohesión por acción del agua sobre la mezcla bituminosa compactada, norma NLT-362/92.



Fotografía 40. Ensayo sustituyendo el 20 % de residuos de cerámico para determinar la pérdida de cohesión por acción del agua sobre la mezcla bituminosa compactada, norma NLT-362/92.



Fotografía 41. Ensayo sustituyendo el 30 % de residuos de cerámico para determinar la pérdida de cohesión por acción del agua sobre la mezcla bituminosa compactada, norma NLT-362/92.