

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON CLORURO DE POLIVINILO COMO REEMPLAZO PARCIAL DEL AGREGADO FINO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. QUILCA DIAZ, ROGER JANSEL**

**Línea de Investigación Institucional:**

Transporte y Urbanismo

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2022**

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano.

**Asesor**

## **Dedicatoria**

- A mi familia, que siempre me apoya y acompaña en cada una de las decisiones que tomo.

Bach. Quilca Diaz, Roger Jansel.

## **Agradecimientos**

- Al Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto e hidráulica GEO TEST V. S.A.C., que me permitió realizar cada uno de los ensayos y asesoró técnicamente.

Bach. Quilca Diaz, Roger Jansel.



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

*"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"*

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

**CONSTANCIA N° 266**

Que, el (la) bachiller: **ROGER JANSEL, QUILCA DIAZ**, de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, presentó la tesis denominada **"PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON CLORURO DE POLIVINILO COMO REEMPLAZO PARCIAL DEL AGREGADO FINO"**, la misma que cuenta con **206 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **21%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 29 de agosto del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera  
PRESIDENTE

---

Mg. Justo Claudio Rodas Romero  
JURADO

---

Mg. Javier Reynoso Oscanoa  
JURADO

---

Mg. Lourdes Graciela Poma Bernaola  
JURADO

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
SECRETARIO DOCENTE

# ÍNDICE

<b>Dedicatoria</b>	<b>iv</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xviii</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>20</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>20</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema</b>	<b>20</b>
<b>1.2. Formulación y sistematización del problema</b>	<b>22</b>
1.2.1. Problema general	22
1.2.2. Problemas específicos	22
<b>1.3. Justificación</b>	<b>22</b>
1.3.1. Práctica	22
1.3.2. Teórica	23
1.3.3. Metodológica	23
<b>1.4. Delimitación</b>	<b>23</b>
1.4.1. Espacial	23
1.4.2. Temporal	23
1.4.3. Económica	23
<b>1.5. Limitaciones</b>	<b>24</b>
<b>1.6. Objetivos</b>	<b>24</b>
1.6.1. Objetivo general	24
1.6.2. Objetivos específicos	24
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>25</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>25</b>
<b>2.1. Antecedentes</b>	<b>25</b>
2.1.1. Nacionales	25
2.1.2. Internacionales	27

<b>2.2. Marco conceptual</b>	<b>30</b>
2.2.1. Mezcla asfáltica en caliente	30
2.2.2. Cloruro de polivinilo (PVC)	31
2.2.3. Modificación de asfaltos con cloruro de polivinilo	31
2.2.4. Método de diseño Marshall para mezclas asfálticas	32
2.2.5. Flujo y estabilidad Marshall	32
<b>2.3. Definición de términos</b>	<b>32</b>
<b>2.4. Hipótesis</b>	<b>33</b>
2.4.1. Hipótesis general	33
2.4.2. Hipótesis específicas	33
<b>2.5. Variables</b>	<b>34</b>
2.5.1. Definición conceptual de las variables	34
2.5.2. Definición operacional de las variables	34
2.5.3. Operacionalización de las variables	35
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>36</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>36</b>
<b>3.1. Método de investigación</b>	<b>36</b>
<b>3.2. Tipo de investigación</b>	<b>36</b>
<b>3.3. Nivel de investigación</b>	<b>36</b>
<b>3.4. Diseño de la investigación</b>	<b>37</b>
<b>3.5. Población y muestra</b>	<b>37</b>
3.5.1. Población	37
3.5.2. Muestra	37
<b>3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>	<b>37</b>
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	37
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	38
<b>3.7. Procedimiento de recolección de datos</b>	<b>38</b>
<b>3.8. Técnicas y análisis de datos</b>	<b>39</b>
3.8.1. Análisis descriptivo de datos	39
3.8.2. Análisis inferencial de datos	39
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>42</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>42</b>
<b>4.1. Caracterización de los agregados para la mezcla asfáltica</b>	<b>42</b>
<b>4.2. Propiedades físicas de las mezclas asfáltica en caliente</b>	<b>46</b>

4.2.1. Peso específico de la mezcla asfáltica	46
4.2.2. Vacíos de la mezcla asfáltica	48
4.2.3. Vacíos de material agregado compactado	49
4.2.4. Vacíos llenos de cemento asfáltico	51
<b>4.3. Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente</b>	<b>53</b>
4.3.1. Flujo	53
4.3.2. Estabilidad	55
4.3.3. Rigidez	56
4.3.4. Desgaste	58
<b>4.4. Contrastación de hipótesis</b>	<b>60</b>
4.4.1. Hipótesis específica “a”	60
4.4.2. Hipótesis específica “b”	64
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>67</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>67</b>
<b>5.1. Propiedades físicas de las mezclas asfálticas en caliente</b>	<b>67</b>
<b>5.2. Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente</b>	<b>68</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>71</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>73</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>76</b>
<b>Anexo N° 01: matriz de consistencia</b>	<b>77</b>
<b>Anexo N° 02: certificados de ensayos</b>	<b>79</b>
<b>Anexo N° 03: certificados de calibración</b>	<b>156</b>
<b>Anexo N° 04: panel fotográfico</b>	<b>192</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos en la gradación de los agregados.	30
Tabla 2. Requerimientos de calidad de las mezclas asfálticas en caliente.	30
Tabla 3. Vacíos llenos con asfalto (VFA).	31
Tabla 4. Características del cloruro de polivinilo.	31
Tabla 5. Operacionalización de variables.	35
Tabla 6. Número de especímenes de mezcla asfáltica en caliente.	37
Tabla 7. Resultados de la normalidad de los datos de las propiedades físicas.	40
Tabla 8. Resultados de la normalidad de los datos de las propiedades mecánicas.	41
Tabla 9. Características de los agregados para la mezcla asfáltica.	42
Tabla 10. Granulometría del agregado fino.	43
Tabla 11. Granulometría de la arena chancada.	44
Tabla 12. Granulometría de la piedra chancada.	44
Tabla 13. Granulometría del agregado combinado.	45
Tabla 14. Características del agregado combinado convencional.	45
Tabla 15. Características de los agregados combinados con cloruro de polivinilo.	45
Tabla 16. Resultados del peso específico de las mezclas asfálticas.	47
Tabla 17. Resultados de los vacíos de las mezclas asfálticas.	48
Tabla 18. Resultados de vacíos de material agregado compactado en las mezclas asfálticas.	50
Tabla 19. Resultados de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas.	51
Tabla 20. Resultados del flujo en las mezclas asfálticas.	53
Tabla 21. Resultados de la estabilidad de las mezclas asfálticas.	55
Tabla 22. Resultados de la rigidez de las mezclas asfálticas.	56
Tabla 23. Resultados del desgaste de las mezclas asfálticas.	58
Tabla 24. ANOVA del peso específico y vacíos llenos de cemento asfáltico.	61
Tabla 25. Kruskal – Wallis de los vacíos y vacíos de material agregado compactado.	61
Tabla 26. Comparaciones múltiples del peso específico y vacíos llenos de cemento asfáltico.	62

Tabla 27. Comparaciones múltiples de los vacíos de material agregado compactado.	62
Tabla 28. Grupos homogéneos en cuanto al peso específico de las mezclas asfálticas.	63
Tabla 29. Grupos homogéneos en cuanto a los vacíos llenos de cemento asfáltico de las mezclas asfálticas.	63
Tabla 30. Kruskal – Wallis del flujo, estabilidad y estabilidad/flujo de la mezcla asfáltica.	64
Tabla 31. ANOVA del desgaste de la mezcla asfáltica.	64
Tabla 32. Comparación respecto al flujo, estabilidad y estabilidad/flujo de las mezclas asfálticas.	65
Tabla 33. Comparación respecto al desgaste de la mezcla asfáltica.	65
Tabla 34. Grupos homogéneos respecto al desgaste de las mezclas asfálticas.	66
Tabla 35. Matriz de consistencia	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Peso específico de las mezclas asfálticas.	47
Figura 2. Variación del peso específico de las mezclas asfálticas.	48
Figura 3. Vacíos de las mezclas asfálticas.	49
Figura 4. Variación de los vacíos de las mezclas asfálticas.	49
Figura 5. Vacíos de material agregado compactado en las mezclas asfálticas.	50
Figura 6. Variación de los vacíos material agregado compactado en las mezclas asfálticas.	51
Figura 7. Vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas.	52
Figura 8. Variación de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas.	53
Figura 9. Flujo en las mezclas asfálticas.	54
Figura 10. Variación del flujo en las mezclas asfálticas.	55
Figura 11. Estabilidad de las mezclas asfálticas.	55
Figura 12. Variación de la estabilidad de las mezclas asfálticas.	56
Figura 13. Rigidez de las mezclas asfálticas.	57
Figura 14. Variación de la rigidez de las mezclas asfálticas.	58
Figura 15. Desgaste de las mezclas asfálticas.	59
Figura 16. Variación del desgaste de las mezclas asfálticas.	60

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Ensayo de granulometría de acuerdo a la norma NTP 400.012.	193
Fotografía 2. Ensayo de granulometría de la arena chancada según la NTP 400.012.	193
Fotografía 3. Ensayo de granulometría de la piedra chancada de 3/4" según la NTP 400.012.	194
Fotografía 4. Ensayo de peso específico del agregado fino NTP 400.022.	194
Fotografía 5. Ensayo del peso específico del agregado fino NTP 400.022.	195
Fotografía 6. Ensayo de peso específico del agregado fino NTP 400.022.	195
Fotografía 7. Ensayo del peso específico del agregado grueso según la NTP 400.021.	196
Fotografía 8. Ensayo de peso específico del agregado grueso según la NTP 400.021.	196
Fotografía 9. Ensayo del peso específico del agregado grueso según la NTP 400.021.	197
Fotografía 10. Ensayo del equivalente de arena de la combinación del agregado fino según la NTP 339.146.	197
Fotografía 11. Material que pasa el tamiz N° 200 del agregado grueso según la NTP 400.018.	198
Fotografía 12. Material pasante del tamiz N° 200 del agregado fino según la NTP 400.018.	198
Fotografía 13. Ensayo de abrasión Los Ángeles según la NTP 400.019.	198
Fotografía 14. Ensayo para determinar caras fracturadas según la norma MTC E – 210.	199
Fotografía 15. Ensayo para determinar partículas chatas y alargadas según la NTP 400.040.	199
Fotografía 16. Ensayo para determinar sales solubles del agregado grueso según la MTC E – 2019.	200
Fotografía 17. Ensayo para determinar sales solubles del agregado fino según la MTC E – 219.	200
Fotografía 18. Ensayo de durabilidad de la combinación del agregado fino según la NTP 400.016.	201
Fotografía 19. Combinación del PEN 85/100 con los agregados según la MTC E – 504.	201
Fotografía 20. Vista de la mezcla asfáltica en caliente a 140 °C para la elaboración de especímenes según la MTC E – 504.	202

Fotografía 21. Compactación de mezclas asfálticas según la MTC E – 504.	202
Fotografía 22. Desmoldado de especímenes con 5 %, 5.5 %, 6 %, 6.5 % y 7 % de cemento asfáltico PEN 85/100 según la MTC E – 504.	203
Fotografía 23. Peso específico de las mezclas asfálticas con cloruro de polivinilo según la MTC E – 514.	203
Fotografía 24. Baño por 15 min de los especímenes compactados según la MTC E – 514.	204
Fotografía 25. Peso específico de especímenes compactados según la MTC E – 514.	204
Fotografía 26. Medida de espesor de los especímenes según la MTC E – 504.	205
Fotografía 27. Baño María a 60 °C de especímenes según la MTC E – 504.	205
Fotografía 28. Ensayo Marshall de las mezclas asfálticas con cloruro de polivinilo según la MTC E – 504.	206
Fotografía 29. Determinación del óptimo contenido de cemento asfáltico en las mezclas según la MTC E – 502.	206
Fotografía 30. Pesado de muestras para realizar el ensayo de desgaste según la MTC E – 515.	207
Fotografía 31. Ensayo de pérdida por desgaste de mezclas asfálticas según la MTC E – 515.	207
Fotografía 32. Medición de la temperatura para la pérdida por desgaste de las mezclas asfálticas.	207
Fotografía 33. Especímenes finales después del ensayo de desgaste según la MTC E – 515.	208

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino; para lo cual se consideró 30 briquetas de mezcla asfáltica en caliente, representado por 18 de la mezcla asfáltica en caliente convencional y 12 de las mezclas asfálticas donde se reemplazó el agregado fino por cloruro de polivinilo en 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 %, las cuales se emplearon para determinar la cantidad de vacíos con aire, el peso específico, los vacíos de material agregado compactado, los vacíos llenos de cemento asfáltico, la estabilidad, el flujo y el índice de rigidez. Como resultados se encontró que el contenido óptimo de cemento asfáltico y de PVC fueron 5.3 % y 1.5 %, con lo cual se redujo el peso específico en 0.62 %, los vacíos llenos de cemento asfáltico en 15.41 %, el flujo en 16.16 %, la estabilidad en 23.06 %, la rigidez en 6.89 % y el desgaste en 23.71 %; asimismo, se encontró la reducción del contenido de vacíos fue de 24.22 % y vacíos de material agregado compactado en 13.92 %. Se concluye que, las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino en 1.5 % y 2 %, mejoran en general el porcentaje de vacíos y la estabilidad, mientras que la rigidez se mantiene en el rango que establece la norma (1700 – 4000 kg/cm).

**Palabras clave:** mezcla asfáltica, cloruro de polivinilo, Marshall, agregado fino.

## **ABSTRACT**

The objective of the present investigation was to evaluate the properties of the hot mix asphalt with polyvinyl chloride as a partial replacement of the fine aggregate; for which 30 briquettes of hot mix asphalt were considered, represented by 18 of the conventional hot mix asphalts and 12 of the asphalt mixtures where the fine aggregate was replaced by polyvinyl chloride in 0.5 %, 1 %, 1.5 % and 2 %, which were used to determine the amount of air voids, specific gravity, compacted aggregate voids, asphalt cement filled voids, stability, flow and stiffness index. As results, it was found that the optimum content of asphalt cement and PVC were 5.3 % and 1.5 %, which reduced the specific weight by 0.62 %, voids filled with asphalt cement by 15.41 %, flow by 16.16 %, stability by 23.06 %, stiffness by 6.89 % and wear by 23.71 %; also, the reduction of voids content was found to be 24.22 % and voids of compacted aggregate material by 13.92 %. It is concluded that the properties of the hot mix asphalt with polyvinyl chloride as a partial replacement of the fine aggregate in 1.5 % and 2 %, improve in general the percentage of voids and stability, while the stiffness is maintained in the range established by the standard (1700 - 4000 kg/cm).

**Key words:** asphalt mix, polyvinyl chloride, Marshall, fine aggregate.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación surgió de la problemática que se presenta tanto a nivel internacional y nacional referido a la inadecuada calidad de las mezclas asfálticas, pues según Bejarano y Salgado (2018), muchas de las vías en Colombia, por ejemplo, se encuentran en malas condiciones, los cuales no solo involucra al sector donde se encuentra las fallas.

A razón de ello se tiene como objetivo general el evaluar las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino; para lo cual se optó por sustituir el agregado fino en 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 % por cloruro de polivinilo, procediendo a comparar las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas con una mezcla convencional tipo MAC – 2 de clase A para un tráfico pesado, además de verificar si cumple para actuar como carpeta asfáltica según las especificaciones técnicas generales para la construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Para mayor entendimiento se consideró los siguientes capítulos:

**CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**, aquel donde se especifica la descripción de la realidad problemática, la delimitación tanto espacial, temporal y económica, la formulación y sistematización de los problemas tanto general y específicos, la justificación de la investigación relacionada a la práctica y metodológica, además se tiene las limitaciones y los objetivos como el general y específicos.

**CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**, en este capítulo se consignó el primer lugar los antecedentes que fundamentan la investigación siendo estos los nacionales e internacionales, el marco conceptual donde se estipula qué es mezcla asfáltica en caliente, cloruro de polivinilo (PVC), la modificación de asfaltos con cloruro de polivinilo, el método de diseño Marshall para mezclas asfálticas en caliente, así como el flujo y estabilidad Marshall; asimismo, se tiene la definición de términos, las hipótesis y las variables de la investigación.

**CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**, aquí se describe el método de investigación considerado, 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 procedimiento de recolección de datos y las técnicas para el análisis de datos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS, en este capítulo en primera instancia se mostró los resultados de la caracterización de los agregados, para continuar con la descripción de las propiedades físicas (peso específico, vacíos de la mezcla asfáltica, vacíos de material agregado compactado y vacíos llenos de cemento asfáltico) y mecánicas de las mezclas asfálticas (flujo, estabilidad, rigidez y desgaste) tanto convencional y donde se sustituyó parcialmente el agregado fino por cloruro de polivinilo en 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 %; adicionalmente, se presentó la contrastación de las hipótesis específicas de la investigación.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS, se realizó la discusión de los resultados referidos a los objetivos específicos planteados, en contraste con los antecedentes nacionales e internacionales.

Consecuentemente, se tiene las conclusiones en base a los objetivos tanto general y específicos, las recomendaciones, las referencias bibliográficas de acuerdo al sistema de referenciación ISO 690 y los anexos como la matriz de consistencia, los certificados de ensayos de la caracterización de agregados por separados y de la combinación, del diseño Marshall de la mezcla asfáltica convencional y de las mezclas asfálticas con la sustitución del agregado fino por cloruro de polivinilo, así como del ensayo de abrasión Los Ángeles; finalmente, se presentó el panel fotográfico.

Bach. Quilca Diaz, Roger Jansel.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

Es indiscutible que a nivel internacional las vías de comunicación terrestre presentan una gran importancia, pues tal como establece Carranza (2020), estas son un eje de desarrollo económico para un país; por ello un mal estado de conservación o una inadecuada calidad del asfalto que las componen resulta en un gran problema que no solo involucra al sector donde se encuentra las fallas, si no que puede ser hasta incluso de interés regional o nacional.

Como se ha mencionado, el primer aspecto al pensar en las vías es el material con el cual está construido, siendo el asfalto el material más utilizado, debido a su bajo costo y facilidad para su uso; por ello Carranza (2020) menciona que, conocer sus propiedades es fundamental; además, según Lozano y Reyes (2020) los pavimentos al ser sometidos a incrementos de cargas, altos volúmenes de tránsito, cambios de temperaturas y altos grados de humedad se modifican inevitablemente su tiempo de vida útil; tal como es el caso de Colombia, que hasta el año 2018 el 75 % de las vías asfaltadas de su territorio, el 16 % estaban en condiciones malas y muy malas (Bejarano y Salgado, 2018).

Lo descrito anteriormente, es un aspecto recurrente en Perú, pues Falcon (2019) considera que, en el distrito de Puente Piedra ubicado en el departamento de Lima, muchas de sus vías se encuentran en muy mal estado, pudiéndose observar baches, fisuramiento, hundimiento y ahuellamientos, lo cual genera que el tráfico se incremente, provocando estrés entre los pobladores de la zona y en los mismo transportistas.

En el departamento de Junín, especialmente en el distrito de Pilcomayo, Estrella (2016) menciona que en el año 2011, la deficiente calidad del asfalto y la antigüedad de su uso, había generado muchos problemas de tráfico, del cual el municipio responsable deslindaba responsabilidad pues alegaba falta de presupuesto.

Todos estos aspectos mencionados, dan cuenta de la importancia de la calidad que debe tener la carpeta asfáltica; por ello muchas investigaciones proponen la adición de polímeros que logren modificar las principales propiedades físicas y reológicas; siendo las más utilizadas el estireno – butadieno – estireno (SBS), estireno – butadieno- caucho (SBR) y el acetato de vinilo (EVA); no obstante, esto implica el incremento del costo de producción del asfalto convencional (Corella, 2019); por ello, de acuerdo a estudios recientes, se ha podido establecer que el uso de polímeros no convencionales como el cloruro de polivinilo (PVC), podría resultar un aditivo más económico, pues es un material reciclable y que tiene propiedades termoplásticas, además que en países como Colombia, según describen Bejarano y Salgado (2018), la capacidad de reciclaje de este material puede alcanzar cifras de hasta 12 mil toneladas por año.

Por lo mencionado, el desarrollo de la presente investigación buscó mejorar las propiedades físicas (peso específico, vacíos, vacíos de material agregado compactado y vacíos llenos de cemento asfáltico) y mecánicas (flujo, estabilidad, rigidez y desgaste) de la mezcla asfáltica en caliente mediante la adición de cloruro de polivinilo como sustituto parcial del agregado fino bajo cantidades de 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 %, estableciéndose una alternativa de construcción o mejoramiento de las vías en el distrito de Chilca en la provincia de Huancayo, que en la actualidad se encuentra en

deficientes condiciones, tal como la Av. Leoncio Prado, a pesar de ser una vía de principal acceso al distrito.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto del cloruro de polivinilo en las propiedades de mezclas asfálticas en caliente al reemplazar el agregado fino?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Qué variación presenta las propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino?
- b) ¿De qué manera varía las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Práctica**

La justificación práctica de la presente investigación está fundamentada en que, mediante el desarrollo de la tesis se determinó una dosificación óptima de cloruro de polivinilo que modifique y mejore las propiedades tanto físicas y mecánicas del asfalto convencional; pues esto resultaría beneficioso, pues se podrá incrementar el tiempo de vida útil, la estabilidad y el flujo del pavimento con un aditivo menos costoso que los polímeros convencionales.

Además de lo descrito anteriormente el desarrollo de la tesis propone dar un uso alternativo al cloruro de polivinilo, el cual, en muchos de las ciudades del Perú, no tiene una disposición adecuada, por lo que contaminan y dañan ecosistemas como ríos, lagos y el océano.

### **1.3.2. Teórica**

La justificación teórica está presente en una investigación cuando se pretende generar nuevo conocimiento, el cual servirá de base para nuevas investigaciones. En tal contexto, la justificación teórica de esta investigación estuvo basada en que mediante el desarrollo se generó nuevo conocimiento basado en el comportamiento del asfalto con cloruro de polivinilo sustituyendo al agregado fino.

### **1.3.3. Metodológica**

La presente investigación presenta justificación metodológica debido a que, mediante su desarrollo se estableció una secuencia de pasos, para la elaboración de mezcla asfáltica con adición de cloruro de polivinilo como sustituto del agregado fino. Resultando beneficioso para las futuras investigaciones referentes al tema de investigación.

## **1.4. Delimitación**

### **1.4.1. Espacial**

El desarrollo de la presente investigación se realizó en laboratorio, el mismo que se ubicó en el distrito de Chilca de la provincia de Huancayo del departamento Junín; sin embargo, es importante resaltar que el enfoque de este estudio fue en base a la problemática observada en la Av. Leoncio Prado.

### **1.4.2. Temporal**

La tesis fue ejecutada durante los meses de setiembre a diciembre de 2021 y enero de 2022.

### **1.4.3. Económica**

Todos los gastos presentados para el desarrollo de esta investigación tales como adquisición de agregados, cemento asfáltico,

pruebas de laboratorio y procesamiento del cloruro de polivinilo fueron asumidos por el tesista.

### **1.5. Limitaciones**

La limitación tecnológica para determinar el desempeño de la mezcla asfáltica en caliente convencional y de aquella con sustitución parcial del agregado fino por cloruro de polivinilo, tal como el ensayo de Rueda de Hamburgo para determinar su deformación y susceptibilidad a la humedad cuando actúe en campo.

### **1.6. Objetivos**

#### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar el efecto del cloruro de polivinilo en las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente al reemplazar el agregado fino.

#### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Analizar la variación de las propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino.
- b) Contrastar la variación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Nacionales**

Vizcarra (2020) en su investigación “Evaluación de un modelo mejorado de capa asfáltica mediante el uso de plástico reciclado en Arequipa”, planteó como objetivo principal analizar el modelo de capa asfáltica mejorada mediante la aplicación de un plástico reciclado en la ciudad de Arequipa; para lo cual consideró una metodología experimental en la que analizó el asfalto líquido RC - 250 y la capacidad de soporte en vías de tránsito liviano, medio y pesado; es así que, agregó PET a cada muestra en porcentajes de 2 %, 4 %, 6 %, 8 % y 10 % respecto al total del asfalto. Es importante mencionar que el inicio del trabajo en laboratorio consistió en el análisis y selección del material reciclado, después realizó un diseño de mezcla tipo Marshall, a los que posteriormente evaluó la viscosidad, estabilidad, punto de inflamación y el flujo. Como resultados obtuvo que al adicionar PET en el asfalto se logra mejorar la resistencia con respecto a las deformaciones, disminuyendo la susceptibilidad térmica, lo cual implica una mejora en la rodación, resistencia a la degradación y desgaste; además comprobó que, agregar PET al

asfalto líquido RC - 250, mejora la estabilidad térmica y oxidativa, lo cual impide a largo plazo un menor desgaste de la capa asfáltica. En tal sentido, llegó a la conclusión de que el mejor comportamiento se obtiene al emplear 2 % de PET.

Carranza (2020) en su investigación “Efecto del polímero etileno vinil acetato en la estabilidad del concreto asfáltico”, tuvo como objetivo evaluar si influye o no en la estabilidad de la mezcla asfáltica al adicionar en diferentes proporciones el polímero Etileno vinil acetato (2.5 %, 3.5 %, 4.5 %, 5.5 % y 6.5 %); para ello tomó como base de guía la investigación experimental, la cual se basó en realizar el ensayo de estabilidad Marshall en función a lo establecido por las teorías de modificación de asfaltos con polímeros, con el fin de prolongar su tiempo de vida útil. El desarrollo de la tesis estuvo basado en primer lugar en la caracterización de los componentes que conforman el asfalto, tal como el cemento asfáltico PEN 60/70, el polímero EVA BBM-EVA -601 y los áridos de la cantera Lekersa. Además, esta caracterización y la forma de ejecución del ensayo Marshall, fue desarrollada en función a lo establecido en el manual de carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción EG-2013. Como resultados obtuvo que el asfalto convencional con un porcentaje óptimo de asfalto de 5.7 % tuvo una estabilidad de 1 220 kg, mientras que con una adición del 4.8 % de Etileno vinil acetato, esta propiedad fue de 1 310 kg; concluyendo finalmente que la adición del polímero Etileno vinil acetato en una proporción del 4.8 % mejora las propiedades del asfalto (especialmente la estabilidad y la deformación).

Falcon (2019) en su tesis “Estudio de dosificaciones del concreto asfáltico convencional mediante modificadores con polímeros para un tránsito pesado en el km 27, auxiliar Pan. Norte - Puente Piedra, Lima 2019”, tuvo como principal objetivo evaluar la incidencia de polímeros en las propiedades mecánicas (estabilidad y flujo) del asfalto; para ello consideró una metodología experimental basada principalmente en la

caracterización de los agregados, la evaluación del polímero SBS y ELVALB con el cemento asfáltico PEN 60/70, mediante un diseño Marshall convencional y modificado. El diseño de la mezcla asfáltica consistió en la interpolación de 4 dosificaciones de asfalto (4.5 %, 5.0 %, 5.5 % y 6.0 %) con las cuales realizó tres briquetas por dosificación, para después de 24 horas medir el peso seco, sumergido y saturado, con el fin de determinar la estabilidad mediante la prensa de Marshall; el flujo mediante el flujómetro y los porcentajes de vacíos mediante la máquina Rice. La misma metodología aplicó al asfalto modificado con polímeros en porcentajes de 2.5 %, 3.5 % y 5.0 %. Como resultados obtuvo que, el óptimo contenido de asfalto fue de 5.45 %, pues las propiedades mecánicas estuvieron dentro del rango establecido en el EG -2013 del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC); por otro lado, el uso de los polímeros SBS y ELVALB dieron buena trabajabilidad, cuando el asfalto se encuentra a 145 °C (para la compactación de las briquetas) y 150 °C (para la combinación de la mezcla). Concluye finalmente que, el polímero con mejor estabilidad/flujo fue el SBS, pues con este, se alcanza un buen comportamiento de la mezcla asfáltica mejorando la vida útil del pavimento.

### **2.1.2. Internacionales**

Lozano y Reyes (2020) en su investigación denominada “Evaluación del comportamiento de un asfalto modificado con Policloruro de Vinilo (PVC) y grano de caucho reciclado (GCR)” plantearon como objetivo evaluar la influencia en las propiedades físicas y reológicas de un cemento asfáltico CA 60-70, al cual añadieron mediante vía húmeda, policloruro de vinilo (PVC) y caucho granular reciclado, para ello consideraron una metodología experimental basada en la variación del volumen en 12 % de GCR y las otras combinaciones con 12 % de GCR y 0.5 %, 0.8 %, 1.0 % y 1.5 % de PVC. Además, a lo descrito, es importante destacar que,

para la obtención de la rigidez y la susceptibilidad térmica consideraron los ensayos de penetración, punto de ablandamiento, índice de penetración y la viscosidad rotacional; mientras que, para medir la adhesión, realizaron los ensayos de adherencia en bandeja y stripping. De acuerdo los resultados que pudieron obtener determinaron que, la adición conjunta de PVC y GCR, generan una mezcla asfáltica más rígida y con menos susceptibilidad térmica a fluir; pero con más viscosidad que el cemento asfáltico (CA) con la sola adición de grano de caucho reciclado. Por lo que finalmente concluyeron que, la adición de policloruro de vinilo y el grano de caucho reciclado mejoran las propiedades físicas y mecánicas del asfalto; sin embargo, la adhesividad en la mezcla asfáltica fue, en gran medida, gracias al aporte del caucho en comparación del PVC.

Corella (2019) en la investigación “Evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica modificada con cloruro de polivinilo (PVC) según la tecnología Superpave”, tuvo como objetivo determinar el desempeño de una mezcla asfáltica modificada con PVC y así poder realizar comparaciones con la muestra patrón; buscando además que éstas cumplan con las exigencias de la tecnología Superpave; en este sentido, consideró una metodología experimental que consistió en la aplicación de dos métodos, el primero mediante vía húmeda (modificar el asfalto con PVC) y mediante vía seca (al sustituir una parte del agregado con PVC); determinando así en ambos métodos el porcentaje óptimo de cloruro de polivinilo que debe tener la mezcla para un comportamiento óptimo. Para el caso de la vía seca, consideró el grado de desempeño del asfalto (PG) como punto de control; mientras que en la vía húmeda consideró un criterio en el que buscó establecer un equilibrio entre la trabajabilidad y el porcentaje de vacíos en la mezcla. Como resultados obtuvo que, mediante la consideración de la vía húmeda del asfalto, los datos obtenidos no correspondieron a lo establecido por las normas; mientras que al considerar el método seco, el porcentaje óptimo de PVC fue de 0.1 %

(el cual fue sustituido al agregado fino); aunque es preciso mencionar que, a pesar de que el porcentaje descrito garantizó la trabajabilidad de la mezcla asfáltica y cumple las especificaciones de las normas; en términos de desempeño, no existe una diferencia significativa respecto a la muestra patrón. Sin embargo, concluye que la sustitución agregado fino por PVC es factible en las mezclas asfálticas en caliente.

Pérez y Lemus (2018) en su tesis “Comportamiento de una mezcla asfáltica densa en frío adicionada con partículas de policloruro de vinilo (PVC)”, tuvieron como principal objetivo, analizar cómo se comporta una mezcla asfáltica en frío cuando se reemplaza porcentualmente el material pétreo por policloruro de vinilo (PVC); para ello, plantearon una metodología de investigación experimental; pues los materiales empleados fueron sometidos a ensayos de acuerdo a lo especificado en la norma INV E-440-13, E-622, E-725 y E-748; los cuales se pueden resumir como el uso de mezclas bituminosas mediante el aparato de Marshall, prensa de compresión y tracción indirecta. Como primer paso para el desarrollo de la investigación, consistió en la caracterización de las muestras y la realización del diseño de la mezcla asfáltica; posteriormente, realizaron ensayos en briquetas a los que reemplazaron PVC en concentraciones del 0 %, 10 %, 15 % y 20 %; para posteriormente ejecutar los ensayos de estabilidad, flujo, densidad, inmersión, compresión, resistencia conservada y tracción indirecta; las cuales fueron comparadas con el diseño patrón. Como resultados muestran que, las estabilidades de las mezclas en frío son menores a los obtenidos de la mezcla asfáltica en caliente; sin embargo, al reemplazar PVC en proporciones del 5 % y 15 %, resulta favorable, pues se logra incrementar la estabilidad en 1.5 kN. Por otra parte, el flujo de la mezcla asfáltica no presentó mejoras; pues a medida que se aumentó el flujo lo hace la cantidad de PVC; sin embargo, dicho incremento en los porcentajes mencionados mejoró la estabilidad con

valores menores a 1 mm respecto a la mezcla asfáltica patrón; concluyendo finalmente que, el uso de PVC en sustitución del agregado es factible para la elaboración de mezclas asfálticas.

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Mezcla asfáltica en caliente

Se encuentra conformada por agregados que cumplen determinada gradación (Tabla 1) más un ligante correspondiente al cemento asfáltico (Carranza, 2020); donde la mezcla debe presentar ciertos requisitos de calidad tal se detalla en la Tabla 2 y Tabla 3:

Tabla 1. Requerimientos en la 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).

Tabla 2. Requerimientos de calidad de las mezclas asfálticas en caliente.

Parámetro de diseño	Clase de mezcla		
	A	B	C
Marshall			
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)	08-14	8-16	8-20
Porcentaje de vacíos con aire (1)	3-5	4-5	5-5
Vacíos en el agregado mineral	Según Tabla 2.		
Inmersión - compresión			
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	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).

### 2.2.2. Cloruro de polivinilo (PVC)

Material termoplástico que se da desde el proceso de electrolisis del agua salada en la producción de cloro y con la combinación con etileno producto del petróleo refinado, es así que, se forma un monómero denominado cloruro de vinilo que al ser polimerizado se forma el cloruro de polivinilo (Corella, 2019), sus características se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Características del cloruro de polivinilo.

Características	Descripción
Ductilidad	Elevada
Resistencia a la tracción	450 - 500 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la compresión	610 kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura máxima de trabajo	50 - 75 °C
Temperatura mínima de trabajo	- 20 °C
Módulo elástico	30 000 kg/cm <sup>2</sup>
Densidad	1.4 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia al fuego	Inflamabilidad moderada
Resistencia a agentes químicos	Excelente
Reciclable	Sí

Fuente: Corella (2019).

### 2.2.3. Modificación de asfaltos con cloruro de polivinilo

Según Lozano y Reyes (2020) las propiedades del cloruro de polivinilo lo hacen idóneo para su empleo en la tecnología de la

modificación de asfaltos, pues diversas investigaciones señalan que incrementa la consistencia y viscosidad en el asfalto, que podría reflejarse en la rigidez y resistencia a las deformaciones de las mezclas asfálticas en climas cálidos, siendo mayor que una mezcla asfáltica convencional.

#### **2.2.4. Método de diseño Marshall para mezclas asfálticas**

Este método emplea especímenes de 64 mm de alto y de 102 mm de diámetro, donde su preparación requiere cuidados en el calentamiento, mezclado y compactado de las mezclas del agregado con el asfalto; en cuanto a los aspectos importantes de evaluación en este método son los vacíos, la densidad, la estabilidad y el flujo cuando se encuentre compactado por especímenes (Acevedo, 2021).

#### **2.2.5. Flujo y estabilidad Marshall**

El flujo se mide en centésimas de pulgada y representa la deformación de la probeta, si su valor es bajo se considera como una mezcla frágil y rígido, mientras que si es muy alto se considera como muy plástica tendiendo a deformarse de manera fácil ante las cargas de tránsito (Acevedo, 2021).

Del mismo modo, la estabilidad es la capacidad de la mezcla asfáltica a la resistencia ante el desplazamiento y deformación que se da por las cargas de tránsito, con lo cual si el pavimento es estable puede conservar tanto la forma y rugosidad (Acevedo, 2021).

### **2.3. Definición de términos**

**Asfalto.** – Material presente en la naturaleza de forma natural o como producto del proceso de destilación del crudo del petróleo que, al someterse a elevadas temperaturas se convierte en líquido lo cual facilita su combinación con los agregados (Carranza, 2020).

**Deformación permanente en el asfalto.** – Corresponde a un tipo de deterioro que se presenta en las capas internas del pavimento, más su ocurrencia puede darse desde la parte superficial a razón de grandes esfuerzos (Corella, 2019).

**Fatiga.** – Se presenta en la carpeta asfáltica debido a la exposición de cargas vehiculares de manera repetida, trayendo consigo fallas funcionales o estructurales en el pavimento flexible (Corella, 2019).

**Reología del asfalto.** – Corresponde al análisis de las propiedades del cemento asfáltico tales como el flujo, el módulo de almacenamiento, el módulo de disipación, el módulo complejo y el ángulo de fase (Pérez y Lemus, 2018).

**Polímeros.** – Está dado por una molécula cuya cadena es larga estando formada por unidades de monómeros que vienen a ser cadenas de enlaces covalentes de moléculas simples, su importancia en la industria de los plastómeros y elastómeros (Lozano y Reyes, 2020).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El cloruro de polivinilo modifica de manera significativa las propiedades de mezclas asfálticas en caliente al reemplazar el agregado fino.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- a) Las propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente varían al reemplazar parcialmente el agregado fino con el cloruro de polivinilo.
- b) Las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente se modifican al reemplazar parcialmente el agregado fino con el cloruro de polivinilo.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de las variables

**Variable independiente (X): cloruro de polivinilo.** – El cloruro de polivinilo, conocido también como PVC, es un material termoplástico que se forma luego de un proceso de electrólisis de agua salada y la combinación del etileno, el cual es un derivado de la refinación del petróleo. Estos elementos forman un monómero denominado cloruro de vinilo, el cual, mediante la polimerización se obtiene lo que se conoce PVC. Además, al proceso descrito se le adiciona otros elementos con los que, el PVC, puede cubrir a cabalidad las exigencias de su aplicación (Corella, 2019).

**Variable dependiente (Y): propiedades de la mezcla asfáltica en caliente.** – Corresponde a ciertas características que definen a la mezcla asfáltica en caliente tanto física y mecánicamente, delimitado para su uso en carreteras de acuerdo a las Especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC (2013).

### 2.5.2. Definición operacional de las variables

**Variable independiente (X): cloruro de polivinilo.** – Se utilizó escamas de PVC que pase la malla N° 4 (4.75 mm) y se retenga en la malla N° 200, en porcentaje de reemplazo del agregado fino de la mezcla asfáltica en 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 %.

**Variable dependiente (Y): propiedades de la mezcla asfáltica en caliente.** – Se midió las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente mediante el ensayo Marshall, específicamente la cantidad de vacíos con aire, el peso específico, los vacíos de material agregado compactado, vacíos llenos de cemento asfáltica, la estabilidad, el flujo y el índice de rigidez, en concordancia con lo estipulado por las Especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC (2013).

### 2.5.3. Operacionalización de las variables

La Tabla 5 consigna la operacionalización de las variables consideradas para el desarrollo de esta investigación:

Tabla 5. Operacionalización de variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable independiente (X):</b> cloruro de polivinilo	Cantidad escamas de cloruro de polivinilo	Porcentaje de escamas de policloruro de respecto al agregado fino
<b>Variable dependiente (Y):</b> propiedades de la mezcla asfáltica en caliente	Propiedades físicas	Cantidad de vacíos con aire
		Peso específico
		Vacíos de material agregado compactado
		Vacíos llenos de cemento asfáltico
	Propiedades mecánicas	Estabilidad
		Flujo
		Índice de rigidez

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

El nivel que se tomó en cuenta para el desarrollo de la presente investigación fue el científico, pues se tuvo en cuenta un esquema que ayudó a generar conocimientos confiables y comprobables, pues este se basó en la observación, el planteamiento del problema, la formulación de hipótesis, la experimentación y las conclusiones.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación de la tesis fue la aplicada, pues su desarrollo comprendió el uso de teorías ya existentes y elaboradas mediante la investigación básica; tales como el diseño de mezclas mediante el modelo Marshall y las teorías establecidas en los manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para la ejecución de los ensayos.

#### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación de la presente tesis fue el explicativo, pues mediante su desarrollo se buscó la causa y el efecto entre las variables consideradas, es decir, se determinó si la sustitución del agregado fino por cloruro de polivinilo (PVC) tiene incidencia en las propiedades físicas del asfalto.

### 3.4. Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación fue del tipo experimental, pues, como se ha descrito, se manipuló intencionalmente la variable independiente (cantidad de cloruro de polivinilo) para establecer sus efectos en las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente (variable dependiente). Al controlar intencionalmente una de las variables, también se contó con un grupo de control con el que se comparó los resultados obtenidos.

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

La población de la presente investigación correspondió a los especímenes de asfalto en caliente conjuntamente con lo modificado con cloruro de polivinilo (PVC).

#### 3.5.2. Muestra

La muestra según el tipo de muestreo no probabilístico intencional o dirigido fueron 30 briquetas de mezcla asfáltica en caliente conjuntamente con lo modificado con cloruro de polivinilo (PVC), tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 6. Número de especímenes de mezcla asfáltica en caliente.

Tipo de mezcla asfáltica	Número de briquetas
MAC convencional	18
MAC con sustitución del agregado fino con 0.5 % de PVC	3
MAC con sustitución del agregado fino con 1 % de PVC	3
MAC con sustitución del agregado fino con 1.5 % de PVC	3
MAC con sustitución del agregado fino con 2 % de PVC	3
Total	30

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1. Técnicas de recolección de datos

El desarrollo de la presente investigación consideró las siguientes técnicas de recolección de datos:

- **Observación:** Consistió en la recolección de información de manera visual, la cual puede ser estructurada o no. En tal sentido, el uso de esta técnica fue aplicada al momento del estudio en laboratorio y de la recolección del material PVC reciclado.
- **Análisis documentario:** Esta técnica consistió en la revisión de material físico y digital, por lo que fue aplicado al inicio de la investigación para la selección de antecedentes y antes de la ejecución de los ensayos, en la que se revisó los manuales establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos que se consideraron en el desarrollo de la presente investigación fueron los establecidos por las normativas vigentes como las normas de ensayos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, además de las ASTM para la caracterización de los agregados y el diseño de mezcla por el método Marshall.

### **3.7. Procedimiento de recolección de datos**

El procedimiento para la recolección de datos de la presente investigación se basó en los siguientes puntos:

- Selección de los materiales de cantera.
- Selección del cemento asfáltico.
- Recolección del cloruro de polivinilo.
- Limpieza y picado de material PVC recolectado.
- Tamizado del PVC, de lo cual se utilizará lo pasante de la malla N° 04 y retenido en la malla N° 200.
- Diseño de mezcla mediante el método Marshall para una mezcla tipo A de tráfico pesado (75 golpes).

- Obtención del óptimo contenido de asfalto en el testigo patrón, para lo cual se empleó dosificaciones de 5 %, 5.5 %, 6 %, 6.5 % y 7 % de cemento asfáltico.
- Elaboración de la mezcla asfáltica patrón en base a un cemento asfáltico de 5.3 % y modificada con PVC en 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 % como reemplazo del agregado fino.
- Ejecución de los ensayos para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica convencional.
- Ejecución de los ensayos para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas con sustitución parcial del agregado fino por PVC.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

#### **3.8.1. Análisis descriptivo de datos**

El análisis de los datos fue desarrollado desde un enfoque cuantitativo, siendo necesario el uso de la estadística descriptiva para la generalización de los datos de un grupo de análisis; tales como la promedio, desviación estándar y variación porcentual, lo cuales fueron representados por medio de tablas y figuras.

#### **3.8.2. Análisis inferencial de datos**

El análisis inferencial de datos se empleó en la contrastación de hipótesis, es así que, como parte inicial se procedió a la determinación de la normalidad de los datos de la variable dependiente representada por las propiedades físicas (peso específico, vacíos, vacíos de material agregado compactado y vacíos llenos de cemento asfáltico) y mecánicas (flujo, estabilidad, rigidez y desgaste).

En consecuencia, en la Tabla 7 se tiene los resultados de las propiedades físicas que, según el estadístico Shapiro – Wilk (por

contarse con un número de mediciones menor a 50), el peso específico y los vacíos llenos de cemento asfáltico presentan una distribución normal (niveles de significancia mayor a 0.05); mientras que, los vacíos y vacíos de material agregado compactado presentan una distribución no normal (niveles de significancia menores y mayores a 0.05), estos trabajando bajo una confiabilidad del 95 %, aceptando un error de 5 %.

Tabla 7. Resultados de la normalidad de los datos de las propiedades físicas.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Peso específico	Asfalto convencional	0.92	3.00	0.46
	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	1.00	3.00	0.93
	Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	0.89	3.00	0.36
	Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	0.85	3.00	0.25
	Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	0.96	3.00	0.64
Vacíos	Asfalto convencional	0.80	3.00	0.11
	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	1.00	3.00	1.00
	Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	0.75	3.00	0.00
	Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	0.96	3.00	0.64
	Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	0.75	3.00	0.00
Vacíos de material agregado compactado	Asfalto convencional	1.00	3.00	1.00
	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	0.96	3.00	0.64
	Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	0.92	3.00	0.46
	Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	0.75	3.00	0.00
	Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	0.75	3.00	0.00
Vacíos llenos de cemento asfáltico	Asfalto convencional	0.94	3.00	0.54
	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	0.99	3.00	0.84
	Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	0.89	3.00	0.36
	Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	0.85	3.00	0.25
	Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	0.99	3.00	0.84

En cuanto a las propiedades mecánicas, según la siguiente tabla se tiene que, los datos del flujo, estabilidad y estabilidad/flujo presentan una distribución no normal (niveles de significancia menores y mayores a 0.05); a diferencia del desgaste que presenta una distribución normal (niveles de significancia mayor a 0.05).

Tabla 8. Resultados de la normalidad de los datos de las propiedades mecánicas.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Flujo	Asfalto convencional	0.75	3.00	0.00
	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	0.75	3.00	0.00
Estabilidad	Asfalto convencional	1.00	3.00	1.00
	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	0.75	3.00	0.00
	Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	0.75	3.00	0.00
	Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	1.00	3.00	1.00
	Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	1.00	3.00	1.00
Estabilidad/flujo	Asfalto convencional	0.77	3.00	0.04
	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	0.77	3.00	0.04
	Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	0.75	3.00	0.00
	Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	0.99	3.00	0.84
	Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	1.00	3.00	1.00
Desgaste	Asfalto convencional	1.00	3.00	1.00
	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	1.00	3.00	1.00
	Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	0.77	3.00	0.05
	Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	0.84	3.00	0.22
	Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	0.85	3.00	0.25

Por consiguiente, para la contrastación de la hipótesis referente a las propiedades físicas se empleó el estadístico paramétrico ANOVA para las propiedades del peso específico y vacíos llenos de cemento asfáltico, mientras que para los vacíos y vacíos de material agregado compactado se optó por el estadístico no paramétrico de Kruskal – Wallis. En cuanto a las propiedades mecánicas, se consideró el estadístico de Kruskal – Wallis para las propiedades de flujo, estabilidad y rigidez; más para el desgaste se consideró el estadístico ANOVA.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

Previamente a la elaboración de las mezclas asfálticas se caracterizó a los agregados, tal como se procede a detallar en los siguientes numerales:

#### 4.1. Caracterización de los agregados para la mezcla asfáltica

En la Tabla 9 se tiene los resultados de la caracterización del material pasante del tamiz N° 200 y N° 40, del desgaste de gravas, del porcentaje de agregados con una y dos caras fracturadas, el porcentaje de partículas chatas y alargadas, las sales solubles en el agregado fino y la durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino y grueso.

Tabla 9. Características de los agregados para la mezcla asfáltica.

Componente	Descripción
Material pasante del tamiz N° 200	No presenta límite líquido
	No presenta límite plástico
Material pasante del tamiz N° 40	No presenta límite líquido
	No presenta límite plástico
Desgaste de la grava (%)	16
Porcentaje de agregado grueso con una cara fracturada (%)	99.3
Porcentaje de agregado grueso con dos caras fracturadas (%)	77.2
Partículas chatas y alargadas (%)	0.62
Equivalente de arena (%)	53
Sales solubles en el agregado fino (%)	0.09
Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino (%)	12.98
Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso (%)	0.19

Consecuentemente, la Tabla 10 especifica lo concerniente al porcentaje que pasa desde el tamiz 1 " hasta el N° 200 del agregado fino, en cuanto al promedio, al valor máximo y mínimo, la desviación estándar, la varianza y el coeficiente de variación.

Tabla 10. Granulometría del agregado fino.

Tamiz	% que pasa		Promedio (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)	Desviación estándar (%)	Varianza (%)	Coeficiente de variación
	Muestra 1	Muestra 2						
1"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
3/8"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
N° 4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
N° 8	81.50	81.20	81.35	81.50	81.20	0.21	0.00	0.30
N° 10	78.30	78.30	78.30	78.30	78.30	0.00	0.00	0.00
N° 16	70.20	70.20	70.20	70.20	70.20	0.00	0.00	0.00
N° 30	56.80	56.70	56.75	56.80	56.70	0.07	0.00	0.10
N° 40	44.20	43.70	43.95	44.20	43.70	0.35	0.13	0.80
N° 50	26.80	26.60	26.70	26.80	26.60	0.14	0.00	0.50
N° 80	15.20	15.70	15.45	15.70	15.20	0.35	0.10	2.30
N° 100	11.40	11.10	11.25	11.40	11.10	0.21	0.00	1.90
N° 200	7.40	7.30	7.35	7.40	7.30	0.07	0.00	1.00

Del mismo modo, en la Tabla 11 y Tabla 12 se tiene el análisis granulométrico de la arena chancada y piedra chancada correspondientemente:

Tabla 11. Granulometría de la arena chancada.

Tamiz	% que pasa		Promedio (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)	Desviación estándar (%)	Varianza (%)	Coeficiente de variación
	Muestra 1	Muestra 2						
1"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
3/8"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
N° 4	86.90	87.30	87.10	87.30	86.90	0.28	0.00	0.30
N° 8	64.80	64.90	64.85	64.90	64.80	0.07	0.00	0.10
N° 10	59.20	58.90	59.05	59.20	58.90	0.21	0.00	0.40
N° 16	48.20	47.80	48.00	48.20	47.80	0.28	0.00	0.60
N° 30	35.70	36.10	35.90	36.10	35.70	0.28	0.00	0.80
N° 40	30.40	30.60	30.50	30.60	30.40	0.14	0.02	0.50
N° 50	24.80	25.70	25.25	25.70	24.80	0.64	0.00	2.50
N° 80	17.40	17.20	17.30	17.40	17.20	0.14	0.10	0.80
N° 100	15.30	14.80	15.05	15.30	14.80	0.35	0.00	2.30
N° 200	10.10	9.80	9.95	10.10	9.80	0.21	0.00	2.10

Tabla 12. Granulometría de la piedra chancada.

Tamiz	% que pasa		Promedio (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)	Desviación estándar (%)	Varianza (%)	Coeficiente de variación
	Muestra 1	Muestra 2						
1"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	59.80	60.10	59.95	60.10	59.80	0.21	0.00	0.40
3/8"	26.80	26.90	26.85	26.90	26.80	0.07	0.00	0.30
N° 4	1.40	1.30	1.35	1.40	1.30	0.07	0.00	5.20
N° 8	0.80	0.90	0.85	0.90	0.80	0.07	0.00	8.30
N° 10	0.60	0.70	0.65	0.70	0.60	0.07	0.00	10.90
N° 16	0.50	0.60	0.55	0.60	0.50	0.07	0.00	12.90
N° 30	0.40	0.50	0.45	0.50	0.40	0.07	0.00	15.70
N° 40	0.30	0.40	0.35	0.40	0.30	0.07	0.01	20.20
N° 50	0.20	0.30	0.25	0.30	0.20	0.07	0.00	28.30
N° 80	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.10	0.00
N° 100	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
N° 200	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00

Con los datos de cada elemento por separado, se ha podido establecer una mezcla o combinación de los elementos, a fin de poder cumplir con las recomendaciones de la norma vigente para una MAC-2.

Tabla 13. Granulometría del agregado combinado.

Tamiz	Porcentaje			Especificaciones MAC-2
	Retenido	Acumulado	Que pasa	
3/4"	0	0	100	100
1/2"	14.6	14.6	85.4	80-100
3/8"	11.8	26.4	73.6	70-88
N° 4	14.4	40.7	59.3	51-68
N° 10	2.1	55.5	44.5	38-52
N° 40	75.4	75.4	24.6	17-28
N° 80	6.9	88.8	11.2	8-17
N° 200	3.1	93.6	6.4	4-8

Mientras que, en la Tabla 14 se muestra las características en cuanto al peso específico de masa, el peso específico SSS, el peso específico aparente y la absorción de los agregados combinados convencionales:

Tabla 14. Características del agregado combinado convencional.

Descripción	Agregado combinado convencional	
	Agregado grueso	Agregado fino
Peso específico de masa (g/cm <sup>3</sup> )	1.754	2.58
Peso específico SSS (g/cm <sup>3</sup> )	1.78	2.58
Peso específico aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1.8	2.6
Absorción (%)	1.461	0.32

Por último, en la Tabla 15 se caracterizó a los agregados finos combinados con cloruro de polivinilo de 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 % de cloruro de polivinilo, referidos al peso específico de masa, peso específico SSS, peso específico aparente, absorción, equivalente de arena, sales solubles y durabilidad al sulfato de magnesio.

Tabla 15. Características de los agregados combinados con cloruro de polivinilo.

Descripción	Agregado fino con 0.5 % de cloruro de polivinilo	Agregado fino con 1 % de cloruro de polivinilo	Agregado fino con 1.5 % de cloruro de polivinilo	Agregado fino con 2 % de cloruro de polivinilo
Peso específico de masa (g/cm <sup>3</sup> )	2.58	2.55	2.53	2.51
Peso específico SSS (g/cm <sup>3</sup> )	2.59	2.56	2.56	2.54

Peso específico aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.6	2.48	2.53	2.43
Absorción (%)	0.36	0.38	0.9	0.95
Equivalente de arena (%)	54	55	59	64
Sales solubles (%)	0.105	0.165	0.21	0.3
Durabilidad al sulfato de magnesio (%)	11.47	10.37	7.11	6

Caracterizados los agregados se procedió con el diseño de la mezcla asfáltica convencional para determinar el óptimo contenido de asfalto, es así que, se optó por dosificaciones de PEN 85/100 de 5 %, 5.5 %, 6 %, 6.5 % y 7 %, determinándose con ello un 5.3 % de cemento asfáltico óptimo para un MAC – 2 y una clase de mezcla A (75 golpes) para tráfico pesado.

#### **4.2. Propiedades físicas de las mezclas asfáltica en caliente**

Las propiedades físicas consideradas fueron el peso específico, el contenido de vacíos, los vacíos de material agregado compactado y los vacíos llenos de cemento asfáltico:

##### **4.2.1. Peso específico de la mezcla asfáltica**

En la siguiente tabla se tiene los resultados del peso específico de las mezclas asfálticas, así como la desviación estándar, donde para la mezcla asfáltica convencional fue de 0.001 g/cm<sup>3</sup>, para el asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo fue de 0.002 g/cm<sup>3</sup>, para el asfalto con 1 % de PVC de 0.003 g/cm<sup>3</sup>, para el asfalto con 1.5 % de PVC de 0.005 g/cm<sup>3</sup> y para el asfalto con 2 % de PVC fue de 0.002 g/cm<sup>3</sup>; resultando así un promedio para el convencional de 2.326 g/cm<sup>3</sup>, con 0.5 % de PVC de 2.323 g/cm<sup>3</sup>, con 1 % de PVC de 2.320 g/cm<sup>3</sup>, con 1.5 % de PVC de 2.314 g/cm<sup>3</sup> y con 2 % de PVC de 2.311 g/cm<sup>3</sup>.

Tabla 16. Resultados del peso específico de las mezclas asfálticas.

	Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	Desviación estándar del peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	Promedio del peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	Variación del peso específico (%)
Asfalto convencional	2.326	0.001	2.326	0.00
	2.326			
	2.325			
Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	2.324	0.002	2.323	-0.10
	2.321			
	2.325			
Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	2.317	0.003	2.320	-0.24
	2.323			
	2.32			
Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	2.318	0.005	2.314	-0.50
	2.309			
	2.315			
Asfalto con 2% de cloruro de polivinilo	2.31	0.002	2.311	-0.62
	2.311			
	2.313			

Según la Figura 1, el peso específico de la mezcla asfáltica en caliente se reduce a medida que se reemplaza en mayor cantidad el agregado fino por cloruro de polivinilo.

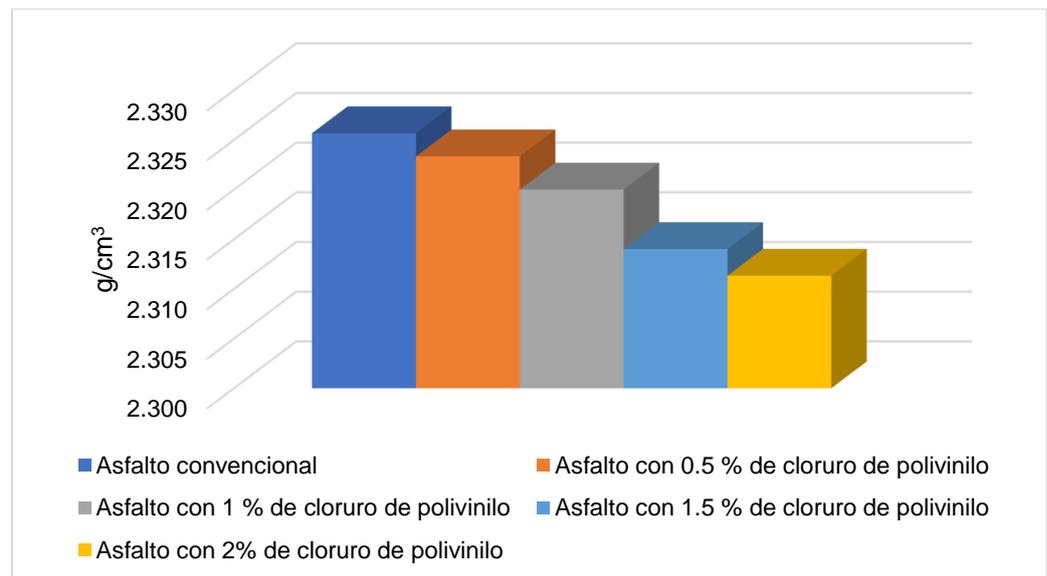


Figura 1. Peso específico de las mezclas asfálticas.

De acuerdo a la Figura 2, al sustituir 0.5 % de agregado fino por cloruro de polivinilo el peso específico de la mezcla asfáltica se reduce en 0.10 %, al sustituir 1 % se reduce en 0.24 %, al sustituir 1.5 % se

reduce en 0.50 % y con 2 % disminuye en 0.62 % respecto a lo obtenido para la mezcla asfáltica convencional.

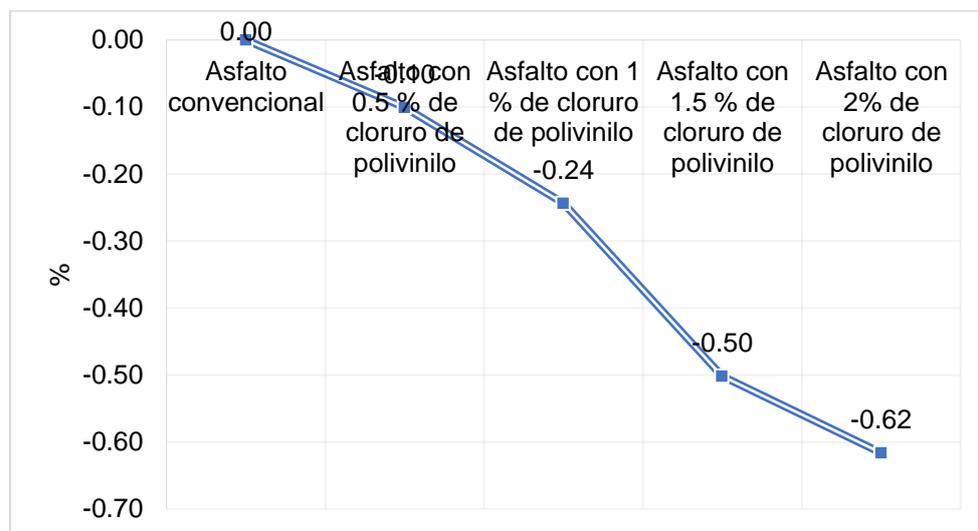


Figura 2. Variación del peso específico de las mezclas asfálticas.

#### 4.2.2. Vacíos de la mezcla asfáltica

En cuanto a los vacíos de las mezclas asfálticas, en la siguiente tabla se especifica los resultados obtenidos, la desviación estándar, el promedio de vacíos y la variación que se presentó respecto a la mezcla asfáltica convencional:

Tabla 17. Resultados de los vacíos de las mezclas asfálticas.

	Vacíos (%)	Desviación estándar del contenido de vacíos (%)	Promedio del contenido de vacíos (%)	Variación del contenido de vacíos (%)
Asfalto convencional	6.30	1.79	5.37	0.00
	3.30			
	6.50			
Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	4.70	0.30	4.70	-12.42
	5.00			
	4.40			
Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	4.20	0.23	4.33	-19.25
	4.60			
	4.20			
Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	3.90	0.15	4.07	-24.22
	4.10			
	4.20			
Asfalto con 2% de cloruro de polivinilo	4.00	0.06	3.93	-26.71
	3.90			
	3.90			

De la Figura 3 se deduce que la sustitución del agregado fino por cloruro de polivinilo reduce el contenido de vacíos en las mezclas asfálticas en caliente.

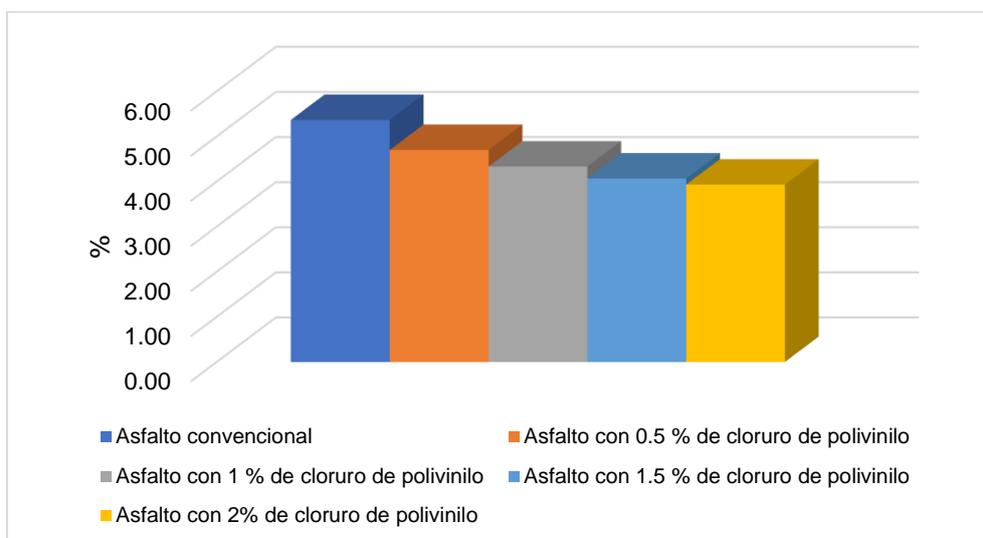


Figura 3. Vacíos de las mezclas asfálticas.

De la siguiente figura se tiene que la sustitución de 0.5 % de cloruro de polivinilo reduce en 12.42 % el contenido de vacíos en la mezcla asfáltica, con 1 % se reduce en 19.25 %, con 1.5 % se reduce en 24.22 % y con 2 % se reduce en 26.71 %.

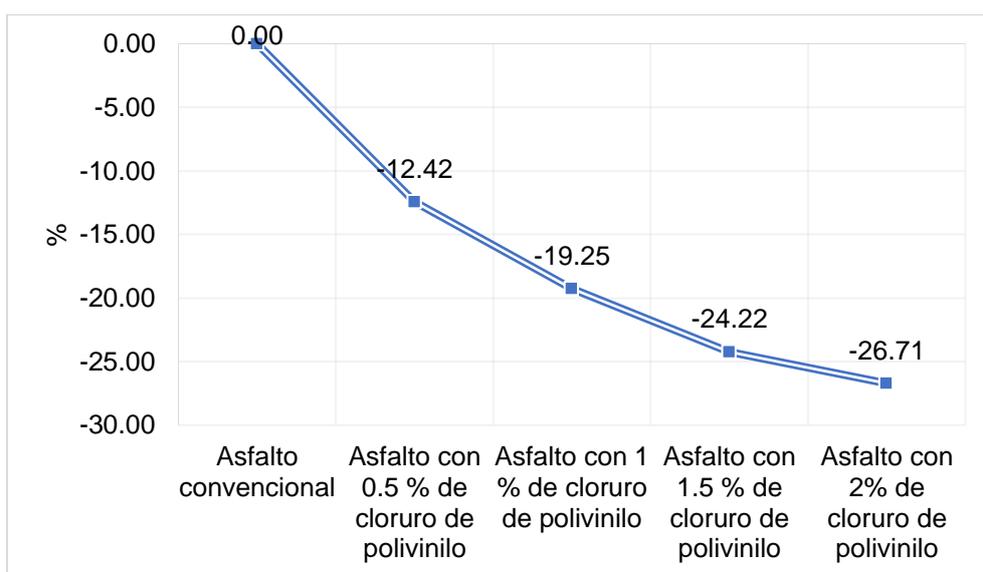


Figura 4. Variación de los vacíos de las mezclas asfálticas.

#### 4.2.3. Vacíos de material agregado compactado

La siguiente tabla detalla los resultados de los vacíos de material agregado compactado en las mezclas asfálticas:

Tabla 18. Resultados de vacíos de material agregado compactado en las mezclas asfálticas.

	Vacíos de material agregado compactado (%)	Desv. Est. de vacíos de material agregado compactado (%)	Promedio de V.M.A. (%)	Variación de vacíos de material agregado compactado (%)
Asfalto convencional	17.00	0.10	17.00	0.00
	16.90			
	17.10			
Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	17.00	0.31	16.93	-0.39
	17.20			
	16.60			
Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	15.10	0.21	15.17	-10.78
	15.40			
	15.00			
Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	14.50	0.12	14.63	-13.92
	14.70			
	14.70			
Asfalto con 2% de cloruro de polivinilo	14.20	0.06	14.13	-16.86
	14.10			
	14.10			

Con la Figura 5 se deduce que los vacíos del material agregado compactado de las mezclas asfálticas se reducen al sustituir el agregado fino por cloruro de polivinilo.

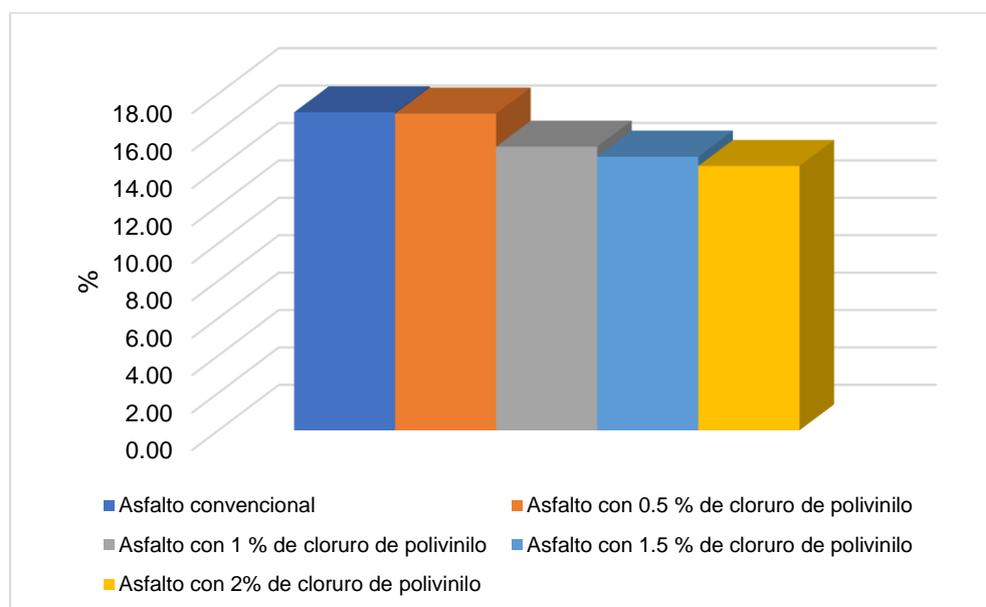


Figura 5. Vacíos de material agregado compactado en las mezclas asfálticas.

En base a la siguiente figura, al sustituir 0.5 % de cloruro de polivinilo en el agregado fino, los vacíos de material agregado

compactado se reducen en 0.39 %, con 1 % se reduce en 10.78 %, con 1.5 % se reduce en 13.92 % y con 2 % de cloruro de polivinilo se reduce en 16.86 %.

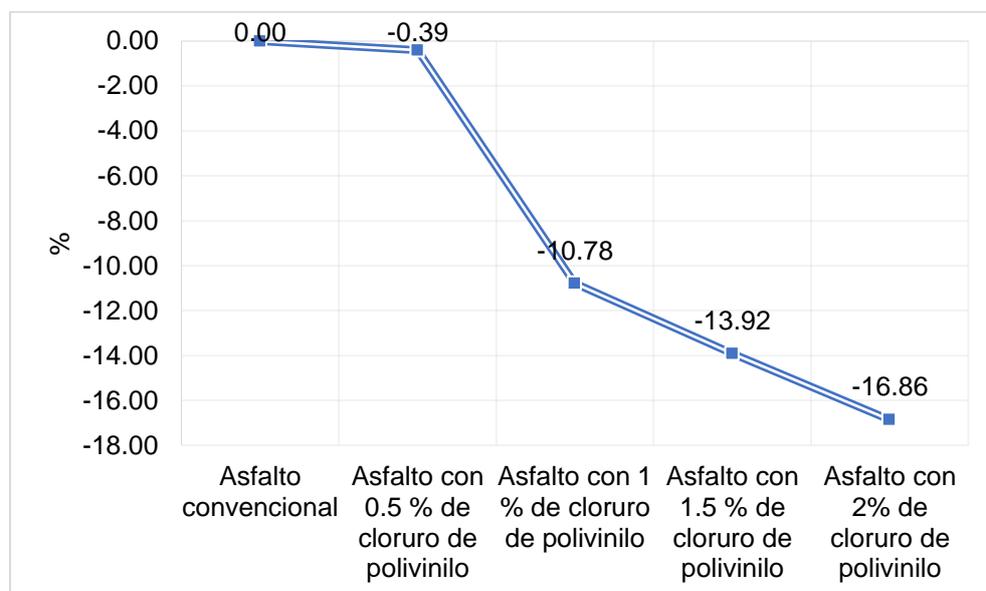


Figura 6. Variación de los vacíos material agregado compactado en las mezclas asfálticas.

#### 4.2.4. Vacíos llenos de cemento asfáltico

Los resultados de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas em caliente se detallan en la siguiente tabla, además de su desviación estándar, el promedio de cada uno de los grupos evaluados (convencional, con 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 %) y la variación porcentual respecto al asfalto convencional, denotándose el incremento de esta propiedad:

Tabla 19. Resultados de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas.

	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 (%)
Asfalto convencional	62.60	0.36	62.50	0.00
	62.80			
	62.10			
Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	72.10	1.40	72.23	15.57
	70.90			
	73.70			

Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	71.90	1.06	71.50	14.40
	70.30			
	72.30			
Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	73.00	0.76	72.13	15.41
	71.80			
	71.60			
Asfalto con 2% de cloruro de polivinilo	71.90	0.35	72.23	15.57
	72.20			
	72.60			

En la Figura 7 se observa que el reemplazar parcialmente el agregado fino por cloruro de polivinilo en las mezclas asfálticas en caliente, trae consigo el incremento del contenido de vacíos llenos de cemento asfáltico en todos los casos, aunque con 1 % de cloruro de polivinilo se redujo esta propiedad respecto a las mezclas asfálticas con 0.5 % y 2 %.

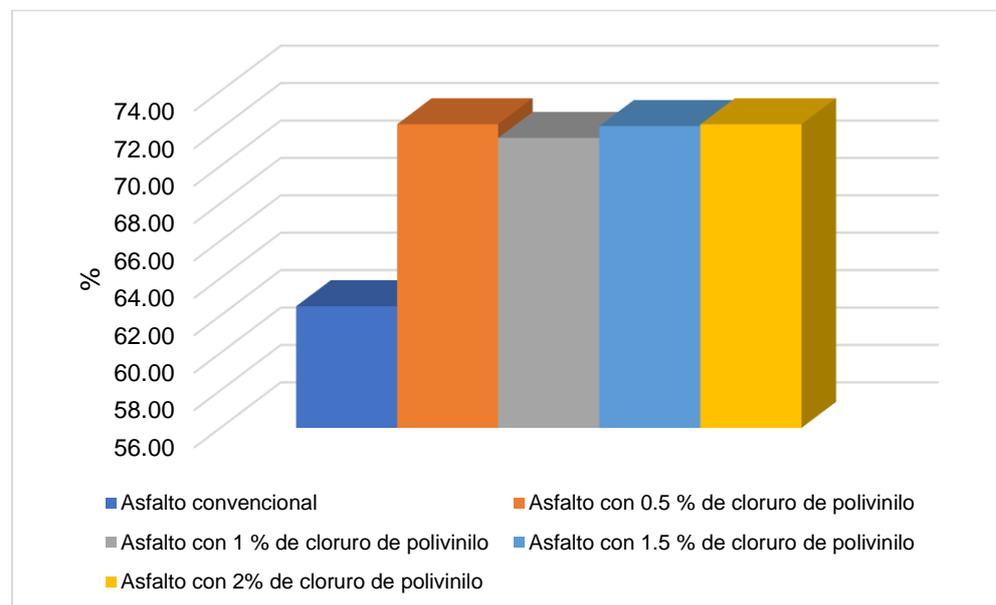


Figura 7. Vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas.

Consecuentemente, de la Figura 8 se tiene que al reemplazar el 0.5 % del agregado fino se incrementa en 15.57 % los vacíos llenos de cemento asfáltico, con 1 % se incrementa en 14.40 %, con 1.5 % se incrementa en 15.41 % y con 2 % se incrementa en 15.57 %.

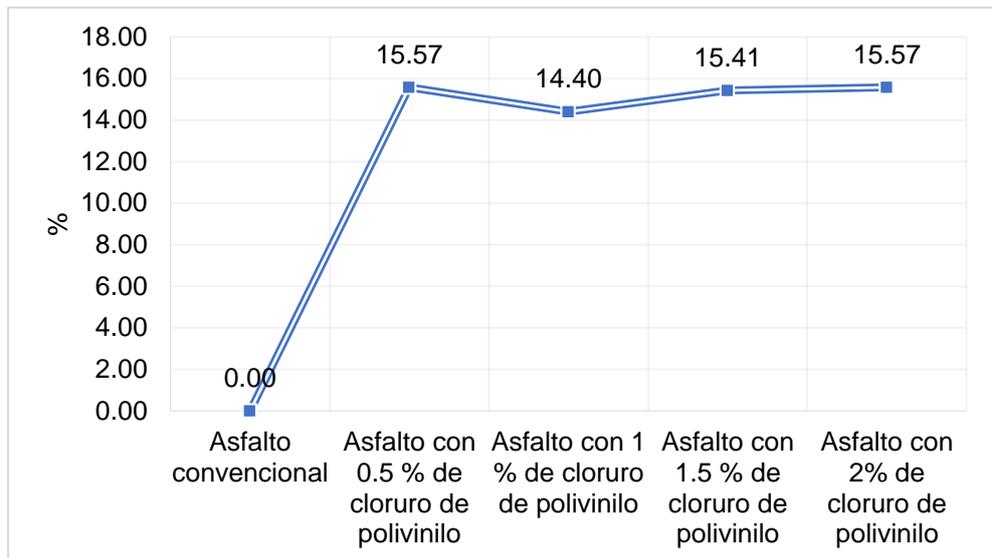


Figura 8. Variación de los vacíos llenos de cemento asfáltico en las mezclas asfálticas.

### 4.3. Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente

Lo referido a las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente se consideró al flujo, estabilidad, a la rigidez y al desgaste, los cuales se proceden a detallar en los siguientes numerales tanto de la mezcla asfáltica convencional y de aquellas donde se sustituyó parcialmente el agregado fino por cloruro de polivinilo.

#### 4.3.1. Flujo

Los resultados de flujo se detallan en la Tabla 9, además de la desviación estándar, promedio y la variación respecto al grupo control:

Tabla 20. Resultados del flujo en las mezclas asfálticas.

	Flujo (mm)	Desviación estándar del flujo (mm)	Promedio de flujo (mm)	Variación de flujo (%)
Asfalto convencional	2.90	0.06	2.87	0.00
	2.90			
	2.80			
Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	3.00	0.06	2.97	3.49
	2.90			
	3.00			
Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	3.10	0.00	3.10	8.14
	3.10			
	3.10			
Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	3.33	0.00	3.33	16.16
	3.33			
	3.33			

Asfalto con 2% de cloruro de polivinilo	3.40	0.00	3.40	18.60
	3.40			
	3.40			

Según la siguiente figura se tiene que el sustituir el agregado fino por cloruro de polivinilo incrementa el flujo de las mezclas asfálticas:

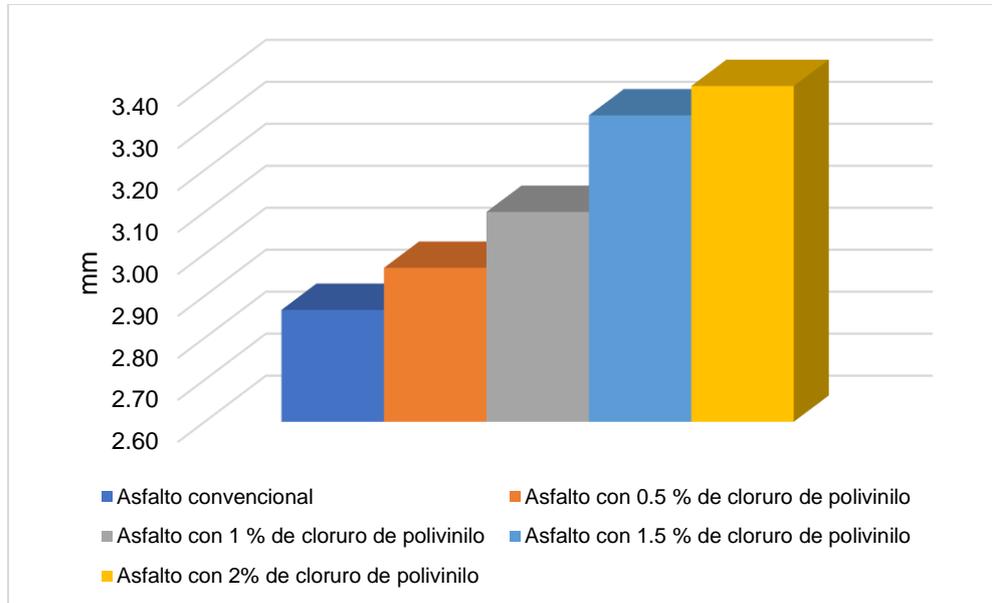


Figura 9. Flujo en las mezclas asfálticas.

De acuerdo a la Figura 10 se tiene que con la sustitución del 0.5 % del agregado fino se incrementa el flujo en 3.49 %, con 1 % se incrementa en 8.14 %, con 1.5 % se incrementa en 16.16 % y con 2 % se incrementa en 18.60 % respecto a lo obtenido en la mezcla asfáltica convencional.

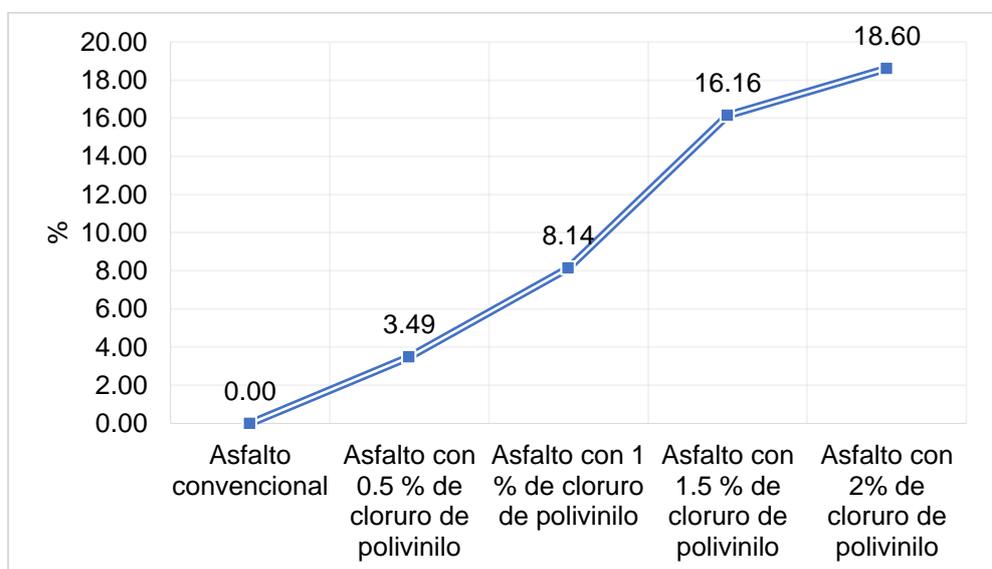


Figura 10. Variación del flujo en las mezclas asfálticas.

### 4.3.2. Estabilidad

En la siguiente tabla se tiene los resultados de la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente:

Tabla 21. Resultados de la estabilidad de las mezclas asfálticas.

	Estabilidad (kg)	Desviación estándar de la estabilidad (kg)	Promedio de la estabilidad (kg)	Variación de estabilidad (%)
Asfalto convencional	1007.00	1.00	1006.00	0.00
	1006.00			
	1005.00			
Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	1061.00	0.58	1061.33	5.50
	1061.00			
	1062.00			
Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	1134.00	0.58	1133.33	12.66
	1133.00			
	1133.00			
Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	1238.00	1.00	1238.00	23.06
	1237.00			
	1239.00			
Asfalto con 2% de cloruro de polivinilo	1280.00	1.00	1279.00	27.14
	1278.00			
	1279.00			

Según la Figura 11 se denota que el sustituir el agregado fino por cloruro de polivinilo se incrementa la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente:

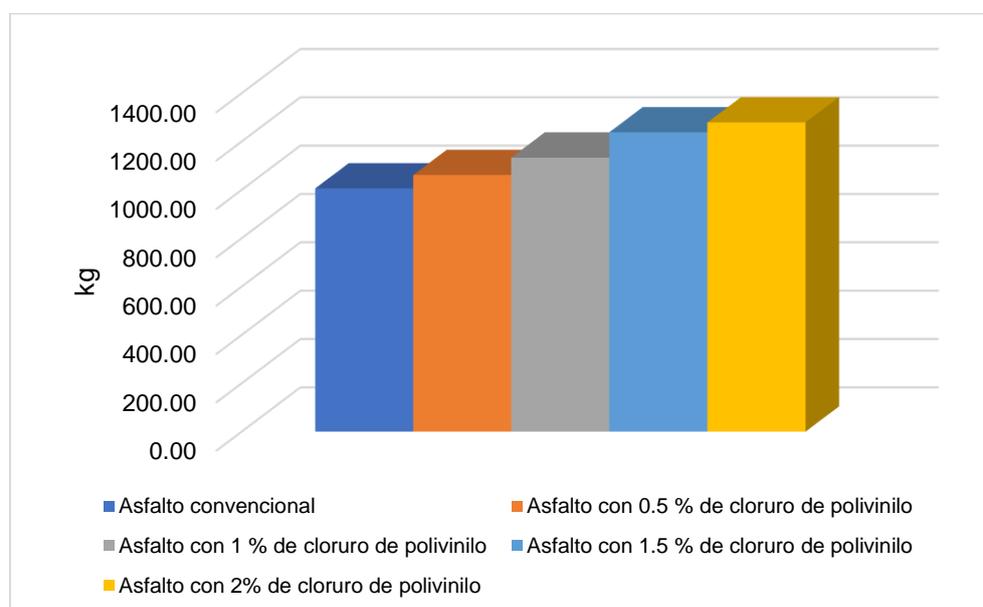


Figura 11. Estabilidad de las mezclas asfálticas.

En base a la siguiente figura se tiene que la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente se incrementa en 5.50 %, 12.66 %, 23.06 % y 27.14 % respecto a la mezcla asfáltica convencional al sustituir el agregado fino por cloruro de polivinilo en 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 %.

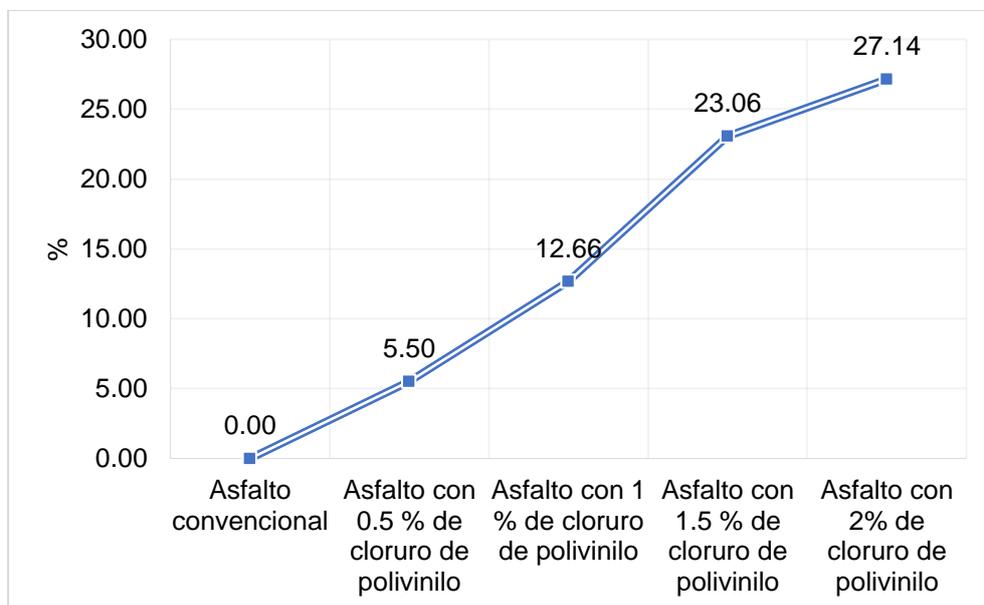


Figura 12. Variación de la estabilidad de las mezclas asfálticas.

#### 4.3.3. Rigidez

La Tabla 22 muestra los resultados en cuando a la rigidez de las mezclas asfálticas en caliente tanto convencional y de aquellas donde se sustituyó el agregado fino por cloruro de polivinilo en 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 %, además de la desviación estándar, el promedio y la variación respecto a la mezcla asfáltica convencional.

Tabla 22. Resultados de la rigidez de las mezclas asfálticas.

	Estabilidad/fluj o (kg/cm)	Desviación estándar de la estabilidad/fluj o (kg)	Promedio de la estabilidad/fluj o (kg/cm)	Variación de estabilidad/fluj o (%)
Asfalto convenciona l	3472.00	68.43	3510.00	0.00
	3469.00			
	3589.00			
Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	3537.00	69.59	3578.67	1.96
	3659.00			
	3540.00			

Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	3658.00	1.73	3656.00	4.16
	3655.00			
	3655.00			
Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	3752.00	3.51	3751.67	6.89
	3748.00			
	3755.00			
Asfalto con 2% de cloruro de polivinilo	3765.00	3.00	3762.00	7.18
	3759.00			
	3762.00			

La Figura 13 muestra que al sustituir el agregado fino por cloruro de polivinilo en las mezclas asfálticas en 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 % trae consigo el incremento de la rigidez.

Asimismo, de acuerdo a la Figura 14 se tiene que con 0.5 % de cloruro de polivinilo se incrementa en 1.96 % la rigidez, con 1 % se incrementa en 4.16 %, con 1.5 % se incrementa en 6.89 % y con 2 % se incrementa en 7.18 % en relación de lo obtenido en la mezcla asfáltica convencional.

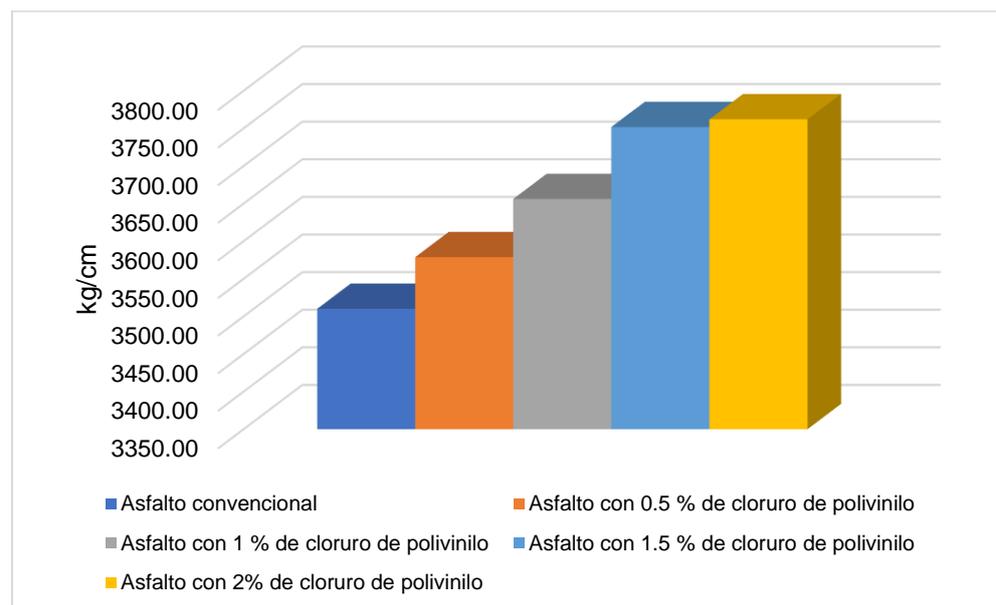


Figura 13. Rigidez de las mezclas asfálticas.

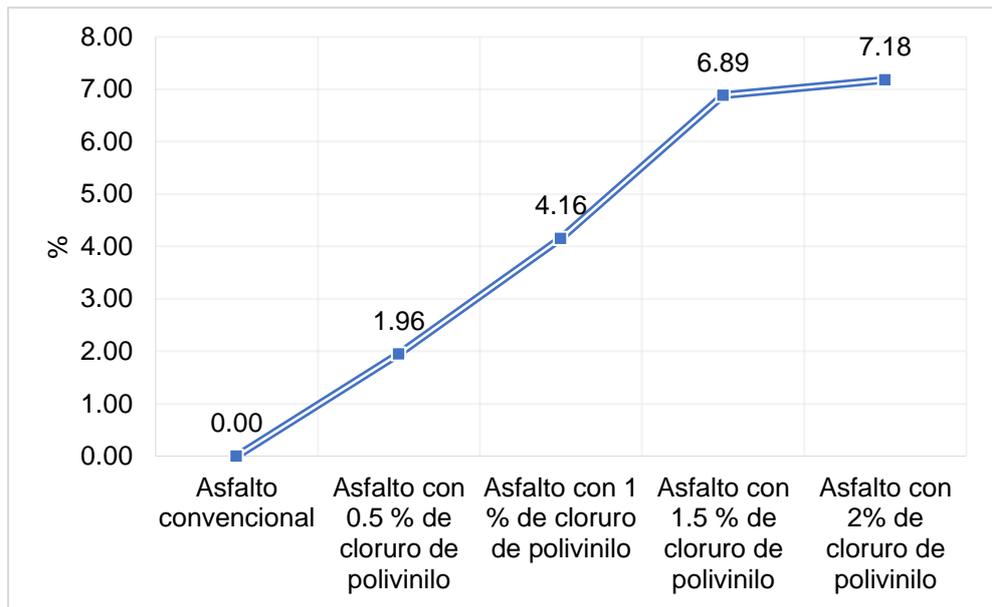


Figura 14. Variación de la rigidez de las mezclas asfálticas.

#### 4.3.4. Desgaste

Lo concerniente al desgaste de las mezclas asfálticas en caliente convencional y con sustitución del agregado fino por cloruro de polivinilo en 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 % obtenidas por medio de la ejecución del ensayo de abrasión Los Ángeles, los resultados se detallan en la siguiente tabla, tanto la desviación estándar, el promedio aritmético y la variación porcentual respecto a la mezcla asfáltica en caliente convencional.

Tabla 23. Resultados del desgaste de las mezclas asfálticas.

	Desgaste (%)	Desviación estándar de desgaste (%)	Promedio del desgaste (%)	Variación de desgaste (%)
Asfalto convencional	2.28	0.03	2.24	0.00
	2.20			
	2.24			
	2.22			
Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	2.90	0.03	2.93	30.87
	2.93			
	2.96			
	2.91			
Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	2.43	0.34	2.82	26.29
	2.80			
	2.79			
	3.27			
	2.78	0.04	2.77	23.71
	2.71			

Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	2.79			
	2.78			
Asfalto con 2% de cloruro de polivinilo	2.70	0.03	2.67	19.57
	2.63			
	2.69			
	2.67			

De la siguiente figura se puede deducir que el desgaste de la mezcla asfáltica se incrementa al sustituir el agregado fino por 0.5 % de cloruro de polivinilo y luego tiende a reducir, más en todos los casos es mayor a lo presentado para la mezcla asfáltica convencional.

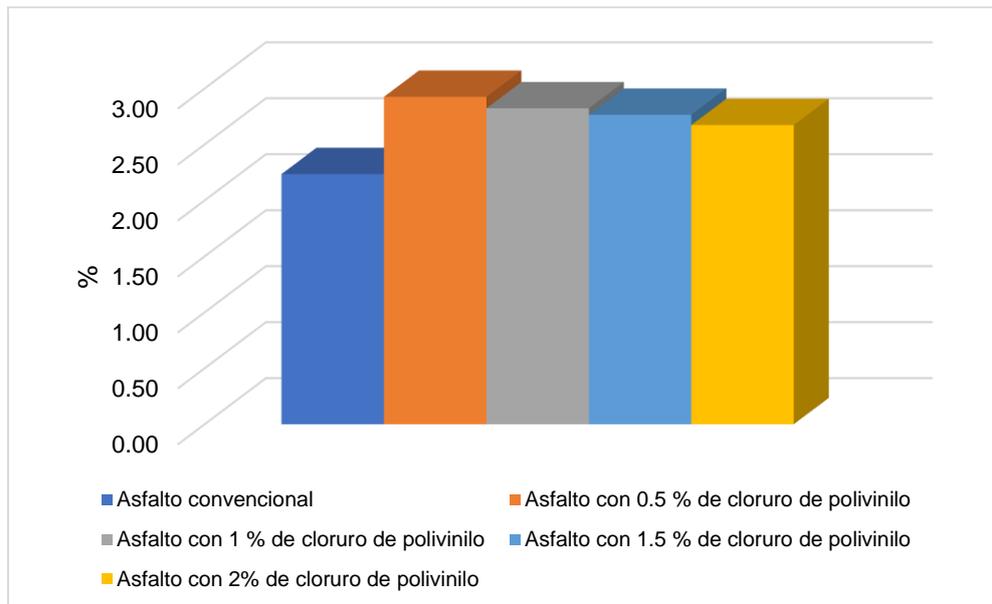


Figura 15. Desgaste de las mezclas asfálticas.

Según la siguiente figura se tiene que con la sustitución del 0.5 % del agregado fino por cloruro de polivinilo se incrementa el desgaste en 30.87 %, con 1 % se incrementa en 26.29 %, con 1.5 % se incrementa en 23.71 % y con 2 % se incrementa en 19.57 % respecto a la muestra asfáltica en caliente convencional.

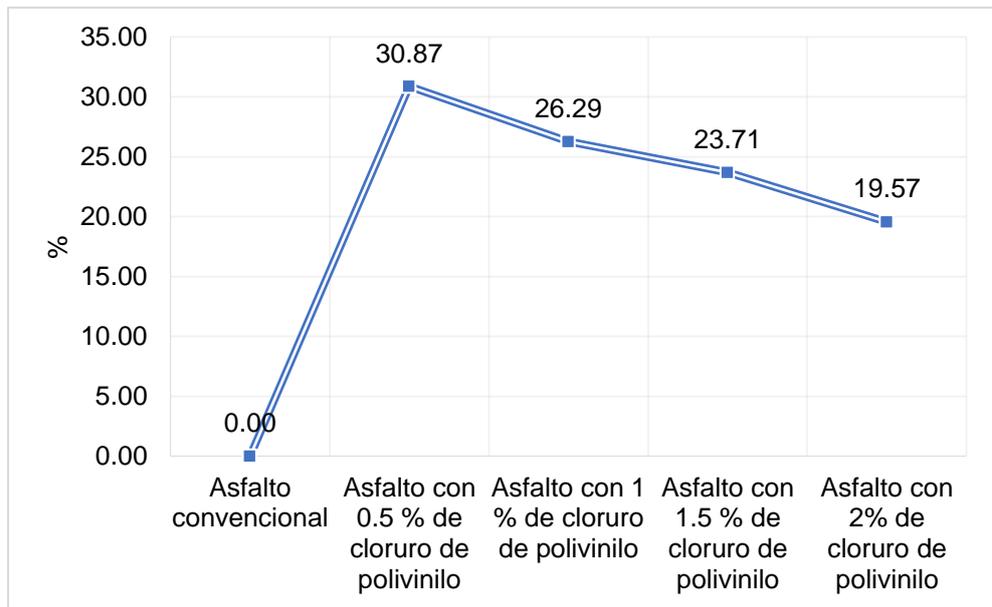


Figura 16. Variación del desgaste de las mezclas asfálticas.

#### 4.4. Contrastación de hipótesis

##### 4.4.1. Hipótesis específica “a”

De la hipótesis planteada:

H<sub>1a</sub>: Las propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente varían al reemplazar parcialmente el agregado fino con el cloruro de polivinilo.

H<sub>0a</sub>: Las propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente no varían al reemplazar parcialmente el agregado fino con el cloruro de polivinilo.

Se presenta la Tabla 24 y Tabla 25 que, según el nivel de significancia obtenido menor a 0.05, existen diferencias significativas respecto al peso específico, vacíos llenos de cemento asfáltico y vacíos de material agregado compactado; mientras que, para los vacíos se encontró que no existen diferencias significativas.

Tabla 24. ANOVA del peso específico y vacíos llenos de cemento asfáltico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso específico	Entre grupos	0.00	4.00	0.00	14.991	0.00
	Dentro de grupos	0.00	10.00	0.00		
	Total	0.01	14.00			
Vacíos llenos de cemento asfáltico	Entre grupos	218.86	4.00	54.72	69.79	0.00
	Dentro de grupos	7.84	10.00	0.78		
	Total	226.70	14.00			

Tabla 25. Kruskal – Wallis de los vacíos y vacíos de material agregado compactado.

	N total	Estadístico de contraste	Grados de libertad	Significación asintótica (prueba bilateral)
Vacíos	15	6.493	4	0.165
Vacíos de material agregado compactado	15	12.894	4	0.012

De acuerdo a la Tabla 26 se tiene que referente al peso específico y vacíos llenos de cemento asfáltico de las mezclas asfálticas en caliente con la sustitución del 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 % del agregado fino por cloruro de polivinilo se redujeron significativamente al contar con niveles de significancia menores a 0.05.

No obstante, según la Tabla 27 se tiene en cuanto a los vacíos de material agregado compactado que, sólo con la sustitución de 2 % de agregado fino por cloruro de polivinilo se presentó una reducción significativa estadísticamente.

Tabla 26. Comparaciones múltiples del peso específico y vacíos llenos de cemento asfáltico.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Peso específico	Asfalto convencional	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	-0.0233	0.00	0.827	-0.005	0.0096
		Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	-0.00567	0.00	0.154	-0.0016	0.013
		Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	-0.1167*	0.00	0.003	-0.004	0.019
		Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	-0.01433*	0.00	0.001	-0.007	0.0216
Vacíos llenos de cemento asfáltico	Asfalto convencional	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	-9.73*	0.72	0.00	-12.11	-7.35
		Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	-9.00*	0.72	0.00	-11.38	-6.62
		Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	-9.63*	0.72	0.00	-12.01	-7.25
		Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	-9.73*	0.72	0.00	-12.11	-7.35

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

Tabla 27. Comparaciones múltiples de los vacíos de material agregado compactado.

Comparaciones		Estadística de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Significancia	Significancia ajustada
Asfalto convencional	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	0.00	3.64	0.00	1.00	1.00
	Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	4.50	3.64	1.24	0.22	1.00
	Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	7.50	3.64	2.06	0.04	0.39
	Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	10.50	3.64	2.88	0.00	0.04

En la Tabla 28 y Tabla 29 se especifican los grupos homogéneos referente al peso específico y vacíos llenos de cemento asfáltico, de lo cual para este primero se tiene 3 subconjuntos homogéneos y para el segundo se tiene dos subconjuntos homogéneos.

Tabla 28. Grupos homogéneos en cuanto al peso específico de las mezclas asfálticas.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Asfalto convencional	3.00	2.27		
Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	3.00		2.30	
Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	3.00		2.31	2.31
Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	3.00			2.31
Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	3.00			2.31
Sig.		1.00	0.22	0.48

Tabla 29. Grupos homogéneos en cuanto a los vacíos llenos de cemento asfáltico de las mezclas asfálticas.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Asfalto convencional	3.00	62.50	
Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	3.00		71.50
Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	3.00		72.13
Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	3.00		72.23
Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	3.00		72.23
Sig.		1.00	0.84

Por lo tanto, se concluye que, las propiedades físicas tales como peso específico, vacíos llenos de cemento asfáltico y vacíos de material agregado compactado de la mezcla asfáltica en caliente varían al reemplazar parcialmente el agregado fino con el cloruro de polivinilo; pues se encontró incrementos significativos del peso específico al sustituir 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 % del agregado fino por cloruro de polivinilo, reducciones significativas de los vacíos llenos de cemento asfáltico al sustituir 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 % del agregado fino por cloruro de polivinilo y vacíos de material agregado compactado al sustituir 2 % del agregado fino por cloruro de polivinilo; no obstante, no se presentó variaciones en el contenido de vacíos de las mezclas asfálticas.

#### 4.4.2. Hipótesis específica “b”

De la hipótesis planteada:

Hib: Las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente se modifican al reemplazar parcialmente el agregado fino con el cloruro de polivinilo.

H0b: Las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente no se modifican al reemplazar parcialmente el agregado fino con el cloruro de polivinilo.

Se presenta la Tabla 30 y Tabla 31 que, según el nivel de significancia obtenido menor a 0.05, existen diferencias significativas respecto al flujo, estabilidad, estabilidad/flujo y desgaste entre las mezclas asfálticas evaluadas.

Tabla 30. Kruskal – Wallis del flujo, estabilidad y estabilidad/flujo de la mezcla asfáltica.

	<b>N total</b>	<b>Estadístico de contraste</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Significación asintótica (prueba bilateral)</b>
Flujo	15	13.648	4	0.009
Estabilidad	15	13.548	4	0.009
Estabilidad/flujo	15	12.255	4	0.016

Tabla 31. ANOVA del desgaste de la mezcla asfáltica.

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	1.14	4.00	0.29	11.63	0.00
Dentro de grupos	0.37	15.00	0.02		
Total	1.51	19.00			

En consecuencia, en la Tabla 32 y Tabla 33 se tiene respecto al flujo, estabilidad y estabilidad/flujo que los incrementos sólo fueron significativos al sustituir el 1.5 % y 2 % del agregado fino por cloruro de polivinilo; mientras que, lo referente al desgaste se presentaron incrementos significativos tanto al sustituir 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 % del agregado fino.

Tabla 32. Comparación respecto al flujo, estabilidad y estabilidad/flujo de las mezclas asfálticas.

Comparaciones			Estadística de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Significancia	Significancia ajustada
Flujo	Asfalto convencional	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	-2.33	3.60	-0.65	0.52	1.00
		Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	-5.67	3.60	-1.58	0.12	1.00
		Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	-8.67	3.60	-2.41	0.02	0.16
		Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	-11.67	3.60	-3.25	0.00	0.01
Estabilidad	Asfalto convencional	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	-3.00	3.65	-0.82	0.41	1.00
		Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	-6.00	3.65	-1.65	0.10	1.00
		Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	-9.00	3.65	-2.47	0.01	0.14
		Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	-12.00	3.65	-3.29	0.00	0.01
Estabilidad/flujo	Asfalto convencional	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	-2.67	3.65	-0.73	0.47	1.00
		Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	-4.33	3.65	-1.19	0.24	1.00
		Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	-8.33	3.65	-2.28	0.02	0.22
		Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	-11.33	3.65	-3.11	0.00	0.02

Tabla 33. Comparación respecto al desgaste de la mezcla asfáltica.

(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Asfalto convencional	Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	-0.69 <sup>*</sup>	0.11	0.00	-1.03	-0.35
	Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	-0.59 <sup>*</sup>	0.11	0.00	-0.93	-0.25
	Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	-0.53 <sup>*</sup>	0.11	0.00	-0.87	-0.19
	Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	-0.44 <sup>*</sup>	0.11	0.01	-0.78	-0.10

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

Asimismo, en la Tabla 34 se tiene dos subconjuntos homogéneos referentes al desgaste de las mezclas asfálticas en caliente:

Tabla 34. Grupos homogéneos respecto al desgaste de las mezclas asfálticas.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Asfalto convencional	4.00	2.24	
Asfalto con 2 % de cloruro de polivinilo	4.00		2.67
Asfalto con 1.5 % de cloruro de polivinilo	4.00		2.77
Asfalto con 1 % de cloruro de polivinilo	4.00		2.82
Asfalto con 0.5 % de cloruro de polivinilo	4.00		2.93
Sig.		1.00	0.21

Por lo tanto, se concluye que, las propiedades mecánicas tales como flujo, estabilidad, rigidez y desgaste de la mezcla asfáltica en caliente se modifican al reemplazar parcialmente el agregado fino con el cloruro de polivinilo; pues se encontró que el flujo, estabilidad y estabilidad/flujo se incrementaron significativamente al sustituir el 2 % del agregado fino por cloruro de polivinilo; mientras que, el desgaste se incrementó significativamente al sustituir 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 % del agregado fino.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. Propiedades físicas de las mezclas asfálticas en caliente**

En cuanto al peso específico de las mezclas asfálticas en caliente se tiene según la Tabla 16 que la sustitución del agregado fino por cloruro de polivinilo reduce esta propiedad pues, con 0.5 % disminuyó en 0.10%, con 1 % se en -0.24 %, con 1.5 % en -0.50 % y con 2 % en -0.62 %; decrementos que resultan significativos estadísticamente tal como se muestra en Tabla 24 y Tabla 26.

Lo referente a los vacíos de las mezclas asfálticas en concordancia con la Tabla 17 se tiene que al sustituir 0.5 % de agregado fino se reduce en 12.42 %, al sustituir 1 % se reduce en 19.25 %, al sustituir 1.5 % se reduce en 24.22 % y con 2 % se reduce en 26.71 %; no obstante, estas reducciones en comparación de la mezcla asfáltica convencional no fueron significativas estadísticamente tal como se especificó en la Tabla 25; asimismo, se tiene que según lo estipulado en la tabla 423 – 06 de las especificaciones técnicas generales para la construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013), las mezclas asfálticas con sustitución en 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 % de cloruro de polivinilo se encuentra dentro del rango establecido (3 % a 5 %).

Los vacíos de material agregado compactado también se redujeron al sustituir el agregado fino por cloruro de polivinilo (Tabla 18) pues, con 0.5 % se redujo en 0.39 %, con 1 % se redujo en 10.78 %, con 1.5 % se redujo en 13.92 % y con 2 % se redujo en 16.86 % respecto a la mezcla asfáltica en caliente convencional, más la reducción sólo fue significativa con 2 % de cloruro de polivinilo tal como se muestra en la Tabla 25 y Tabla 27.

Para los vacíos llenos de cemento asfáltico se encontró el incremento de esta propiedad al sustituir el agregado fino por cloruro de polivinilo, es así que de acuerdo a la Tabla 19 se tiene que con 0.5 % se incrementó en 15.57 %, con 1 % se incrementó en 14.40 %, con 1.5 % se incrementó en 15.41 % y con 2 % se incrementó en 15.57 % en relación de la mezcla asfáltica convencional; incrementos que fueron significativos estadísticamente tal como se puede denotar en la Tabla 24 y Tabla 26.

Lo abordado para las propiedades físicas concuerda con la investigación realizada por Lozano y Reyes (2020) en “Evaluación del comportamiento de un asfalto modificado con Policloruro de Vinilo (PVC) y grano de caucho reciclado (GCR)”, quienes concluyeron que la adición de policloruro de vinilo mejora las propiedades físicas de la mezcla asfáltica; además de lo obtenido por Corella (2019) en la investigación “Evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica modificada con cloruro de polivinilo (PVC) según la tecnología Superpave”, donde señala que el 0.1 % de cloruro de polivinilo garantiza la trabajabilidad de la mezcla asfáltica y cumple las especificaciones de las normas internacionales.

## **5.2. Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente**

Según la Tabla 20 se muestra que el flujo de las mezclas asfálticas donde se sustituyó el agregado fino por cloruro de polivinilo se incrementó, siendo así que con 0.5 % se acentuó en 3.49 %, con 1 % se acentuó en 8.14 %, con 1.5 % se incrementó en 16.16 % y con 2 % se incrementó en 18.60 %; incrementos que fueron significativos estadísticamente con 1.5 % y 2 %, tal como se mostró en la Tabla 30 y Tabla 32. Asimismo, se tiene que las mezclas asfálticas cumplieron con el flujo estipulado en la tabla 423 – 06 de

las especificaciones técnicas generales para la construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013), donde establece un rango de 2 mm a 3.5 mm. Esto se contrasta con lo obtenido por Vizcarra (2020) en su investigación “Evaluación de un modelo mejorado de capa asfáltica mediante el uso de plástico reciclado en Arequipa”, quién concluyó que el uso del plástico contribuye a la mejora de la mezcla asfáltica.

En cuanto a la estabilidad se encontró incrementos con 0.5 % de cloruro de polivinilo en 5.50 %, con 1 % en 12.66 %, con 1.5 % en 23.06 % y con 2 % en 27.14 %; siendo estadísticamente significativos con 1.5 % y 2 %, tal como se mostró en la Tabla 30 y Tabla 32; consecuentemente, se encontró que, las mezclas asfálticas cumplieron con el mínimo de estabilidad estipulado en la tabla 423 – 06 de las especificaciones técnicas generales para la construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013), siendo este de 815 kg. Es así que, se concuerda con Carranza (2020) en su investigación “Efecto del polímero etileno vinil acetato en la estabilidad del concreto asfáltico” que obtuvo el incremento de la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente asegurando así el comportamiento de la misma. Esto concuerda con lo obtenido por Pérez y Lemus (2018) en su tesis “Comportamiento de una mezcla asfáltica densa en frío adicionada con partículas de policloruro de vinilo (PVC)”, donde al emplear el cloruro de polivinilo incrementaron la estabilidad de la mezcla asfáltica a pesar que fue mezclada en frío, concluyendo así que es factible su empleabilidad.

Mientras que, la relación de estabilidad/flujo también se incrementó tal como se consignó en la Tabla 22, donde al sustituir 0.5 % del agregado fino se incrementó en 1.96 %, con 1 % se incrementó en 4.16 %, con 1.5 % se incrementó en 6.89 % y con 2 % se incrementó en 7.18 %, representado significancia con 1.5 % y 2 %, tal como se puede observar en la Tabla 30 y Tabla 32; adicionalmente, se encontró que, las mezclas asfálticas cumplieron con el rango de estabilidad/flujo estipulado en la tabla 423 – 06 de las especificaciones técnicas generales para la construcción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013), siendo este de 1700 kg – 4000 kg. Esto se concuerda con Falcon (2019) en su tesis

“Estudio de dosificaciones del concreto asfáltico convencional mediante modificadores con polímeros para un tránsito pesado en el km 27, auxiliar Pan. Norte - Puente Piedra, Lima 2019”, que al emplear los polímeros incrementó el valor de la estabilidad/flujo, lo cual aseguraría el tiempo de vida útil del pavimento.

En cuanto al desgaste, tal como se detalla en la Tabla 23, al sustituir 0.5 % de agregado fino por cloruro de polivinilo se incrementa el desgaste 30.87 %, con 1 % se incrementa en 26.29 %, con 1.5 % se incrementa en 23.71 % y con 2 % se incrementó en 19.57 %; incrementos que fueron significativos estadísticamente en todos los casos, tal como se muestra en la Tabla 31 y Tabla 33.

## CONCLUSIONES

1. las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino en 1.5 % y 2 %, mejoran en general el porcentaje de vacíos y la estabilidad, mientras que la rigidez se mantiene en el rango que establece la norma (1700 – 4000 kg/cm).
2. Las propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente varían al reemplazar parcialmente el agregado fino con el cloruro de polivinilo, pues se encontró variaciones significativas en el peso específico, con 0.5 % se redujo en 0.10 % con 1 % en -0.24 %, con 1.5 % en -0.50 % y con 2 % disminuyó en 0.62 %; mientras que al analizar los vacíos al sustituir 0.5 % de agregado fino, este se reduce en 12.42 %, con 1 % se reduce en 19.25 %, con 1.5 % se reduce en 24.22 % y con 2 % en 26.71 %; por otro lado los vacíos de material agregado compactado también se redujeron pues, con 0.5 % se redujo en 0.39 %, con 1 % se redujo en 10.78 %, con 1.5 % se redujo en 13.92 % y con 2 % en 16.86 %, siendo sólo significativo con 2 % de cloruro de polivinilo; finalmente, se encontró incrementos significativos de los vacíos llenos de cemento asfáltico que al sustituir 0.5 % del agregado fino se incrementó en 15.57 %, con 1 % se incrementó en 14.40 %, con 1.5 % en 15.41 % y con 2 % se en 15.57 %.
3. Las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente se modifican al reemplazar parcialmente el agregado fino con el cloruro de polivinilo; donde en el flujo, estabilidad y relación estabilidad/flujo se presentó incrementos significativos al sustituir 1.5 % y 2 % del agregado fino, es así que, el flujo al sustituir el agregado fino en 0.5 % se acentuó en 3.49 %, con 1 % se acentuó en 8.14 %, con 1.5 % se incrementó en 16.16 % y con 2 % se incrementó en 18.60 %; en cuanto a la estabilidad, se encontró incrementos con 0.5 % de cloruro de polivinilo en 5.50 %, con 1 % en 12.66 %, con 1.5 % en 23.06 % y con 2 % en 27.14 %; la relación de estabilidad/flujo al sustituir 0.5 % del agregado fino se incrementó en 1.96 %, con 1 % se incrementó en 4.16 %, con 1.5 % se incrementó en 6.89 % y con 2 % se incrementó en 7.18 %; sin

embargo, se encontró que la sustitución del agregado fino trae consigo que se incremente el desgaste de las mezclas asfálticas.

## RECOMENDACIONES

- 1 De acuerdo a los resultados para las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente con la sustitución del agregado fino por cloruro de polivinilo, es dable reemplazarlo entre 1.5 % y 2 %, con lo cual se asegura el comportamiento de la mezcla.
- 2 Al incrementarse el peso específico y la reducción de vacíos de la mezcla asfáltica con el cloruro de polivinilo se asegura la compacidad de la misma, que se vería reflejado en los cambios controlados ante las cargas de tránsito vehicular.
- 3 Al incrementarse el flujo, estabilidad y estabilidad/flujo, y encontrándose estos dentro de lo normado por Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013) es dable emplear la mezcla asfáltica en caliente para un tipo de tráfico pesado; asimismo, se podría ampliar la investigación referida a tráficos moderados y livianos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, N., 2021. *Influencia de la forma de los agregados en la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica empleando el equipo Marshall* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79741>.
- BEJARANO, J. y SALGADO, M., 2018. *Análisis de las características físicas de un cemento asfáltico CA 60-70 modificado con policloruro de vinilo (PVC) pulverizado*. Ibagué: Universidad de Ibagué.
- CARRANZA, M., 2020. *Efecto del polímero etileno vinil acetato en la estabilidad del concreto asfáltico* [en línea]. Trujillo: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44641>.
- CORELLA, M., 2019. *Evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica modificada con cloruro de polivinilo (PVC) según la tecnología superpave*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- ESTRELLA, G., 2016. *Aplicación de la metodología para la modificación de asfaltos convencionales mediante polímeros en el pavimnto de la carretera*. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes.
- FALCON, J., 2019. *Estudio de dosificaciones del concreto asfáltico convencional mediante modificadores con polímeros para un tránsito pesado en el km 27, auxiliar Pan. Norte - Puente Piedra, Lima 2019*. Lima: Universidad César Vallejo.
- LOZANO, I. y REYES, C., 2020. *Evaluación del comportamiento de un asfalto modificado con policloruro de vinilo (PVC) y grano de caucho reciclado (GCR)*. Ibagué: Universidad de Ibagué.
- MTC, 2013. *Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013)* [en línea]. Tomo I. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: [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%20de%20Carreteras%20-%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construccion%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf).

PÉREZ, S. y LEMUS, W., 2018. *Comportamiento de una mezcla asfáltica densa en frío adicionada con partículas de policloruro de vinilo (PVC)*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

VIZCARRA, C., 2020. *Evaluación de un modelo mejorado de capa asfáltica mediante el uso de plástico reciclado en Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01: matriz de consistencia**

Tabla 35. Matriz de consistencia

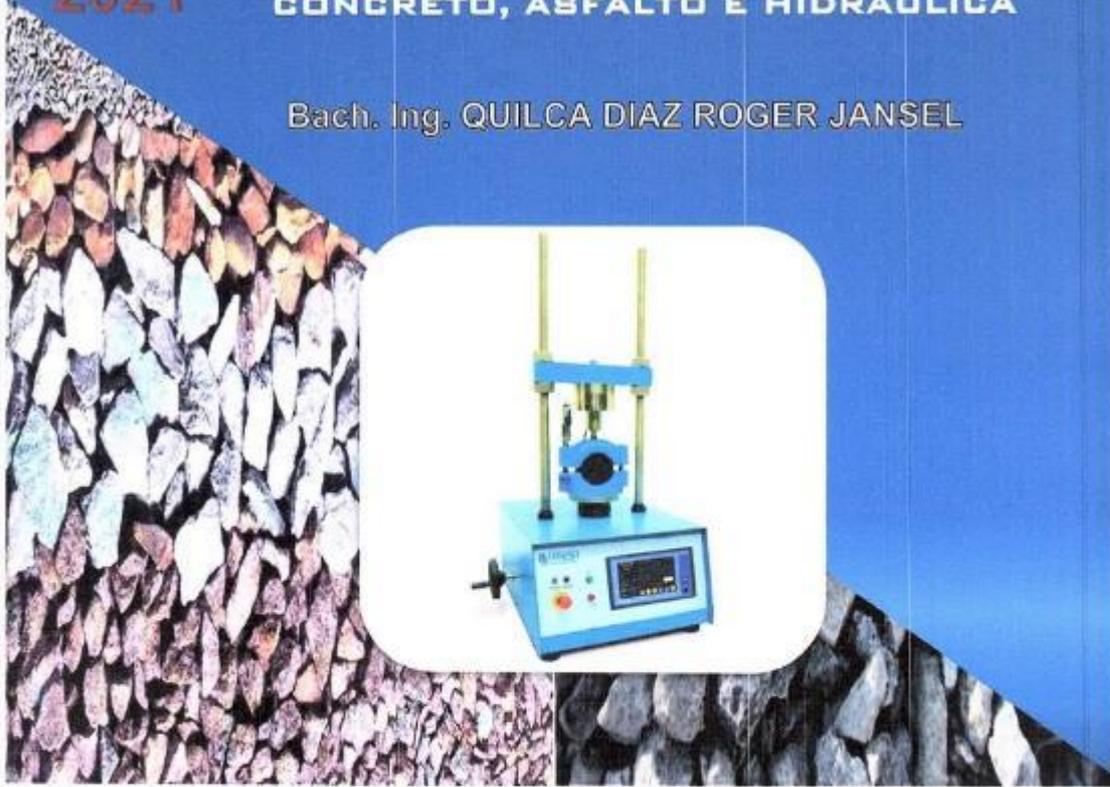
Tesis: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino"						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es el efecto del cloruro de polivinilo en las propiedades de mezclas asfálticas en caliente al reemplazar el agregado fino?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> a) ¿Qué variación presenta las propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino? b) ¿De qué manera varía las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar el efecto del cloruro de polivinilo en las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente al reemplazar el agregado fino.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> a) Analizar la variación de las propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino. b) Contrastar la variación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> El cloruro de polivinilo modifica de manera significativa las propiedades de mezclas asfálticas en caliente al reemplazar el agregado fino.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> a) Las propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente varían al reemplazar parcialmente el agregado fino con el cloruro de polivinilo. b) Las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente se modifican al reemplazar parcialmente el agregado fino con el cloruro de polivinilo.</p>	<p><b>Variable independiente (X):</b> Cloruro de polivinilo</p> <p><b>Variable dependiente (Y):</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de escamas de cloruro de polivinilo.</li> <li>- Propiedades físicas.</li> <li>- Propiedades mecánicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porcentaje de escamas de policloruro de respecto al agregado fino.</li> <li>- Cantidad de vacíos con aire.</li> <li>- Peso específico.</li> <li>- Vacíos de material agregado compactado.</li> <li>- Vacíos llenos de cemento asfáltico.</li> <li>- Estabilidad</li> <li>- Flujo</li> <li>- Índice de rigidez</li> </ul>	<p><b>Método de investigación:</b> método científico.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> investigación aplicada.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> investigación explicativa.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> investigación experimental.</p> <p><b>Población:</b> La población de la presente investigación correspondió a los especímenes de asfalto en caliente conjuntamente con lo modificado con cloruro de polivinilo (PVC).</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra según el tipo de muestreo no probabilístico intencional o dirigido fueron 30 briquetas de asfalto en caliente conjuntamente con lo modificado con cloruro de polivinilo (PVC).</p>

**Anexo N° 02: certificados de ensayos**

2021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Bach. Ing. QUILCA DIAZ ROGER JANSEL



**“PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA  
EN CALIENTE CON CLORURO DE POLIVINILO  
COMO REEMPLAZO PARCIAL DE AGREGADO  
FINO”**



**GEO TEST V S.A.C.**

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



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Pizaro 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

**CARACTERIZACIÓN DE  
AGREGADOS**

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** : Pje. GRAU N°211 - CHILCA  
 (Def. a una cuadra frente al parque Plaza Av. Amadori cruz con Av. Leoncio Prado)  
**CELULAR** : 952523151 - 972831911 - 991375193

**E-MAIL** : labgostestv02@gmail.com / gtest.v@gmail.com  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.  
**RLC** : 20606529229

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino.  
**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Janiel  
**CANTERA:** Roshuamansac  
**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Noviembre-2021

**RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA NATURAL**

Ítem	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por Lanzado % Que Pasa													Fecha de Muestra	Código de Muestra					
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 15	N° 30	N° 40	N° 50	N° 80	N° 100			N° 200				
001	Agregado fino	Nov-21	arena natural	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	81.5	78.3	70.2	56.6	44.2	28.6	15.2	11.4	7.4	Nov-21	M-1			
002	Agregado fino	Nov-21	arena natural	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	81.2	78.3	70.2	56.7	43.7	28.6	15.7	11.1	7.3	Nov-21	M-2			
<b>ESTADÍSTICOS</b>					<b>PROMEDIO</b>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	81.4	78.3	70.2	56.8	44.0	28.7	15.5	11.3	7.4					
					<b>MAXIMO</b>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	81.5	78.3	70.2	56.8	44.2	28.8	15.7	11.4	7.4					
					<b>MINIMO</b>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	81.2	78.3	70.2	56.7	43.7	28.6	15.2	11.1	7.3					
					<b>DESV. ESTÁNDAR</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.4	0.2	0.1			
					<b>VARIANZA</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0					
					<b>COEFICIENTE VARIACION</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.8	0.5	2.3	1.9	1.0					



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**

(MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T85)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

TESISTA: Quilca Diaz Roger Jansel

CANTERA: Roshuamansac

MATERIAL: Arena Natural

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Noviembre-2021

Muestra: Agregado Fino M-1

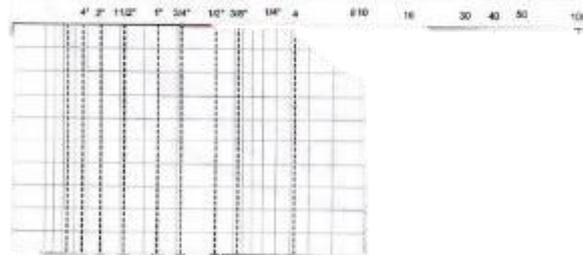
Tamaño Máximo : N° 4

Peso Inicial Seco : 510.2 g

Fracción :

TAMIZ		PESO		%		% RETENIDO		%		ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	QUE PASA	A		
4"	101.500										Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%):
2"	50.800										
1/2"	12.500										
20"	50.800										
1/2"	38.100										
10"	25.400										
3/4"	19.000										
1/2"	12.500										
3/8"	9.525										
1/4"	5.300										
N° 4	4.750							100.0			Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (LI) :
N° 8	2.360	94.6	18.5	18.5	81.5						
N° 10	2.000	15.9	3.1	21.7	78.3						
N° 16	1.190	41.8	8.2	29.8	70.2						
N° 20	0.840										
N° 30	0.600	68.1	13.3	43.2	56.8						
N° 40	0.425	64.6	12.7	55.8	44.2						
N° 50	0.300	88.7	17.4	73.2	26.8						
N° 80	0.180	59.3	11.6	84.8	15.2						
N° 100	0.150	19.3	3.8	88.6	11.4						
N° 200	0.740	20.3	4.0	92.6	7.4						
N° 200	FONDO	37.8	7.4	100.0							OBSERVACIONES :

**CURVA GRANULOMETRICA**



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



**DIRECCIÓN :** Psj. GRAU N° 211 - CHILCA  
 Ref. a una casita 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.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
(NITC E107 - ASTM C136 - AASHTO T98)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino"							
TESISTA: Quilca Diaz Roger Jansel							
CANTERA: Rashuamansac				HECHO POR: A. Y.G.			
MATERIAL: Arena Natural				FECHA: Noviembre-2021			
Muestra: Agregado Fino M-2			Tamaño Máximo : N° 4		Peso Inicial Seco : 498.5 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						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.300						
N° 4	4.750				100.0		Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de fluidez (IF) :
N° 8	2.360	93.7	18.8	18.8	81.2		
N° 10	2.000	14.3	2.9	21.7	78.3		
N° 15	1.150	40.7	8.2	29.8	70.2		
N° 20	0.840						
N° 30	0.600	87.2	13.5	43.3	56.7		
N° 40	0.425	64.6	13.0	56.3	43.7		
N° 50	0.300	85.3	17.1	73.4	26.6		
N° 80	0.180	54.2	10.9	84.3	15.7		
N° 100	0.150	23.2	4.7	89.9	11.1		
N° 200	0.740	18.8	3.8	92.7	7.3		
< N° 200	FONDO	36.3	7.3	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**




**GEO TEST V. S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 247317  
 JEFE DE LABORATORIO

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



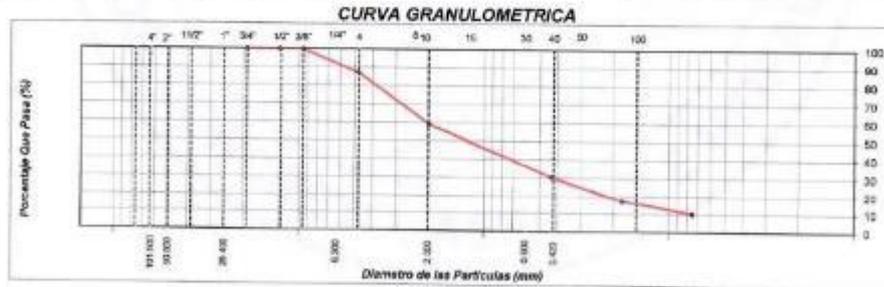
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Fozo 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							
(NTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T85)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."							
TERCELA: Quilca Díaz Roger Jansel							
CANTERA: Huarancaca							
MATERIAL: Arena chancada							
Muestra: Agregado Fino M-1							
Tamaño Máximo : 3/8"							
Paso Inicial Seco : 482.8 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						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525				100.0		
1/4"	6.300						
Nº 4	4.760	80.8	13.1	13.1	86.9		Índice de consistencia (CI) : Coef. de compresibilidad (Cc) : Contenido de humedad : Índice GMR : Índice de Aguijón (I <sub>a</sub> ) :
Nº 6	2.500	102.3	22.1	35.2	64.8		
Nº 10	2.000	25.9	5.8	40.8	59.2		
Nº 16	1.190	50.9	11.0	51.8	48.2		
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600	57.9	12.5	64.3	35.7		
Nº 40	0.425	24.3	5.3	69.6	30.4		
Nº 50	0.300	25.9	5.8	75.2	24.8		
Nº 60	0.250	34.5	7.5	82.6	17.4		
Nº 100	0.150	8.5	2.1	84.7	15.3		
Nº 200	0.745	24.0	5.2	89.9	10.1		
< Nº 200	FONDO	46.8	10.1	100.0			




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

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.

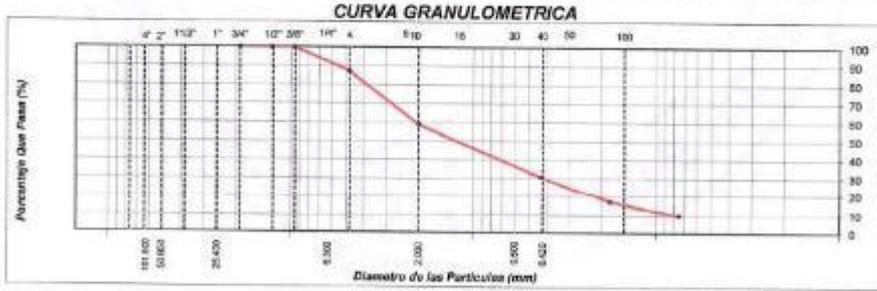
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



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.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
(MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T88)						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA						
TÍTULO : "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."						
TESISTA : Quilca Diaz Roger Janssi						
CANTERA : Huamancaca						
MATERIAL : Arena chancada						
Muestra: Agregado Fino M-2						
Tamaño Máximo : 3/8"						
Peso Inicial Seco : 498.6 g						
Fecha: Noviembre-2021						
TAMIZ	PESO	% RETENIDO	% ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	QUE PASA		
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"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525			100.0		
1/4"	6.300					
N° 4	4.750	63.5	12.7	12.7	67.3	Índice de cohesión (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (LI) :
N° 8	2.365	111.7	22.4	35.1	64.9	
N° 10	2.000	29.9	9.0	41.1	58.9	
N° 16	1.190	55.3	11.1	52.2	47.8	
N° 20	0.840					
N° 30	0.600	58.3	11.7	63.9	36.1	
N° 40	0.425	27.5	5.5	59.4	30.6	
N° 50	0.300	24.3	4.9	74.3	25.7	
N° 80	0.180	42.5	8.5	82.8	17.2	
N° 100	0.150	11.9	2.4	85.2	14.8	
N° 200	0.740	24.9	5.0	90.2	9.8	
< N° 200	FONDO	48.7	9.8	100.0		OBSERVACIONES :




**GEO TEST V. S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 24732  
 JEFE DE LABORATORIO

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.G.**



**DIRECCIÓN** : Pj. GRAUN 211 - CHILCA  
 (Pj. y una cuadra frente al parque Piza) Av. Fernandini Cruz con Av. Leandri Domínguez  
**E-MAIL** : labgostestv02@gmail.com / gsoestestv@gmail.com  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.  
**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375003  
**KUC** : 20606529229

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con óxido de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino.\*

**TESTEA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Muzamaca

**HECHO POR:** A. Y.G  
**FECHA:** Noviembre-2021

**RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA CHANCADA**

Ítem	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Quo Pasa													Fecha de Muestreo	Código de Muestra				
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 40	N° 50	N° 80	N° 100	N° 200						
001	Agregado Grueso	Nov-21	Grava de 1/2"	Día	100.0	100.0	100.0	99.8	26.0	1.4	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	Nov-21	M-1				
002	Agregado Grueso	Nov-21	Grava de 1/2"	Día	100.0	100.0	60.1	26.9	1.3	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	Nov-21	M-2				
<b>ESTADÍSTICOS</b>					<b>PROMEDIO</b>	100.0	100.0	60.0	26.5	1.4	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1				
					<b>MAXIMO</b>	100.0	100.0	60.1	26.9	1.4	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1			
					<b>MINIMO</b>	100.0	100.0	59.8	26.8	1.3	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1			
					<b>DESV. ESTÁNDAR</b>	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
					<b>VARIANZA</b>	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	0.0	0.0	0.0	
<b>COEFICIENTE VARIACION</b>					0.0	0.0	0.4	0.3	5.2	8.3	10.9	12.9	15.7	20.2	28.3	0.0	0.0	0.0					



**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 Fuco 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 DE SUELOS POR TAMIZADO**

(MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T84)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

TESISTA: Quilca Diaz Roger Jansel

CANTERA: Huamancaca

HECHO POR: A. Y. G.

MATERIAL: Grava 1/2"

FECHA: Noviembre-2021

Muestra: Agregado Grueso M-1

Tamaño Máximo : 1/2"

Peso Inicial Seco : 1620.3 g

Fracción :

TAMIZ	PULGADAS	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
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	662.1	40.2	40.2	59.8		
3/8"		9.525	534.6	33.0	73.2	26.8		
1/4"		6.300						
N° 4		4.750	411.7	25.4	98.8	1.4	Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de Agujero (IJ):	
N° 8		2.360	9.7	0.6	99.2	0.8		
N° 10		2.000	3.1	0.2	99.4	0.6		
N° 16		1.190	1.8	0.1	99.5	0.5		
N° 20		0.840						
N° 30		0.600	1.6	0.1	99.6	0.4		
N° 40		0.425	1.3	0.1	99.7	0.3		
N° 50		0.300	1.7	0.1	99.8	0.2		
N° 80		0.180	0.1	0.0	99.8	0.2		
N° 100		0.150	0.1	0.0	99.8	0.2		
N° 200		0.740	1.4	0.1	99.9	0.1		
< N° 200	FONDO		0.6	0.0	100.0			OBSERVACIONES :

**CURVA GRANULOMETRICA**



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

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

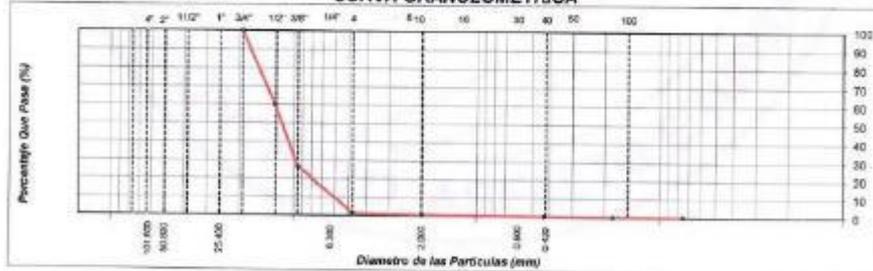
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA RUC : 20606529229  
 Ref. a una cuadra frente al parque Fuzeo 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.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
(MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T28)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."							
TESISTA: Quica Diaz Roger Jansel							
CANTERA: Huamancaca							
MATERIAL: Grava 1/2"							
Muestra: Agregado Grueso M-2							
Tamaño Máximo : 1/2"							
Peso Inicial Seco : 1502.3 g							
Fecha: Noviembre-2021							
HECHO POR: A.Y.G.							
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	742.6	39.9	39.9	60.1		
3/8"	9.525	819.6	33.3	73.1	26.0		
1/4"	6.300						
Nº 4	4.760	475.7	25.5	98.7	1.3	Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (LI) :	
Nº 8	2.360	8.5	0.5	99.1	0.9		
Nº 10	2.000	3.7	0.2	99.3	0.7		
Nº 15	1.190	1.9	0.1	99.4	0.6		
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600	1.8	0.1	99.5	0.5		
Nº 40	0.425	1.9	0.1	99.5	0.4		
Nº 50	0.300	1.7	0.1	99.7	0.3		
Nº 60	0.250	1.3	0.1	99.8	0.2		
Nº 75	0.200	0.8	0.0	99.8	0.2		
Nº 100	0.150	1.5	0.1	99.9	0.1		
< Nº 200	FONDO	1.1	0.1	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



GEO TEST V. S.A.C.  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247317  
 JEFE DE LABORATORIO

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.G.**



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

**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.  
**RUC** : 20906529229

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con óxido de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."  
**TESISTA:** Carlos Díaz Rogger Jimnez  
**CANTERA:** Roshuamansac

**HECHO POR:** A. Y.G  
**FECHA:** Noviembre-2021

**RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA CHANCADA**

Item	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa											Fecha de Muestra	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	Grava 3/4"	Nov-21	Grava 1/2"	Día	100.0	100.0	28.8	12.9	1.6	1.5	1.1	0.8	0.6	0.7	0.7	0.4	0.2	0.1	Nov-21	M-1				
002	Grava 3/4"	Nov-21	Grava 1/2"	Día	100.0	100.0	28.1	13.1	1.7	1.7	1.6	1.2	0.7	0.6	0.6	0.3	0.2	0.1	Nov-21	M-2				
<b>ESTADÍSTICOS</b>					<b>PROMEDIO</b>	100.0	100.0	28.9	13.0	1.7	1.6	1.4	1.0	0.8	0.7	0.7	0.4	0.2	0.1					
					<b>MAXIMO</b>	100.0	100.0	28.1	13.1	1.7	1.7	1.6	1.2	0.8	0.7	0.7	0.7	0.4	0.2	0.1				
					<b>MINIMO</b>	100.0	100.0	28.8	12.9	1.6	1.5	1.1	0.8	0.7	0.6	0.6	0.3	0.2	0.1					
					<b>DESV. ESTÁNDAR</b>	0.0	0.0	0.4	0.1	0.1	0.1	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0		
					<b>VARIANZA</b>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
					<b>COEFICIENTE VARIACION</b>	0.0	0.0	1.2	1.1	4.3	8.0	26.2	28.3	8.4	10.9	10.9	20.2	0.0	0.0					

GEO TEST V. S.A.G.  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 ING. MAX JESTY VESTE SULCARAY  
 CIP 14 27113  
 JEFE DE LABORATORIO

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



**DIRECCIÓN** : Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Tuzo 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.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
(MTC 8107 - ASTM C136 - AASHTO T88)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
<b>TÍTULO:</b> "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."							
<b>TESISTA:</b> Quiñzo Díaz Roger Jansel							
<b>CANTERA:</b> Roshuamansac					<b>HECHO POR:</b> A. Y. G.		
<b>MATERIAL:</b> Grava 3/4"					<b>FECHA:</b> Noviembre-2021		
<b>Muestra:</b> Agregado Grueso M-01			<b>Tamaño Máximo :</b> 3/4"		<b>Peso Inicial Seco :</b> 3525.5 g		
			<b>Fracción :</b>				
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN 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						Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (Cc) : Constante de Terzaghi: Índice CBR: Índice de liquidez (LI) :
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						OBSERVACIONES :
1"	25.400						
3/4"	19.050				100.0		
1/2"	12.700	2516.8	71.4	71.4	28.6		
3/8"	9.525	595.5	15.8	87.1	12.9		
1/4"	6.300						
Nº 4	4.750	395.4	11.2	98.4	1.6		
Nº 8	2.360	6.6	0.2	98.5	1.5		
Nº 10	2.000	11.3	0.3	98.9	1.1		
Nº 16	1.180	10.6	0.3	99.2	0.8		
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600	2.8	0.1	99.2	0.5		
Nº 40	0.425	2.1	0.1	99.3	0.7		
Nº 50	0.300	1.2	0.0	99.3	0.7		
Nº 60	0.250	8.2	0.2	99.6	0.4		
Nº 75	0.200	6.4	0.2	99.8	0.2		
Nº 100	0.150	4.1	0.1	99.9	0.1		
Nº 200	0.740	4.5	0.1	100.0			
< Nº 200	FONDO						

**CURVA GRANULOMÉTRICA**




**GEO TEST V. S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP Nº 247317  
 JEFE DE LABORATORIO

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** : Pse. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Fuze 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						
(MTC E137 - ASTM C136 - AASHTO T20)						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA						
TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."						
TESISTA: Quilca Diaz Roger Jansel						
CANTERA: Roshumansac						
MATERIAL: Grava 3/4"						
Muestra: Agregado Grueso M-2						
Tamaño Máximo : 3/4"						
Peso Inicial Seco : 3351.6 g						
Fracción :						
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS (mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
4"	101.800					Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (PI) : 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"	19.650			100.0		
1/2"	12.700	2375.6	70.9	70.9	29.1	
3/8"	9.525	538.5	16.1	86.9	13.1	
1/4"	6.300					Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Control de humedad: Índice GBR: Índice de Ruptura (R):
Nº 4	4.750	379.1	11.3	98.3	1.7	
Nº 8	2.360	3.1	0.1	98.3	1.7	
Nº 10	2.000	3.4	0.1	98.4	1.6	
Nº 16	1.180	11.2	0.3	98.8	1.2	
Nº 20	0.840					OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600	16.5	0.5	99.3	0.7	
Nº 40	0.425	2.8	0.1	99.4	0.6	
Nº 60	0.350	2.4	0.1	99.4	0.6	
Nº 80	0.180	8.1	0.2	99.7	0.3	
Nº 100	0.150	4.5	0.1	99.8	0.2	
Nº 200	0.750	3.2	0.1	99.9	0.1	
< Nº 200	FONDO	3.3	0.1	100.0		

**CURVA GRANULOMETRICA**




**GEO TEST V. S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP. N° 347112  
 JEFE DE LABORATORIO

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 :** Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 (Ref. A una cancha dentro al parque Puzo)  
**CELULAR :** 952525151 - 972831911 - 991375093

**E-MAIL :** labgeotestv12@gmail.com / geotestv@gmail.com  
**FACEBOOK :** Geo Test V. S.A.C.  
**RUC :** 2060659229



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino.\*

**TESISTA:** Quilca Diez Roger Jensen

**CANTERA:** Roahuamirisco-Huamancaca

**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

**RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA CHANCADA**

Item	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granométrico por tamizado % Que Pasa													Fecha de Muestra	Código de Muestra		
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 16	N° 20	N° 30	N° 40	N° 50	N° 80			N° 100	N° 200
001	Cloruro de polivinilo	Nov-21	cloruro de polivinilo	Dis	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	71.5	15.9	9.8	4.0	1.8	1.3	0.9	0.6	0.5	0.3	Nov-21	M-1
002	Cloruro de polivinilo	Nov-21	cloruro de polivinilo	Dis	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	70.8	15.2	10.6	3.0	1.2	0.8	0.5	0.3	0.2	0.1	Nov-21	M-2
<b>PROMEDIO</b>					100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	71.2	15.6	10.2	3.5	1.5	1.1	0.7	0.5	0.4	0.2		
<b>MAXIMO</b>					100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	71.5	15.9	10.6	4.0	1.8	1.3	0.9	0.6	0.5	0.3		
<b>MINIMO</b>					100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	70.8	15.2	9.8	3.0	1.2	0.8	0.5	0.3	0.2	0.1		
<b>DESV. ESTÁNDAR</b>					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.6	0.7	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1		
<b>VARIANZA</b>					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0		
<b>COEFICIENTE VARIACION</b>					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	3.2	5.5	20.2	28.3	33.7	40.4	47.1	60.6	70.7		

**GEO TEST V. S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SUCHOARY**  
 CIP N° 21337  
 JEFE DE LABORATORIO

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



**DIRECCIÓN** : Psj. GRAU N° 211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
 Ferrucarril 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

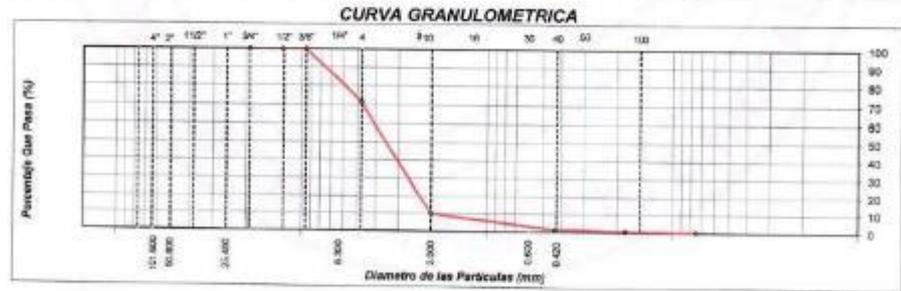
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
(MTC E-107 - ASTM C-136 - AASHTO T-88)						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA						
TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."						
TESISTA: Quilca Díaz Roger Jansel						
MATERIAL: Cloruro de polivinilo						
MUESTRA: Agregado fino						
Muestra: Cloruro de polivinilo M-1						
Tamaño Máximo : 3/8"						
Peso Inicial Seco : 729.7 g						
Fecha: Noviembre-2021						
TAMIZ	PULGADAS	(mm)	RESE	% RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACION A
			RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.300					
N° 4	4.750		207.9	28.5	71.5	
N° 8	2.360		405.8	55.8	44.2	
N° 10	2.000		44.2	6.1	93.9	
N° 15	1.180		42.7	5.9	94.1	
N° 20	0.840					
N° 30	0.600		16.0	2.2	97.8	
N° 40	0.425		3.8	0.5	99.5	
N° 50	0.300		2.5	0.3	99.7	
N° 60	0.250		2.1	0.3	99.7	
N° 100	0.150		0.8	0.1	99.9	
N° 200	0.075		1.5	0.2	99.8	
< N° 200	FONDO		2.4	0.3	100.0	

DESCRIPCIÓN 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 :



OBSERVACIONES :

**GEO TEST V S.A.C.**  
 MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP 14 24732  
 JEFE DE LABORATORIO

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 :** Pjs. 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.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
(MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T85)						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA						
<b>TÍTULO:</b> "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."						
<b>TESISTA:</b> Quilca Diaz Roger Jansel						
<b>MATERIAL:</b> Cloruro de polivinilo					<b>HECHO POR:</b> A.Y.G.	
<b>MUESTRA:</b> Agregado fino					<b>FECHA:</b> Noviembre-2021	
<b>Muestra:</b> Cloruro de polivinilo M-2			<b>Tamaño Máximo :</b> 3/8"			
			<b>Peso Inicial Seco :</b> 591.4 g			
			<b>Fracción :</b>			
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					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.300					
N° 4	4.760	172.9	29.2	29.2	70.8	Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresió (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (LI) :
N° 8	2.360	328.6	55.6	84.8	15.2	
N° 10	2.000	27.0	4.6	89.4	10.6	
N° 16	1.190	44.7	7.6	97.0	3.0	
N° 20	0.840					
N° 30	0.600	11.1	1.9	98.8	1.2	
N° 40	0.425	2.3	0.4	99.2	0.8	
N° 60	0.300	1.4	0.2	99.5	0.5	
N° 80	0.180	1.5	0.3	99.7	0.3	
N° 100	0.150	0.4	0.1	99.8	0.2	
N° 200	0.740	0.8	0.1	99.9	0.1	
< N° 200	FONDO	0.5	0.1	100.0		

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES :**


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

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.**



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

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

(MTC E110 - ASTM D4318 - MTC E111 - AASHTO T90)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashuamansac-Huamancaca

**MATERIAL:** Agregado fino N°200

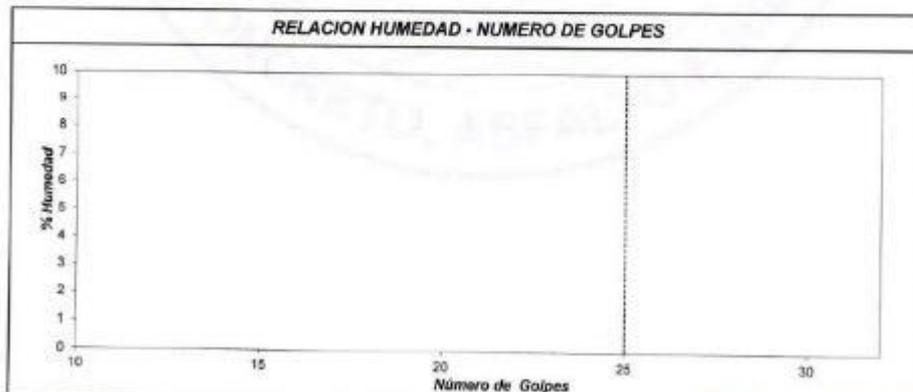
**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 200	
		LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
Nro. de Recipiente	N°		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g	<b>NP</b>	<b>NP</b>
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $W = \frac{(A-B)}{(B-C)} * 100$	%		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	NP	NP	NP

Mala		
ESPECIFICACION	MAX. (%)	CUMPLIMIENTO
IP	NP	OK



**OBSERVACIONES :**

**ING. MAX JERRY VELIZ SULGARAY**  
 CIP 19 247 312  
 JEFE DE LABORATORIO

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campos 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.**



**DIRECCION** : P.S. 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.

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**  
 (MTC E110 - ASTM D4318 - MTC E111 - AASHTO T90)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

**TITULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashuamensao-Huamancaca

**MATERIAL:** Agregado fino N°40

**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

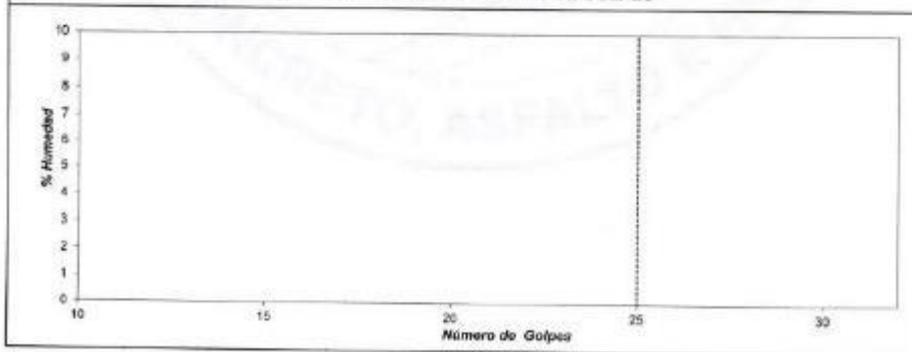
DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40	
		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro. de Recipiente	N°		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g	<b>NP</b>	<b>NP</b>
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	NP	NP	NP

Malo

ESPECIFICACION	MAX. (%)	CUMPLIMIENTO
IP	NP	OK

**RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES**



**OBSERVACIONES :**



GEO TEST V. S.A.C.  
 MIEMBRO DE SOCIEDAD COLOMBIANA DE INGENIEROS  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 247312  
 C.E. DE LABORATORIOS

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 Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

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

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

<b>ABRASIÓN LOS ANGELES</b> (MTC E267 - ASTM C131 - AASTHO T86)			
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA</b>			
<b>TITULO:</b> "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."			
<b>TESISTA:</b> Quilca Diaz Roger Jansel			
<b>CANTERA:</b> Rashuamansac-Huamancaca		<b>HECHO POR:</b> A.Y.G.	
<b>MATERIAL:</b> Grava		<b>FECHA:</b> Noviembre-2021	
<b>GRADACIÓN</b>	<b>"B"</b>		
<b>ESFERAS</b>	<b>11</b>		
1 1/2" - 1"			
1" - 3/4"			
3/4" - 1/2"	2500.6		
1/2" - 3/8"	2500.2		
3/8" - 1/4"			
1/4" - Nº4	-		
Nº4 - Nº8	-		
<b>Peso Muestra</b>	<b>5000.8</b>		
<b>Peso Retenido Tamiz Nº 12</b>	<b>4202</b>		
<b>Peso Pasante Tamiz Nº 12</b>	<b>798.8</b>		
<b>% DESGASTE</b>	<b>15.97</b>		
<b>PROMEDIO</b>		<b>15.0%</b>	
<b>ESPECIFICACION:</b>	<b>MAX.</b>	<b>35.0%</b>	
			<b>OK</b>

**OBSERVACIONES:**



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

*(Firma manuscrita)*

**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP Nº 247212  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Fazo 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.

## **CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS (COMBINACIÓN)**

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

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

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

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS**

(MTC E206, NTP 400.021)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

**TITULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cianuro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashuamansac-Huamancaca

**MATERIAL:** Grava

**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

**Muestra:** Combinado

**AGREGADO GRUESO**

Peso específico de Masa:	1.754	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico SSS:	1.780	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico Aparente:	1.800	g/cm <sup>3</sup>
Absorción:	1.461	%

ITEM		P-1	P-2
1.	Peso de agregado en estado SSS (gr)	474.9	476.7
2.	Peso de agregado sumergido (gr)	206.2	210.7
3.	Peso del agregado secado en horno (gr)	468.1	469.8
4.	Peso Especifico de Masa (gr/cm <sup>3</sup> )	1.74	1.77
5.	Peso Especifico SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77	1.79
6.	Peso Especifico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	1.79	1.81
7.	Absorción (%)	1.45	1.47

**OBSERVACIONES :**



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 C.P. 40 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

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. 2 una cuadra frente al parque Pazo 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.

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

(MTC E205, NTP 400.022)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

TESISTA: Quilca Diaz Roger Jansel

CANTERA: RASHUAMANSAC-HUAMANCACA

HECHO POR: A. Y. G.

MATERIAL: Agregado Fino

FECHA: Noviembre-2021

Muestra: Convencional-Combinado

**AGREGADO FINO**

Peso específico de Masa	2.58	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico SSS:	2.58	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico Aparente	2.60	g/cm <sup>3</sup>
Absorción:	0.32	%

ITEM		P-1	
Peso de Tara	(g)	0	
Peso de Fiola	(g)	151.60	
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500	
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	958.10	
Peso del agregado seco	(g)	498.40	
Volumen de fiola	(cm <sup>3</sup> )	500	
Peso Especifico de Masa	(g/cm <sup>3</sup> )	2.58	
Peso Especifico SSS	(g/cm <sup>3</sup> )	2.58	
Peso Especifico Aparente	(g/cm <sup>3</sup> )	2.60	
Absorción	(%)	0.32	

OBSERVACIONES :

---



---



---

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

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 :** 20406529229  
**E-MAIL :** labgctestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.

**CELULAR :** 952525151 - 972831911 - 991375093  
**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 HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla esfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** RASHUAMANSAC-HUAMANCACA

**MATERIAL:** Agregado Fino

**HECHO POR:** A. Y. G.

**FECHA:** Noviembre-2021

**Muestra:** 0.5% - cloruro de polivinilo

**AGREGADO FINO**

Peso específico de Masa:	2.58	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico SSS:	2.59	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico Aparente:	2.60	g/cm <sup>3</sup>
Absorción:	0.38	%

ITEM		P-1	
Peso de Tara	(g)	0	
Peso de Fiola	(g)	151.60	
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500	
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	958.40	
Peso del agregado seco	(g)	498.20	
Volumen de fiola	(cm <sup>3</sup> )	500	
Peso Especifico de Masa	(g/cm <sup>3</sup> )	2.58	
Peso Especifico SSS	(g/cm <sup>3</sup> )	2.59	
Peso Especifico Aparente	(g/cm <sup>3</sup> )	2.60	
Absorcion	(%)	0.38	

**OBSERVACIONES :**

---



---



---



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

*(Firma manuscrita)*

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

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

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

(MTC E205, NTP 400.022)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

TITULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

TESISTA: Quilca Diaz Roger Jansel

CANTERA: Rashusmansac-Huamancaca

MATERIAL: Agregado Fino

HECHO POR: A. Y.G.

FECHA: Noviembre-2021

Muestra: 1% - cloruro de polivinilo

**AGREGADO FINO**

Peso específico de Masa:	2.55	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico SSS:	2.56	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico Aparente:	2.48	g/cm <sup>3</sup>
Absorción:	0.38	%

ITEM		P-1	
Peso de Tara	(g)	0	
Peso de Fiola	(g)	138.40	
Peso del agregado en estado SSS	(g)	508	
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	948.20	
Peso del agregado seco	(g)	506.10	
Volumen de fiola	(cm <sup>3</sup> )	500	
Peso Especifico de Masa	(g/cm <sup>3</sup> )	2.55	
Peso Especifico SSS	(g/cm <sup>3</sup> )	2.56	
Peso Especifico Aparente	(g/cm <sup>3</sup> )	2.48	
Absorción	(%)	0.38	

OBSERVACIONES :



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

*(Handwritten signature)*

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

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.  
 Ferrucarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093  
**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

(MTC E205, NTP 400.022)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

**TITULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Díaz Roger Jansel

**CANTERA:** Roshuamansac-Husmancaca

**MATERIAL:** Agregado Fino

**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

**Muestra:** 1.5% -cloruro de polivinilo

**AGREGADO FINO**

<b>Peso específico de Masa:</b>	2.53	g/cm3
<b>Peso específico SSS:</b>	2.56	g/cm3
<b>Peso específico Aparente:</b>	2.53	g/cm3
<b>Absorción:</b>	0.90	%

ITEM		P-1	
Peso de Tara	(g)	0	
Peso de Fiola	(g)	138.40	
Peso del agregado en estado SSS	(g)	504.9	
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	945.70	
Peso del agregado seco	(g)	500.40	
Volumen de fiola	(cm3)	500	
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.53	
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.56	
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.53	
Absorción	(%)	0.90	

**OBSERVACIONES :**



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

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



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

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

CELULAR : 952525131 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

(MTC E205, NTP 400.022)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

**TITULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashuamansac-Huamancaca

**MATERIAL:** Agregado Fino

**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

Muestra: 2.0% -cloruro de polivinilo

**AGREGADO FINO**

Peso específico de Masa:	2.51	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico SSS:	2.54	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico Aparente:	2.43	g/cm <sup>3</sup>
Absorción:	0.95	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	136
Peso de Fiola	(g)	138.40
Peso del agregado en estado SSS	(g)	511.7
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	948.40
Peso del agregado seco	(g)	642.90
Volumen de fiola	(cm <sup>3</sup> )	500
Peso Especifico de Masa	(g/cm <sup>3</sup> )	2.51
Peso Especifico SSS	(g/cm <sup>3</sup> )	2.54
Peso Especifico Aparente	(g/cm <sup>3</sup> )	2.43
Absorción	(%)	0.95

**OBSERVACIONES :**



GEO TEST V S.A.C.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
*[Signature]*  
ING. MAX JERRY VELIZ GULCARAY  
CIP N° 241212  
JEFE DE LABORATORIO



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA RUC : 20606529229  
 Ref. a una cuadra frente al parque Fuzo 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.

CARAS FRACTURADAS	
(MTC E219 - ASTM D5821)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
TÍTULO :	"Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."
TESISTA :	Quiñca Diaz Roger Jansel
CANTERA :	Rashuamansac-Huamancaca
MATERIAL :	Agregado grueso
HECHO POR:	A.Y.G
FECHA:	Noviembre-2021

**A.- CON UNA CARA FRACTURADAS 90% MIN**

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(grs.)	(grs.)	((B/A)*100)	%	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	2000.6	1986.3	99.79	14.6	1466.9
1/2"	3/8"	1000.0	987.6	98.76	11.8	1165.4
<b>TOTAL</b>		<b>3001</b>	<b>2983.9</b>		<b>26.4</b>	<b>2,622.23</b>

<b>PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA</b>	$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{2622}{26.40}$	<b>99.3</b>	<b>%</b>
---	--	-------------	----------

**B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS 70% MIN**

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(grs.)	(grs.)	((B/A)*100)	(grs.)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	2000.6	1885.3	94.24	14.6	1,229.9
1/2"	3/8"	1000.0	685.5	68.55	11.8	808.9
<b>TOTAL</b>		<b>3001</b>	<b>2370.8</b>		<b>26.4</b>	<b>2,038.79</b>

<b>PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS</b>	$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{2039}{26.40}$	<b>77.2</b>	<b>%</b>
---	--	-------------	----------

OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

GEO TEST V S.A.C.  
 INGENIERIA DE INVESTIGACIONES Y CONTROL DE CALIDAD  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

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



**DIRECCION** : Pjs. 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.

**PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**  
 (ASTM D4791)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

**TITULO** : "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."  
**TESISTA** : Quilca Díaz Roger Jansel  
**CANTERA** : Rashuamansac-Huamancaca  
**MATERIAL** : Agregado grueso

**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Noviembre-2021

**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"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1 1/2"	1"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3/4"	1/2"	1999.8	15.6	0.8	16.1	12.6	
1/2"	3/8"	999.7	4.1	0.4	11.7	4.8	
<b>Σ</b>		<b>2,999.5</b>	<b>19.7</b>		<b>27.8</b>	<b>17.4</b>	
<b>PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)</b>					<b>0.62</b>		<b>OK</b>
<b>ESPECIFICACION:</b>					<b>MAXIMO 10.0%</b>		

**OBSERVACIONES:**

---



---



---


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

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.**



**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.

<b>EQUIVALENTE DE ARENA</b> <small>(MTC E114 - ASTM D2419 - AASHTO T176)</small>	
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA</b>	
<b>TÍTULO:</b> "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."	
<b>TESISTA:</b> Quilba Díaz Roger Jansel	<b>HECHO POR:</b> A.Y.G.
<b>CANTERA:</b> Roshuamansac-Huamancaca	<b>FECHA:</b> Noviembre-2021
<b>MATERIAL:</b> Combinación de agregado fino	

ITEM	DESCRIPCION	CONVENCIONAL		
		ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.75	4.75	4.75
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	11:32	11:34	11:38
4	Hora de Salida	11:42	11:44	11:46
5	Hora de Entrada	11:44	11:46	11:48
6	Hora de Salida	12:04	12:06	12:08
7	Altura Máxima de Material Fino	6.90	6.80	6.90
8	Altura Máxima de la Arena	3.70	3.60	3.60
9	Equivalente de Arena (%)	53.6	52.9	52.2
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		53.0	
11	<b>ESPECIFICACION:</b>	<b>MAXIMA:</b>	70.0%	OK

**OBSERVACIONES :**

---



---


**GEO TEST V. S.A.C.**  
INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
CIP N° 247312  
**JEFE DE LABORATORIO**

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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

**EQUIVALENTE DE ARENA**

(MTC E114 - ASTM D2419 - AASHTO T176)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

TESISTA: Quilca Diaz Roger Janssi

CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Combinación de agregado fino

FECHA: Noviembre-2021

0.5% cloruro de polivinilo

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	15:54	15:56	15:58
4	Hora de Salida	16:04	16:06	16:08
5	Hora de Entrada	16:06	16:08	16:10
6	Hora de Salida	16:26	16:28	16:30
7	Altura Máxima de Material Fino	6.10	6.00	6.10
8	Altura Máxima de la Arena	3.20	3.30	3.30
9	Equivalente de Arena (%)	52.5	55.0	54.1
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		54.0	
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	70.0%	OK

OBSERVACIONES :

---



---



GEO TEST V. S.A.C.  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 C.P. 91247312  
 JEFE DE LABORATORIO

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.**



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

**RUC** : 20406529229  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com

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

<b>EQUIVALENTE DE ARENA</b> (MTC E114 - ASTM D2419 - AASHTO T176)
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA</b>
<b>TÍTULO:</b> "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con óxido de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."
<b>TESISTA:</b> Quilca Diaz Roger Jansel
<b>CANTERA:</b> Rashuamansac-Huamancaca
<b>MATERIAL:</b> Combinación de agregado fino
<b>HECHO POR:</b> A.Y.G. <b>FECHA:</b> Noviembre-2021

7.9% de óxido polivinilo

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.75	4.75	4.75
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	10:30	10:32	10:34
4	Hora de Salida	10:40	10:42	10:44
5	Hora de Entrada	10:42	10:44	10:46
6	Hora de Salida	11:02	11:04	11:08
7	Altura Máxima de Material Fino	5.30	5.20	5.20
8	Altura Máxima de la Arena	3.00	3.10	3.10
9	Equivalente de Arena (%)	59.6	59.6	59.6
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		59.0	
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	70.0%	OK

OBSERVACIONES :

---



---



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

*[Handwritten Signature]*

ING. JERRY VELZ SULCARAY  
 CIP 12 5273-2  
 JEFE DE LABORATORIO

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.S. 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.

**EQUIVALENTE DE ARENA**

(MTC E114 - ASTM D2419 - AASHTO T119)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

TESISTA: Quiñes Díaz Roger Jansel

CANTERA: Rasthuamansao-Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Combinación de agregado fino

FECHA: Noviembre-2021

2.0% de cloruro polivinilo

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	11:23	11:25	11:27
4	Hora de Salida	11:33	11:35	11:37
5	Hora de Entrada	11:35	11:37	11:39
6	Hora de Salida	11:55	11:57	11:59
7	Altura Máxima de Material Fino	5.40	4.00	5.40
8	Altura Máxima de la Arena	3.30	3.30	3.30
9	Equivalente de Arena (%)	61.1	68.8	61.1
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		64.0	
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	70.0%	OK

OBSERVACIONES :

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

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

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.**



**DIRECCION** : Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. 2 una cuadra frente al parque Puzo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

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

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**  
 (MTC E219)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

**TITULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Roshuamansac-Huamancaca

**HECHO POR:** A.Y.G.

**MATERIAL:** Agregado Fino

**FECHA:** Noviembre-2021

convencional

**AGREGADO FINO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
			1	2		
1.-	Recipiente					
2.-	Peso (Baker 250 ml)	g	152.33	135.58		
3.-	Peso + Sal + Baker 250 ml	g	152.35	135.60		
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.02	0.04		
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0		
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm <sup>3</sup>	300.0	300.0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm <sup>3</sup>	100.0	100.0		
8.-	Salas Solubles $(1/((C \times A) / (D \times B))) \times 100$	%	0.080	0.120		
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.090			
<b>ESPECIFICACION:</b>			<b>MAXIMO</b>	<b>0.5%</b>	<b>OK</b>	

**OBSERVACIONES :**

  
**GEO TEST V S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 247317  
 JEFE DE LABORATORIO

Servicios de Enseñanza 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.**



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

**RUC** : 20406529229  
**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**  
 (MTC E219)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

**TITULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Díaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rasthuamansac-Huamancaca

**HECHO POR:** A.Y.G.

**MATERIAL:** Agregado Fino

**FECHA:** Noviembre-2021

0.5% de cloruro de polivinilo

**AGREGADO FINO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
			1	2		
1.-	Recipiente					
2.-	Peso (Báscula 250 ml.)	g	152.33	135.56		
3.-	Peso + Sal + Báscula 250 ml.	g	152.36	135.60		
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.03	0.04		
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0		
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm <sup>3</sup>	300.0	300.0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm <sup>3</sup>	100.0	100.0		
8.-	Salas Solubles $(1/[(C \times A) / (D \times B)]) \times 100$	%	0.090	0.120		
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.105			
<b>ESPECIFICACION:</b>			<b>MAXIMO</b>	<b>0.5%</b>	<b>OK</b>	

**OBSERVACIONES :**


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

Servicios de Pasajes 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



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.

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

(MTC E219)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

TESISTA: Quilca Diaz Roger Jansel

CANTERA: RASHUAMENSAO-HUAMANCACA

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Agregado Fino

FECHA: Noviembre-2021

1.0% de cloruro de polivinilo

**AGREGADO FINO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
			1	2		
1.-	Recipiente					
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	145.72	135.60		
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	145.78	135.65		
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.06	0.05		
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0		
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm <sup>3</sup>	300.0	300.0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm <sup>3</sup>	100.0	100.0		
8.-	Salas Solubles $(1/((CxA)/(DxB)))x100$	%	0.180	0.150		
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.165			
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK		

OBSERVACIONES :



GEO TEST V S.A.C.  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP: 147312  
JEFE DE LABORATORIO

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



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

**RUC** : 20406529229  
**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**  
 (MTC E219)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

**TITULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Janael

**CANTERA:** Rashuamansac-Huamancaca

**HECHO POR:** A.Y.G.

**MATERIAL:** Agregado Fino

**FECHA:** Noviembre-2021

1.5% de cloruro de polivinilo

**AGREGADO FINO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
			1	2		
1.-	Recipiente					
2.-	Peso (Baker 250 ml.)	g	126.64	135.60		
3.-	Peso + Sal +Baker 250 ml.	g	126.71	135.67		
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.07	0.07		
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0		
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm <sup>3</sup>	300.0	300.0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm <sup>3</sup>	100.0	100.0		
8.-	Salas Solubles $(1/((C \times A)/(D \times B))) \times 100$	%	0.210	0.210		
9.-	Promedio Sales Solubles	%	<b>0.210</b>			
<b>ESPECIFICACION:</b>		<b>MAXIMO</b>	<b>0.5%</b>	<b>OK</b>		

**OBSERVACIONES :**


**GEO TEST V S.A.C.**  
 (CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA)  
  
 M. S. T. V. JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 267312  
 JEFE DE LABORATORIO

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.**



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

**RUC** : 20406529229  
**E-MAIL** : lahgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com

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

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**  
 (MTC E219)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

**TITULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jensenl

**CANTERA:** Rashumansao-Huamancaca

**HECHO POR:** A. Y. G.

**MATERIAL:** Agregado Fino

**FECHA:** Noviembre-2021

2 % de cloruro de polivinilo

**AGREGADO FINO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	145.72	135.60	
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	145.02	135.70	
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.10	0.10	
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm <sup>3</sup>	300.0	300.0	
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm <sup>3</sup>	100.0	100.0	
8.-	Salas Solubles $(1/((C \times A)/(D \times B))) \times 100$	%	0.300	0.300	
9.-	Promedio Salas Solubles	%	0.300		
<b>ESPECIFICACION:</b>		<b>MAXIMO</b>	<b>0.5%</b>	<b>OK</b>	

**OBSERVACIONES :**


**GEO TEST V S.A.C.**  
 INTEGRANTES DEL COMITÉ TECNICO NACIONAL  
  
**DR. MAX JERRY TELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

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 Pozo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

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

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

**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO**  
 (MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C30)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashuamansac-Huamancaca

**MATERIAL:** Agregado Fino

**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

**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.	%	%
3/0"	N° 4	14.4	100.0	97.81	2.19	2.19	0.32
N° 4	N° 8	12.7	100.0	94.32	5.68	5.68	0.72
N° 8	N° 16	8.8	100.0	63.51	36.49	36.49	3.21
N° 16	N° 30	8.2	100.0	46.82	53.18	53.18	4.36
N° 30	N° 50	11.5	100.0	62.03	37.97	37.97	4.37
<b>TOTALES</b>							<b>12.98</b>

**OBSERVACIONES:**



GEO TEST V SAC  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

*[Handwritten Signature]*

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

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



**DIRECCION** : Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Fuzzi 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 C38)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Reshuamenseco-Huamancaca

**MATERIAL:** Agregado Fino

**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

**Muestra:** 1% de cloruro de polivinilo

**AGREGADO FINO**

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PÉRDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PÉRDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PÉRDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/0"	N° 4	14.4	100.0	97.02	2.98	2.98	0.43
	N° 4	12.7	100.0	95.11	4.89	4.89	0.62
	N° 8	8.8	100.0	65.10	34.90	34.90	3.07
	N° 16	8.2	100.0	72.60	27.40	27.40	2.25
	N° 30	11.5	100.0	65.20	34.80	34.80	4.00
<b>TOTALES</b>							<b>10.37</b>

**OBSERVACIONES :**

---



---



---



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

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

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campes 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.**



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

**RUC** : 20406529229  
**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 C68)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

*"Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."*  
**TITULO:** fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashumansac-Huamancaca

**MATERIAL:** Agregado Fino

**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

*Muestra: 0.5 % de cloruro de polivinilo*

**AGREGADO FINO**

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4	14.4	100.0	97.02	2.98	2.98	0.43
	N° 4	12.7	100.0	95.11	4.89	4.89	0.62
	N° 8	8.8	100.0	75.40	24.60	24.60	2.16
	N° 16	8.2	100.0	72.60	27.40	27.40	2.25
	N° 30	11.5	100.0	47.74	52.26	52.26	6.01
<b>TOTALES</b>							<b>11.47</b>

**OBSERVACIONES :**

---



---



---



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

*[Firma]*  
**ING. MAX JERRY VÉLEZ SÚLCARAY**  
 CIP N° 243312  
 JEFE DE LABORATORIO

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.**



DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA RUC : 20606529229  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av. E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado) 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 C38)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

TITULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

TESISTA: Quilca Diaz Roger Jansel

CANTERA: RASHUAMENSECO-IUAMANCACA

MATERIAL: Agregado Fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Noviembre-2021

Muestra: 2.0 % de cloruro de polivinilo

**AGREGADO FINO**

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALÓN 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	14.4	100.0	96.31	3.69	3.69	0.53
	N° 4	12.7	100.0	92.92	7.08	7.08	0.90
	N° 8	8.8	100.0	88.20	11.80	11.80	1.04
	N° 16	8.2	100.0	81.39	18.41	18.41	1.51
	N° 30	11.5	100.0	82.42	17.58	17.58	2.02
<b>TOTALES</b>							<b>6.00</b>

OBSERVACIONES :

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

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

**RUC :** 20406529229  
**E-MAIL :** labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
**FACEBOOK :** Geo Test V S.A.C.

**CELULAR :** 952525151 - 972831911 - 991375093

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

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

*"Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."*  
**TÍTULO:** fino."

**TESISTA:** Quilca Diez Roger Jansel

**CANTERA:** RASHUAMANSAC-HUAMANCACA

**MATERIAL:** Agregado Fino

**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

**Muestra:** 1.5 % de cloruro de polivinilo

**AGREGADO FINO**

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4	14.4	100.0	96.61	3.39	3.39	0.49
	N° 4	12.7	100.0	95.63	4.37	4.37	0.55
	N° 8	8.8	100.0	87.72	12.28	12.28	1.08
	N° 16	8.2	100.0	76.91	23.09	23.09	1.89
	N° 30	11.5	100.0	73.12	26.88	26.88	3.09
<b>TOTALES</b>							<b>7.11</b>

**OBSERVACIONES :**

---



---



---


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

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



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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

## COMBINACIÓN DE AGREGADOS

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



**DIRECCION** : Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
**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 C58)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashuamansac-Hauamancaca

**MATERIAL:** Agregado grueso

**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

**AGREGADO GRUESO**

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	14.6	751.0	747.7	3.34	0.44	0.05
1/2"	3/8"	14.4	300.5	297.8	2.70	0.90	0.13
<b>TOTALES</b>		<b>29.0</b>	<b>1051.5</b>				<b>0.19</b>

**OBSERVACIONES :**



GEO TEST V S.A.C.  
 INVESTIGACIONES DE CONSTRUCCIONES CIVILES  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

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

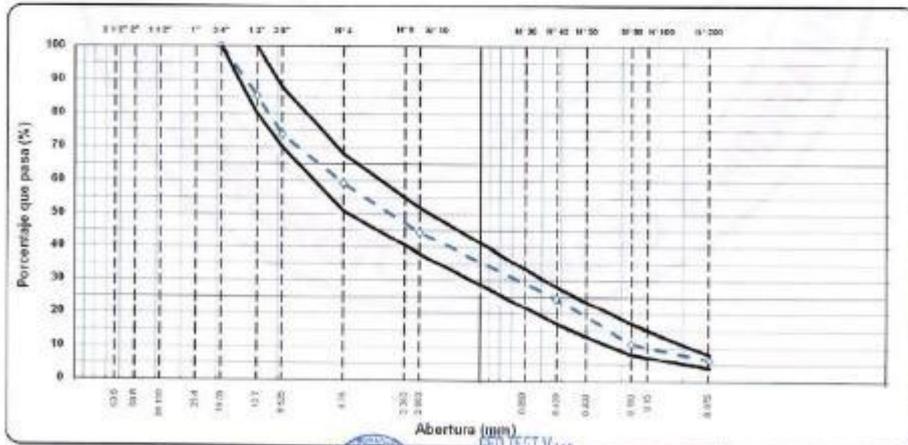


DIRECCIÓN : Psc. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
ASTM C - 136							
<b>TÍTULO:</b> "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."							
<b>TESISTA:</b> Quilca Diaz Roger Jansel							
<b>CANTERA:</b> Huamancaca				<b>HECHO POR:</b> A. Y. G.			
<b>MATERIAL:</b> Grava-Arena				<b>FECHA:</b> Noviembre-2021			
TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAG - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1 1/2"	38.100						TAMAÑO MÁXIMO 3/4"
1"	25.400						Peso Inicial de la muestra 75000.8 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso Fracción 773.4 gr
1/2"	12.700	10944.0	14.5	14.5	85.4	80 - 100	
3/8"	9.525	8819.0	11.8	26.4	73.6	70 - 88	COMBINACION DE AGREGADOS
1/4"	6.300						Grava chancada de 3/4"
N°4	4.750	10786.0	14.4	40.7	59.3	81 - 68	0.0 %
N°8	2.360	165.3	12.7	53.4	46.6		Gravilla chancada de 1/2"
N°10	2.000	27.2	2.1	55.5	44.5	38 - 62	35.0 %
N°15	1.190	87.8	6.7	62.2	37.8		Arena Chancada 1/4"
N°20	0.840						23.0 %
N°30	0.600	106.7	8.2	70.4	29.6		
N°40	0.425	66.0	5.1	75.4	24.6	17 - 28	
N°50	0.300	83.9	6.4	81.9	18.1		
N°60	0.250						
N°80	0.180	90.1	6.9	88.8	11.2	8 - 17	
N°100	0.150	22.7	1.7	90.5	9.5		
N°200	0.075	40.3	3.1	93.6	6.4	4 - 8	
< 200	-	83.4	6.4	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



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

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.**

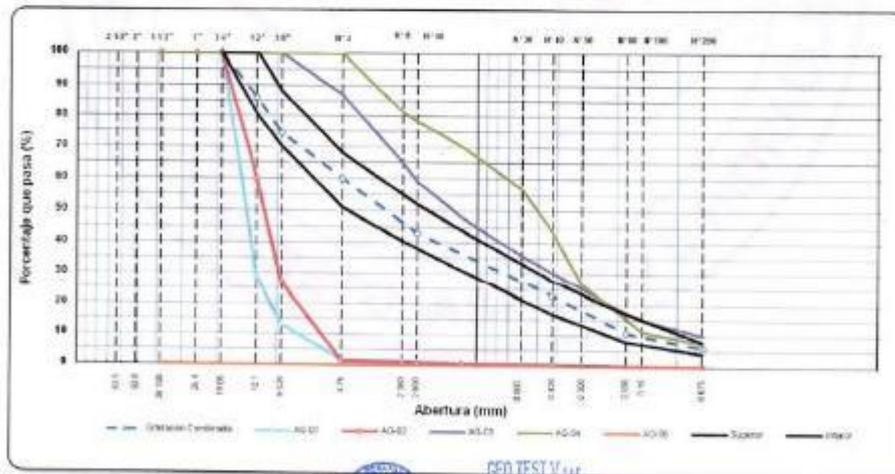


DIRECCIÓN : Psj. GRAU N° 211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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													
ANÁLISIS - COMBINACION GRANULOMETRICA DE AGREGADOS													
TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."													
TESISTA: Quilca Diaz Roger Jansal													
CANTERA: Grava-Arena													
HECHO POR: A.Y.G.													
FECHA: Noviembre-2021													
TAMZ	ASERTURA (mm)	GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS								COMBI NADO		ESPECIFICACION	
		AG-01		AG-02		AG-03		AG-04		100	MIN	MAX	
		Grava 3/4"	Grava 1/2"	Arena Chancada		Arena Natural							
% Aporte	0	% Aporte	30	15	42	% Aporte	23						
1 1/2"	38.100	100.0	0.00	100.0	35.00	100.0	42.00	100.0	23.00	100.0	-	-	
1"	25.400	100.0	0.00	100.0	35.00	100.0	42.00	100.0	23.00	100.0	-	-	
3/4"	19.050	100.0	0.00	100.0	35.00	100.0	42.00	100.0	23.00	100.0	100	100	
1/2"	12.700	28.9	0.00	60.0	21.00	100.0	42.00	100.0	23.00	86.0	80	100	
3/8"	9.525	13.0	0.00	26.9	9.42	100.0	42.00	100.0	23.00	74.4	70	88	
N° 4	4.750	1.7	0.00	1.4	0.49	87.1	36.58	100.0	23.00	65.1	51	68	
N° 8	2.350	1.8	0.00	0.9	0.32	64.9	27.26	81.4	18.72	46.2			
N° 10	2.000	1.4	0.00	0.7	0.25	59.1	24.62	78.3	18.01	43.1	38	52	
N° 18	1.190	1.0	0.00	0.6	0.21	48.0	20.16	70.2	16.18	36.0			
N° 30	0.600	0.8	0.00	0.5	0.18	35.9	15.06	56.8	13.06	25.3			
N° 40	0.425	0.7	0.00	0.4	0.14	30.5	12.61	44.0	10.12	23.1	17	28	
N° 50	0.300	0.7	0.00	0.3	0.11	25.3	10.63	28.7	6.14	16.6			
N° 60	0.180	0.4	0.00	0.2	0.07	17.3	7.27	15.5	3.37	10.9	8	17	
N° 100	0.150	0.2	0.00	0.2	0.07	15.1	6.34	11.3	2.63	8.0			
N° 200	0.075	0.1	0.00	0.1	0.04	10.0	4.20	7.4	1.70	6.9	4	8	

CURVA GRANULOMETRICA



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

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 : 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.

**DISEÑO MARSHALL**

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.G.**



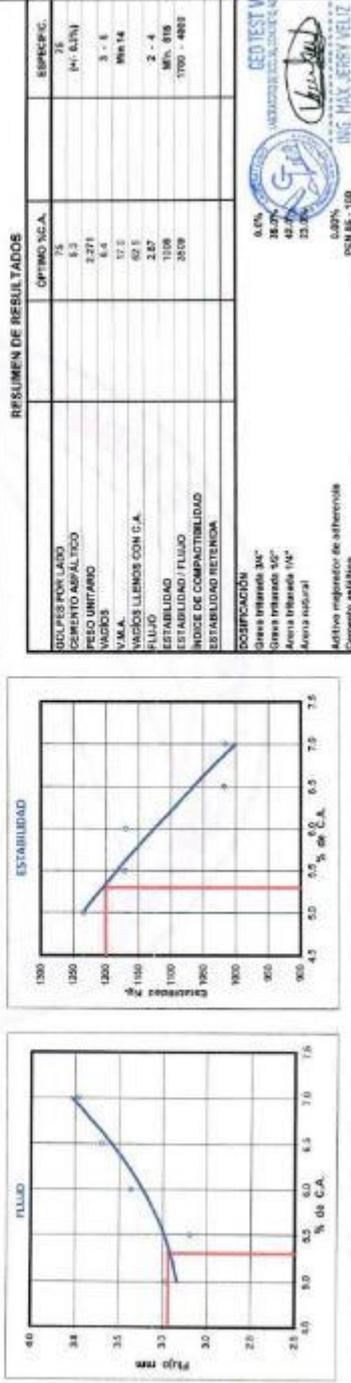
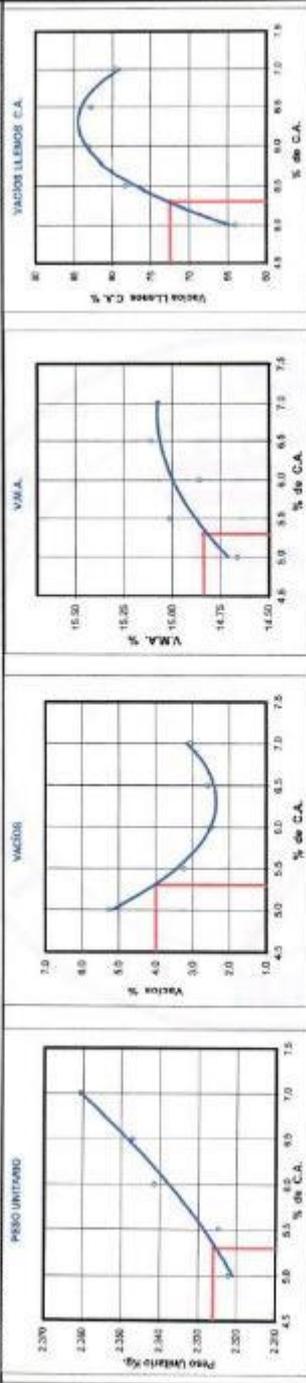
DIRECCIÓN : Psj. GRAU N° 211 - CHILCA  
 (Oficina en casita frente al parque Daza - Av. Ferrocarril cruz con Av. Leones Pardo)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375003

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.  
 RUC : 2006579229

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial de agregado fino."  
 TESISTA: Quiero Díaz Roger Jansel  
 CANTERA: Rashumensac-Huamancaca  
 MATERIAL: Mezcla Asfáltica

HECHO POR: A. Y.G.  
 FECHA: Noviembre-2027





**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 Pezo 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: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial de agregado fino."												
RESISTA: Quico Diaz Roger Jansel												
CANTERA: Raashuamanso-Huamancaca						HECHO POR: A.Y.G.						
MATERIAL: Mezcla Asfáltica						FECHA: Noviembre-2021						
Diseño: C.A. 5.0 %												
ENSAYO GRANULOMÉTRICO						LAVADO ASFÁLTICO						
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	3/16"	N° 10	N° 40	N° 60	N° 100	N° 200	<N°200	Peso Hilo, 5.0mm	g
ABERTURA EN MM	19.05	12.50	9.525	4.750	2.000	0.425	0.10	0.075	0.075	75.0	Peso Hilo Llave	g
PERO RETENIDO	g	3754.0	2202.0	1043.0	468.0	287.7	134.0	10.0	1.0	75.0	Peso Malla 45 micras	g
RETENIDO PARCIAL	%	34.6	21.3	14.5	13.8	22.0	15.4	4.9	0.1		Peso de Falso	g
RETENIDO ACUMULADO	%	34.6	29.8	20.3	13.3	7.5	3.0	0.5	0.0		Peso total de Falso	g
PIEZA	%	100.0	85.4	73.0	60.2	46.7	25.0	11.0	0.0		Peso final de Falso	g
ESPECIFICACIÓN	%	100	90 - 100	70 - 85	51 - 68	33 - 52	17 - 28	8 - 17	0 - 8		Peso de Falso	g
ASFALTO LÍQUIDO											MACCIÓN	g
TRANSFORMADO											PESO TOTAL	g
												775.0
												78000.0



ENSAYO MARSHALL, ASTM D-1559									
BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC			
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.0	0.0	0.0	0.0			
2	AGREGADO GRUISO EN PESO DE LA MEZCLA = HP 4	%	35.34	36.31	36.31				
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA = HP 4	%	66.66	66.69	66.69				
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%							
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.016	1.019	1.019				
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUISO - BULK		2.408	2.058	2.058				
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.510	2.519	2.519				
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE								
9	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1234.0	1039.0	1039.0				
10	PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1039.0	1031.0	1031.0				
11	PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	799.2	791.0	791.0				
12	VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c	530.4	528.1	530.5				
13	PESO DE LA PARAFINA (10-0)	g							
14	VOLUMEN DE PARAFINA (10-0)	c.c							
15	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-14)	c.c	530.4	528.1	530.5				
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (9-15)	g/c.c	2.307	2.320	2.320				2.320
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.401	2.451	2.451				
18	VÍNCULO (11-10)80/10	%	0.1	0.2	0.0			0.0	0 - 0
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8+9)	%	2.560	2.590	2.590				
20	VÍ A 150 (2+3+4+5+6+7+8)	%	14.8	14.8	14.8			14.7	MIX 54
21	VÍNCULO LLENDO CON C.A. (10)20-10)00	%	85.0	84.8	84.7			84.1	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8+9)	%	2.640	2.640	2.640				
23	O A ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (10)20-10)00(2+3)	%	0.241	0.241	0.241				
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (10)20-10)00(2+3)	%	4.11	4.11	4.11				
25	FLUJO	mm	0.4	0.3	0.0			0.2	0 - 4
26	LECTURA DEL EQUIPO		10.747	10.138	11.487				
27	ESTABILIDAD EN CORTAMAR	%	100	100	100				
28	FACTOR DE ESTABILIDAD		1.00	1.00	1.00				
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	%	100	100	100			100	MIX 610
30	ESTABILIDAD FLUJO	g/mm	3024	3749	3077			3016	1700-6000
OBSERVACIONES									
Quico Jansel 10'									
Quico Jansel 10'									
Quico Jansel 10'									
Ames 30%									
Activo reductor de adherencia									
Cemento asfáltico PDM 65 - 108									

GEO TEST V S.A.C.  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 107312  
 JEFE DE LABORATORIO

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

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

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

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

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial de agregado fino"

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jensen

**CANTERA:** Rashiuanmasco-Huamancaca

**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

**HECHO POR:** A. Y. G.

**FECHA:** Noviembre-2021

*Diseño C.A. 5.5 %*

TAMIZ ASTM	ENSAYO GRANULOMÉTRICO									LAVADO ASFÁLTICO		
	3/4"	3/8"	3/16"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 100	<Nº 200	Peso Mez. 3.0µm#	g	%
ABERTURA EN mm	19.000	12.750	5.625	4.750	2.000	3.625	6.35	0.875				
PESO RETENIDO	g	1084.0	877.0	1060.0	100.0	207.7	174.1	10.0	80.1	Peso Mez. Lav + F&B	g	
RETENIDO PARCIAL	%	54.6	19.9	54.0	51.0	22.2	12.4	4.0	8.2	Peso de Asfalto	g	
RETENIDO ACUMULADO	%	14.0	26.4	40.3	52.3	75.5	88.0	92.8	100.0	Peso Inicial de F&B	g	
PASA	%	100.0	85.4	79.5	50.7	41.7	24.5	11.0	8.2	Peso Final de F&B	g	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	8 - 8	Peso de F&B	g	770.4
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%	79.6
DRAMA ASFÁLTICO										PESO TOTAL	g	790.6

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA**



**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

BRQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECÍFIC.
1	CA EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.8	6.9	6.9	6.9
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + Nº 4	%	57.71	57.71	57.71	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + Nº 4	%	66.76	66.76	66.76	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%				
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.058	1.058	1.058	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.058	2.058	2.058	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.570	2.570	2.570	
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE					
9	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1226.4	1226.0	1226.4	
10	PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1227.1	1226.4	1227.7	
11	PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	707.7	706.4	706.1	
12	VOLUMEN DE LA BRQUETA (100%)	cc	619.4	620.0	619.6	
13	PESO DE LA PARAFINA (15.8)	g				
14	VOLUMEN DE PARAFINA (15.8 parafina)	cc				
15	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESAIREAMIENTO (12-14)	cc	619.4	620.0	619.6	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (V15)	g/cc	2.381	2.328	2.381	2.347
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-3011	g/cc	2.470	2.470	2.470	
18	VACÍOS (17-19/100%)	%	2.4	2.4	2.4	2 - 4
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (21+22+23+24+25+26)	g/cc	2.589	2.585	2.585	
20	V.M.A. 100 (2-3+4)/100%	%	14.0	14.0	14.0	15.1
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100% (20-19)	%	85.1	79.7	82.7	82.8
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+11+15)	g/cc	2.685	2.685	2.685	
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100% (20-19)/22)	%	1.159	1.159	1.159	
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (1-2+3+4+10)	g	5.41	5.41	5.41	
25	FLUJO	mm	3.8	3.7	3.8	3.8
26	LECTURA DEL EQUIPO	mm	9.884	10.477	10.481	
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Hg	1070	1062	1065	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	%	1.00	1.00	1.00	2 - 4
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	Hg	1070	1062	1065	1016
30	ESTABILIDAD FLUJO	g/ggv	3503	3570	3539	3527 - 4000

**OBSERVACIONES:**  
 Grava obtenida 2H: 95%  
 Grava obtenida 1/2: 35%  
 Arena obtenida 1H: 42%  
 Arena natural: 23%  
 Adh. y espesor de adherencia: 0.0%  
 Cemento asfáltico: FEN 60 - 100

**GEO TEST V. S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
 ING. MAX JERRY VILLAZ SULCARAY  
 CIP N° 237112  
 JEFE DE LABORATORIO

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

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

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial de agregado fino."  
 TESISTA: Quiza Diaz Roger Jansel  
 CANTERA: Rashumansac-Huamancaca  
 MATERIAL: Mezcla Asfáltica

MECHO POR: A.Y.G.  
 FECHA: Noviembre-2021

Diseño: C.A. 6.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASUM	3/4"	3/8"	3/16"	Nº 10	Nº 20	Nº 40	Nº 60	Nº 100	Nº 200	Nº 300	Resid. Mat. Líquida	g
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	5.525	4.750	2.000	0.425	0.250	0.075	0.075	0.075	Peso Mat. Lavado	g
PESO RETENIDO	g	1284.2	871.2	3040.3	183.0	287.7	174.5	10.0	80.1	Peso Mat. Lav. + F.F.A.	g	
RETENIDO PARCIAL	%	14.8	11.9	14.0	13.0	22.2	13.4	4.0	0.2	Peso de Asfalto	g	
RETENIDO ACUMULADO	%	14.8	26.7	40.7	53.7	75.9	89.3	93.9	100.0	Peso Hielo de F.F.A.	g	
PASA	%	100.0	85.4	73.9	59.7	46.7	34.8	11.0	0.2	Peso Hielo de Filler	g	
ESPECIFICACIÓN	%	100	87	70	55	40	25	10	4	Peso de Filler	g	
ASFALTO LIGERO										FRACCIÓN	%	77.4
ASFALTO ASFALTADO										FFA TOTAL	g	7808.9



**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

BRQUETAS	Nº	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 + Nº 4	%	37.91	37.91	37.91	37.91
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + Nº 4	%	59.09	59.09	59.09	59.09
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%				
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.815	1.815	1.815	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.608	2.608	2.608	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.519	2.519	2.519	
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE					
9	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1200.4	1200.0	1200.3	
10	PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADA)	g	1207.1	1206.4	1206.7	
11	PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	735.3	734.5	734.9	
12	VOLUMEN DE LA BRQUETA (19-11)	cc	621.6	620.2	620.9	
13	PESO DE LA PARAFINA (19-9)	g				
14	VOLUMEN DE PARAFINA (19-9) SÓLIDO	cc				
15	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (19-14)	cc	621.6	620.9	621.2	
16	PESO ESPECÍFICO MUEL DE LA BRQUETA (19-16)	g/cc	2.266	2.266	2.266	2.266
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D2041	g/cc	2.422	2.422	2.422	
18	VACÍOS (17-18) 100H7	%	6.1	6.0	6.0	3 - 8
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6+7+10+11+16)		2.565	2.565	2.565	
20	V.M.A. (19-20) 111M8	%	14.5	15.3	14.7	14.5
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100G5-10500	%	66.3	66.3	66.3	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6+7+10+11+16)		2.831	2.831	2.831	
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100G5-10500+16)	%	0.666	0.666	0.666	
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (100G5-10500)	%	5.35	5.35	5.35	
25	FLUJO	mm	3.0	3.0	3.0	2 - 4
26	LECTURA DEL CUADRO	mm	11.891	11.286	11.589	
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1175	1191	1183	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1175	1191	1183	Min. 818
30	ESTABILIDAD FLUJO	Hg/cm	3480	3280	3474	3480 - 4080

OBSERVACIONES:  
 Grava bituminosa 34" 6%  
 Grava bituminosa 10" 35%  
 Grava bituminosa 14" 42%  
 Arena natural 20%  
 Aditivo estabilizador de adherencia 0.6%  
 Cemento asfáltico PEN 85 - 100

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

Servicios de Ensayo 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  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cianuro de polivinilo como reemplazo parcial de agregado fino."  
**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Javier  
**CANTERA:** Pashumansac-Huamantaca  
**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Noviembre-2021

**Diseño: C.A. 7.0 %**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	+Nº200	Peso Mat. Oxidado	%	
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	9.500	4.750	2.000	0.850	0.425	0.075	0.075	Peso Mat. Lavado	%	
RETENIDO PARCIAL	%	100.0	95.0	85.0	75.0	65.0	55.0	45.0	35.0	Peso Mat. Lav + Fines	%	
RETENIDO ACUMULADO	%	14.0	15.0	15.0	25.0	35.0	45.0	55.0	65.0	Peso de Arena	%	
PASA	%	86.0	85.0	85.0	75.0	65.0	55.0	45.0	35.0	Peso Inicial de Filtro	%	
ESPECIFICACIÓN	%	100	89-100	79-89	61-69	43-53	27-38	8-17	4-8	Peso de Filtro	%	
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	%



**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

ENSAYOS	Nº	1	2	3	FRACCIÓN	ESPEL. (mm)
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	7.0	7.0	7.0	7.0
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + Nº 4	%	37.50	37.51	37.50	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + Nº 4	%	55.49	55.49	55.49	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%				
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO AVANZADO		1.010	1.015	1.010	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.690	2.608	2.608	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.570	2.579	2.570	
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - AVANZADO					
9	PESO DE LA BRIGUETA AL AIRE	g	1219.0	1220.0	1220.0	
10	PESO DE BRIGUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1213.0	1222.0	1222.0	
11	PESO DE LA BRIGUETA EN AGUA	g	790.0	790.0	790.0	
12	VOLUMEN DE LA BRIGUETA (10-11)	cm³	52.4	519.4	517.8	
13	PESO DE LA PATRINA (10-11)	g				
14	VOLUMEN DE PATRINA (13Pa patrón)	cm³				
15	VOLUMEN DE LA BRIGUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-14)	cm³	52.4	519.4	517.8	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIGUETA (10-11)	g/cm³	2.347	2.383	2.382	2.381
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-991	g/cm³	2.430	2.430	2.430	
18	VÍCIOS (10-18) (10-17)	%	0.0	0.0	0.0	0-4
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6+7+8+9)	g/cm³	2.585	2.585	2.585	
20	V.M.A. (10-20) (10-19)	%	16.8	16.4	16.8	16.1
21	VÍCIOS EN FASE (20) (10-20) (10-19)	%	81.0	79.9	79.9	79.7
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6+7+8+9) (10-19)	g/cm³	2.720	2.720	2.720	
23	C.A. ABRORADO POR AGREGADO TOTAL (10-23) (10-22) (10-19)	%	1.877	1.877	1.877	
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (10-24) (10-23) (10-19)	%	5.18	5.18	5.18	
25	FLUJO	g/g	0.0	0.0	0.0	0-4
26	LECTURA DEL EQUIPO	mm	10.075	9.675	10.180	
27	ESTABILIDAD EN COMPRESIÓN	kg	1027	987	1030	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD COMPRESIVA	kg	1027	987	1030	1011
30	ESTABILIDAD FLUJO	g/g	2160	2162	2120	2134

**CONSERVACIONES:**  
 Grava utilizada 34%  
 Grava utilizada 1/2" 30%  
 Arena utilizada 14%  
 Arena natural 23%  
 Albitro receptor de adherencia 0.0%  
 Cemento asfáltico PSH 04 - 100

GEO TEST V. S.A.C.  
 INC. *[Signature]*  
 CIP 10 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

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.**



DIRECCION : 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.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."  
 TESISTA: Quilca Diaz Roger Jansel  
 CANTERA: Rasmamansao-Huamancaca HECHO POR: A.Y.G.  
 MATERIAL: Mezcla Asfáltica FECHA: Noviembre 2021  
 Diseño: C.A. 5.3 % - Óptimo y 0.8% de cloruro de polivinilo

ENSAYO GRANULOMÉTRICO								LAVADO ASFÁLTICO				
TAMIZ ASTM	3/4"	3/8"	3/16"	N° 4	N° 10	N° 20	N° 40	N° 60	N° 200	N° 300	Peso Mat. C/Carb	g
ABERTURA EN mm	19.00	12.50	9.50	4.75	2.00	0.85	0.425	0.25	0.075	0.075	Peso Mat. Wash	g
PESO RETENIDO	%	100.0	88.0	80.0	70.0	55.0	35.0	20.0	10.0	3.4	Peso Mat. Lav + Filtr	g
RETENIDO PARCIAL	%	14.0	11.0	14.4	14.0	20.0	13.0	4.0	0.4	0.4	Peso de Asfalto	g
RETENIDO ACUMULADO	%	14.0	25.0	40.7	55.0	75.0	88.0	92.0	100.0	100.0	Peso total de Filtr	g
PASA	%	100.0	86.0	70.0	50.0	35.0	24.0	11.2	5.4	5.4	Peso de Filtr	g
ESPECIFICACION	%	100	90 - 100	70 - 88	51 - 68	30 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		FRACCIÓN	%
ASFALTO LIQUIDO												773.8
TRAMO ASFALTADO												2080.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

BRQUETAS	U	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFICACION
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.38	5.38	5.38	5.38	5.38
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.51	38.57	38.57	38.57	38.57
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	56.11	56.18	56.18	56.18	56.18
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA (CAR)	%					
5 PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.0129	1.0129	1.0129	1.0129	
6 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.689	2.689	2.689	2.689	
7 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.880	2.880	2.880	2.880	
8 PESO ESPECIFICO FILLER - APARENTE (CAR)						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1227.8	1230.7	1227.8	1227.8	
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1229.4	1231.1	1229.4	1229.4	
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	884.1	885.4	884.1	884.1	
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	cc	314.9	317.7	314.9	314.9	
13 PESO DE LA PARAFINA (10-6)	g					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (10-6 parafina)	cc					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-14)	cc	594.0	537.7	532.8	532.8	
16 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRQUETA (9-15)	g/cc	2.298	2.289	2.204	2.268	
17 PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D-2941	g/cc	2.410	2.410	2.410	2.410	
18 VACIOS (17-16)*100/17	%	4.7	5.1	4.4	4.7	3 - 5
19 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8)	g	2.551	2.551	2.551	2.551	
20 V.M.A. 100(2+3+4+5+6+7+8)	%	17.4	17.2	16.8	17.1	16-18
21 VACIOS LLENOS CON C.A. 100(20-19)25	%	72.1	78.9	73.7	72.2	60-74
22 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8)	g	2.505	2.505	2.505	2.505	
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100(20-19)(22+19))	%	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1.02(12+3+4+5+6)	%	5.36	5.36	5.36	5.36	
25 FLUIDO	mm	3.0	3.0	3.0	3.0	
26 LECTURA DEL EQUIPO	mm	1061	1061	1061	1061	
27 ESTABILIDAD SIN CORRIENTE	kg	10452	10458	10452	10452	2 - 4
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	kg	1001	1001	1001	1001	
29 ESTABILIDAD CORRIENTE	kg	1.00	1.00	1.00	1.00	
30 ESTABILIDAD FLUIDO	kg	1061	1061	1061	1061	
31 OBSERVACIONES:	Kg/cm	2537	2609	2640	2579	1000 - 4000
Grava filtrada 3/4"	0%					
Grava filtrada 3/8"	23%					
Grava filtrada 3/16"	42%					
Grava natural	22.5%					
Cloruro de polivinilo	0.3%					
Compendio estándar	PRM 06 - 130					

ING. MAX JERSY VELA GONZALEZ  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

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

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE							
MTC E-608, ASTM D-3045, AASHTO T-209							
TITULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial de agregado fino."							
TESISTA: Quilca Diaz Roger Jansol							
CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca				HECHO POR: A.Y.G			
MATERIAL: Mezcla Asfáltica				FECHA: Noviembre-2021			
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2							
ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	8.30
Peso del material	gr	1620.10	1618.30	1575.20	1586.60	1521.20	1590.30
Peso del agua + frasco Rice	gr	8049.00	8068.30	8040.80	8090.30	8052.40	8002.40
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9669.10	9586.60	9616.00	9676.90	9573.60	9642.70
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8949.00	8950.00	8980.00	8980.30	8949.00	8987.10
Volumen del material	cc	620.10	631.03	656.90	669.60	624.60	656.50
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.451	2.403	2.402	2.418	2.436	2.426
Temperatura de ensayo	°C	23.5	23	23.9	23.5	23.1	23.4
Grava triturada 3/4"	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Grava triturada 1/2"	%	30%	35%	35%	35%	35%	35%
Arena triturada 1/4"	%	42%	42%	42%	42%	42%	42%
Arena natural	%	23%	23%	23%	23%	23%	23%
Tiempo de ensayo	Min	15	15	15	15	15	15
Factor de Corrección							

Observaciones:

GEO TEST V. S.A.C.  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CEP: 847212  
 JEFE DE LABORATORIO

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

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con closure de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TECNISTA:** Quilón Díaz Roger Jansel

**HECHO POR:** A.Y.G.

**CANTERA:** Pashuanansap-Huamancaca

**FECHA:** Noviembre-2021

**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

*Diseño C.A. 5.3 % - Optimo y 1.0% de closure de polivinilo*

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMBE ASTM	30"	10"	30"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	Nº 200	Peso Mat. Sólido	%	
ABERTURA EN PASE	18,000	12,700	8,500	4,750	2,500	1,180	600	250	150	100.0	100.0	
POSO RETENIDO	0	1094.0	8913.0	10706.0	185.0	200.5	174.0	63.0	63.4	Peso Mat. Lavado	%	
RETENIDO PARCIAL	%	14.9	91.8	14.4	14.0	20.0	13.3	4.8	6.4	Peso Mat. Lavado + Fibras	%	
RETENIDO ACUMULADO	%	14.9	28.4	40.7	55.0	75.4	88.8	93.0	100.0	Peso Mat. de Fibras	%	
PASA	%	100.0	85.4	73.0	60.3	44.5	34.0	11.2	8.4	Peso Mat. de Fibras	%	
ESPECIFICACIÓN	%	100	88 - 106	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	PRACCIÓN	%	
ASFALTO LIQUIDO											PESO TOTAL	1000.0
TRAMO ASFALTO												



**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

BRQUETA	1º	2º	3º	PROMEDIO	ESPECIFIC
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.38	5.38	5.38	4.90
2. AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA - Nº 4	%	38.57	38.57	38.57	38.57
3. AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - Nº 4	%	56.13	56.13	56.13	56.13
4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA (10%)	%				
5. PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0120	1.0120	1.0120	
6. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.608	2.608	2.608	
7. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.556	2.556	2.556	
8. PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE (10%)					
9. PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1242.0	1273.0	1257.5	
10. PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1244.0	1269.0	1256.5	
11. PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	758.5	756.2	757.3	
12. VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c.	538.6	529.7	534.2	
13. PESO DE LA PARAFINA (10-11)	g				
14. VOLUMEN DE PARAFINA (10-11)	c.c.				
15. VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	538.6	529.7	534.2	
16. PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (10-11)	g/c.c.	2.307	2.396	2.354	2.355
17. PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.409	2.409	2.409	
18. VACÍOS (17-16)/(16)17	%	4.2	4.8	4.5	4.2
19. PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2-3+4+20)/(17)+18)		2.073	2.073	2.073	
20. V.M.A. 100-(13+14)/(19)19	%	15.1	15.4	15.0	16.2
21. VACÍOS LINDOS CON C.A. 100-(13+14)/(19)19)	%	71.8	70.3	71.0	71.8
22. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+10)/(17)+18)		2.611	2.611	2.611	
23. C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(13+14)/(22)*100)	%	0.57	0.57	0.57	
24. CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (1-23)/(2+3+4+10)	%	4.76	4.76	4.76	
25. FLUIDO	mm	3.1	3.1	3.1	3.1
26. LECTURA DEL EQUIPO		11,109	11,117	11,113	
27. ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1134	1132	1133	
28. FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
29. ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1134	1132	1133	1132
30. ESTABILIDAD-FLUIDO	Kg/mm	3608	3616	3612	3606

DESAGREGACIONES	%
Grava triturada 3/4"	4%
Grava triturada 1/2"	3%
arena triturada 3/16"	42%
arena natural	22%
Closure de polivinilo	1.0%
Cemento asfáltico	PEN 85 - 100



GEO TEST V. S.A.C.  
 INGENIERIA CIVIL  
 ING. MAX JERRY VELIZ SUICARAY  
 JEFE DE LABORATORIO

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

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

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE**

MTC E-306, ASTM D-2941, AASHTO T-209

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashuamansac-Huamancaca

**HECHO POR:** A.Y.G.

**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

**FECHA:** Noviembre-2021

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.30					
Peso del material	gr	1692.30					
Peso del agua + frasco Rice	gr	8097.30					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9647.80					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	9097.80					
Volumen del material	cc	660.00					
Peso Específico Máximo	g/cc	2.410					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	5.0					
Grava triturada 1/2"	%	35.0					
Arma triturada 3/16"	%	42.0					
Arma natural	%	22.5					
Cloruro de polivinilo	%	0.5					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

Observaciones:



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

*[Firma manuscrita]*

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

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



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

**RUC :** 20606529229  
**E-MAIL :** labgeotestv02@gmail.com  
 geotestv@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:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Roshumansao-Huamancaca

**HECHO POR:** A.Y.G.

**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

**FECHA:** Noviembre-2021

*Diseño C.A. 5.2 % - Óptimo y 1.5% de cloruro de polivinilo*

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMAZ ASTM	3/4"	1 1/2"	3/8"	Nº 20	Nº 40	Nº 60	Nº 100	Nº 200	<Nº200	Peso Mat. Lavado	g
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	9.525	4.750	2.000	0.850	0.425	0.250	0.075		
PESO RETENIDO	g	10944.0	9079.0	10780.0	502.5	208.5	114.0	55.0	85.4	Peso Mat. Lav. + Filtro	g
RETENIDO PARCIAL	%	14.0	11.8	14.4	14.8	20.0	13.3	4.6	5.4	Peso de Hielo	g
RETENIDO ACUMULADO	%	14.0	25.8	40.2	55.0	75.0	88.3	92.9	98.3	Peso Hielo de Filtro	g
PASA	%	100.0	85.4	75.0	50.5	44.5	24.6	11.2	5.4	Peso Final de Filtro	g
ESPECIFICACIÓN	%	100	85-100	75-85	51-65	35-52	17-25	3-17	4-8	Peso de Filtro	g
ASFALTO LÍQUIDO										ESPECIFICACIÓN	%
TAMAZ ASFÁLTICO										PESO TOTAL	g
											7206.9



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
DESCRIPCIÓN	UF	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.36	5.36	5.30	5.36	
2. AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA = Nº 4	%	38.57	38.57	38.57		
3. AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA = Nº 4	%	56.13	56.13	56.13		
4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA (PVC)	%					
5. PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0123	1.0129	1.0109		
6. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.590	2.500	2.500		
7. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.790	2.500	2.500		
8. PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE (GAG)						
9. PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1239.0	1233.8	1236.4		
10. PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1232.2	1226.2	1232.4		
11. PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	750.7	751.8	749.5		
12. VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c.	502.0	504.5	502.0		
13. PESO DE LA PARAFINA (10-11)	g					
14. VOLUMEN DE PARAFINA (10/11 parafina)	c.c.					
15. VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	532.9	534.5	532.9		
16. PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (8-11)	g/cm <sup>3</sup>	2.314	2.308	2.307	2.309	
17. PESO ESPECÍFICO MARSHALL ASTM D-2041		2.429	2.436	2.428		
18. VACÍOS (10-15) (100)T	%	3.3	4.1	4.3	4.1	3 - 5
19. PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (8+9+10)(20+30+1+40)		2.591	2.591	2.591		
20. V.M.A. 100(2+3+7)(10)B	%	14.5	14.7	14.7	14.6	Mín. 14
21. VACÍOS LLENOS CON C.A. 100(20-18)20	%	73.8	71.8	71.6	72.1	
22. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+9) 100(17+16)		2.508	2.500	2.496		
23. C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100)(20-18)(22)B	%	0.72	0.72	0.72		
24. CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(2)(12+14)(16)	%	4.82	4.82	4.82		
25. FLUIDO	mm	3.3	3.3	3.3	3.3	2 - 4
26. LECTURA DEL EQUIPO		12.143	12.134	12.134		
27. ESTABILIDAD SIN CORREGIR	g	1258	1257	1258		
28. FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29. ESTABILIDAD CORREGIDA	g	1228	1227	1228	1228	Mín. 815
30. ESTABILIDAD-FILLO	Kg/cm	3782	3785	3785	3784	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

Grava triturada 3/4"	4%
Grava triturada 1 1/2"	5%
Grava triturada 3/8"	42%
Arena natural	21.8%
Cloruro de polivinilo	1.5%
Cemento asfáltico	PEN 85 - 90

  
**ING. MAX TERRY VELIZ SILI ARAY**  
 CIP N° 247372  
 JEFE DE LABORATORIO

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 Aplicando en Obras Civiles.

**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.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE**

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashuamansac-Huamancaca

**HECHO POR:** A.Y.G.

**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

**FECHA:** Noviembre-2021

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.30					
Peso del material	g°	1580.00					
Peso del agua + frasco Rice	g°	8057.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	g°	9647.50					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	g°	8987.00					
Volumen del material	cc	659.90					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.409					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	25.0					
Arena triturada 3/16"	%	42.0					
Arena natural	%	22.0					
cloruro de polivinilo	%	1.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

Observaciones:



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

*[Handwritten Signature]*

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

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

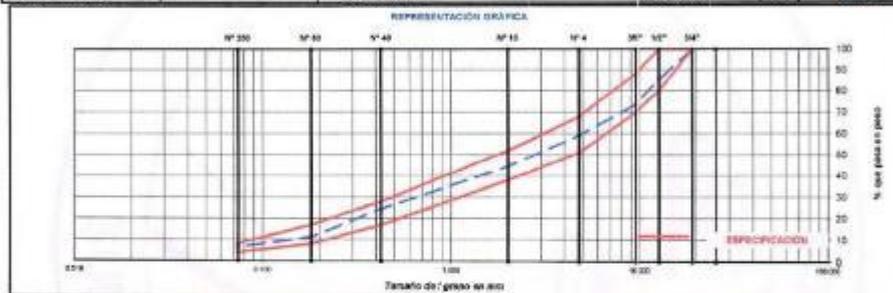
RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."  
 TESISTA: Quilón Díaz Roger Jansal  
 CANTERA: Restuamánisco-Huamancaca  
 MATERIAL: Mezcla Asfáltica  
 HECHO POR: A.Y.G.  
 FECHA: Noviembre-2021

*Diseño: C.A. 5.3 % - Óptimo y 2.0% de cloruro de polivinilo*

TAM. ASTM	ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO			
	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	Nº 200	Nº 200	Peso Mat. Sólido	Peso Mat. Lavado	Peso Mat. Lix. F.F.80	Peso de Asfalto
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	9.525	4.750	2.500	0.425	0.150	0.075	0.075	0.075	100.0	93.4	100.0	100.0
PESO RETENIDO g.	10944.1	8019.0	3770.3	100.0	390.0	114.0	33.0	10.0	5.4	0.0	100.0	93.4	100.0	100.0
RETENIDO PARCIAL %	14.8	11.8	14.4	14.8	20.0	13.3	4.5	5.4	0.0	0.0	93.4	93.4	93.4	93.4
RETENIDO ACUMULADO %	14.8	26.4	40.7	55.5	75.4	88.8	93.3	98.7	98.7	98.7	93.4	93.4	93.4	93.4
PASA %	100.0	85.4	73.6	59.3	44.5	34.5	24.6	15.2	6.4	0.0	6.6	6.6	6.6	6.6
ESPECIFICACIÓN %	150	88 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 50	17 - 28	8 - 17	4 - 8	0 - 5	0 - 5	773.4	700.0	700.0	700.0
ASFALTO LÍQUIDO											PRACCIÓN	%	773.4	
TAMAO ASFALTADO											PESO TOTAL	g.	7000.0	



**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

PROBETAS	1	2	3	PROMEDIO	ESPECÍFICO
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.28	5.30	5.30	5.30
2. ADECUADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA - Nº 4	%	35.57	35.57	35.57	
3. ADECUADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - Nº 4	%	56.13	56.13	56.13	
4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA (PVC)	%				
5. PESO ESPECÍFICO DEL ORIMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0129	1.0129	1.0129	
6. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.889	2.828	2.800	
7. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.817	2.974	2.910	
8. PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE (Ca)					
9. PESO DE LA BRUQUETA AL AIRE	g.	1229.9	1229.9	1229.9	
10. PESO DE LA BRUQUETA AL AIRE (SATURADO)	g.	1227.3	1226.8	1227.4	
11. PESO DE LA BRUQUETA EN AGUA	g.	886.8	791.3	790.3	
12. VOLUMEN DE LA BRUQUETA (10-11)	cc	550.8	531.3	531.8	
13. PESO DE LA PARAFINA (13-14)	g.				
14. VOLUMEN DE PARAFINA (13/14)	cc				
15. VOLUMEN DE LA BRUQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-14)	cc	683.0	623.3	653.8	
16. PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRUQUETA (9/10)	g/cc	2.310	2.311	2.311	2.311
17. PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041	g/cc	2.401	2.406	2.404	2.394
18. VACÍOS (17-16)/(16*17)	%	4.0	3.9	3.9	3 - 6
19. PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6+8+10+11+12)	g/cc	2.545	2.549	2.549	2.549
20. V.M.A. 100 (2+3+4)/(18*19)	%	14.2	14.1	14.1	14.1
21. VACÍOS LLENOS CON C.A. 100/20-18/20	%	71.9	72.2	72.8	72.9
22. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6+8+10+11+12)	g/cc	2.606	2.606	2.606	
23. C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100-5122-100/22*19)	%	0.87	0.92	0.87	
24. CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (1-2/23+3+4+10)	%	6.47	4.42	4.47	
25. FLEJO	mm	3.4	2.4	2.4	3 - 6
26. ESTRUCTURA DEL GOBRO	mm	13.887	13.834	13.868	
27. ESTABILIDAD SIN CORREGIR	g	1290	1279	1279	
27. FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
28. ESTABILIDAD CORREGIDA	g	1288	1276	1276	
29. ESTABILIDAD FLUIDO	Kg/cm	3785	3799	3792	3782
OBSERVACIONES					
Área triturada 3/4"	8%				
Área triturada 1/2"	36%				
Área asfalto 3/8"	42%				
Área asfalto	2%				
Cloruro de polivinilo	3%				
Cemento asfáltico	PEV 85 - 100				

  
**W.G. RAY JERRY VELIZ SULLCARAY**  
 Jefe de Laboratorio

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 Aplicando en Obras Civiles.

**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 Pazo Av.  
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

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

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

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE**

MTC E-608, ASTM D-2041, AASHTO T-209

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashumansac-Huamancaca

**HECHO POR:** A.Y.G.

**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

**FECHA:** Noviembre-2021

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.30					
Peso del material	g	1550.00					
Peso del agua + frasco Rice	g	8057.20					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	g	9547.20					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	g	9586.80					
Volumen del material	cc	660.40					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.458					
Temperatura de ensayo	°C	35					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	35.0					
Arena triturada 3/16"	%	42.0					
Arena natural	%	21.5					
cloruro de polivinilo	%	1.5					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

Observaciones:


  
**GEO TEST V S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. PASCUAL FELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

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 Aplicados 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

DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE

NTC E-608, ASTM D-3041, AASHTO T-205

TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

TESISTA: Quilca Díaz Roger Jansel

CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Mezcla Asfáltica

FECHA: Noviembre-2021

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.30					
Peso del material	gr	1582.30					
Peso del agua + frasco Rice	gr	8057.20					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9549.50					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8957.00					
Volumen del material	cc	581.93					
Peso Específico Máximo	gr/cc	2.406					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	35.0					
Arena triturada 3/16"	%	42.0					
Arena natural	%	21.0					
cloruro de polivinilo	%	2.0					
Tiempo de ensayo	Min	15					
Factor de Corrección							

Observaciones:



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

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

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.**



DIRECCION : Pjs. 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.

**CONTROL DE CALIDAD**

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.**



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

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

**ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE**

*MTC E 516 / Ref (NLT 352)*

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TITULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino"

**TESISTA:** Quilca Diaz, Roger Jansel

**CANTERA:** Rashuamansac-Huamancaca

**MATERIAL:** Mezcla asfáltica

**HECHO POR:** A. Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

**MUESTRA:** 0.5% de cloruro de polivinilo

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1234.50	1198.70	20.8°C	21.1°C	2.90 %
N° 02	1235.40	1199.20	21.1°C	21.8°C	2.93 %
N° 03	1236.40	1199.80	21.8°C	22.0°C	2.96 %
N° 04	1233.40	1197.50	22.0°C	22.0°C	2.91 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		Promedio de Perdida por Desgaste (%)		2.93 %

**OBSERVACIONES:**

---



---



---



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

*[Firma]*  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARA**  
 CIR N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

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



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

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotestv@gmail.com

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

<b>ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE</b> <small>MTC E 515 / Ref (NLT 352)</small>	
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	"Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino"
<b>TESISTA:</b>	Quilca Diaz, Roger Jansel
<b>CANTERA:</b>	Rashuamansao-Huamancaca
<b>MATERIAL:</b>	Mezcla asfáltica
	<b>HECHO POR:</b> A. Y. G. <b>FECHA:</b> Noviembre-2021

**MUESTRA:** Convencional

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1234.60	1206.50	18.6°C	19.5°C	2.28 %
N° 02	1234.60	1207.50	19.5°C	20.5°C	2.20 %
N° 03	1234.40	1206.80	20.5°C	20.6°C	2.24 %
N° 04	1236.00	1208.50	20.6°C	20.8°C	2.22 %
<b>NÚMERO DE REVOLUCIONES</b>	<b>300</b>		Promedio de Perdida por Desgaste (%)		<b>2.23 %</b>

**OBSERVACIONES:**

---



---



---


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

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: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino"

TESISTA: Quilca Diaz, Roger Jansel

CANTERA: Rashumansac-Huamancaca

MATERIAL: Mezcla asfáltica

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Noviembre-2021

MUESTRA: 1.5% de Cloruro de polivinilo

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1225.80	1191.70	20.8°C	20.9°C	2.78 %
N° 02	1230.80	1197.50	20.9°C	21.1°C	2.71 %
N° 03	1232.90	1198.50	21.1°C	21.6°C	2.79 %
N° 04	1232.40	1198.20	21.6°C	22.1°C	2.78 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		Promedio de Perdida por Desgaste (%)		2.76 %

OBSERVACIONES:

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

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.**



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

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

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE**

MTC E 515 / Ref (NLT 352)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TITULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino"

**TESISTA:** Quilca Diaz, Roger Jansel

**CANTERA:** RASHUAMANSAC-HUAMANCACA

**HECHO POR:** A. Y. G.

**MATERIAL:** Mezcla asfáltica

**FECHA:** Noviembre-2021

**MUESTRA:** 1.0% de cloruro de polivinilo

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1235.40	1205.40	20.8°C	21.1°C	2.43 %
N° 02	1235.80	1201.20	21.1°C	21.6°C	2.80 %
N° 03	1234.20	1199.80	21.8°C	22.0°C	2.79 %
N° 04	1221.60	1181.60	22.0°C	22.0°C	3.27 %
<b>NÚMERO DE REVOLUCIONES</b>	300		Promedio de Perdida por Desgaste (%)		<b>2.82 %</b>

**OBSERVACIONES:**

---



---



---


**GEO TEST V S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCAR**  
COP N° 387332  
**JEFE DE LABORATORIO**

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** : 20406529229  
**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**

MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164  
 MTC E-603 - ASTM D-648 - AASHTO T-30

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Díaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashuamansac-Ihuamancaca

**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

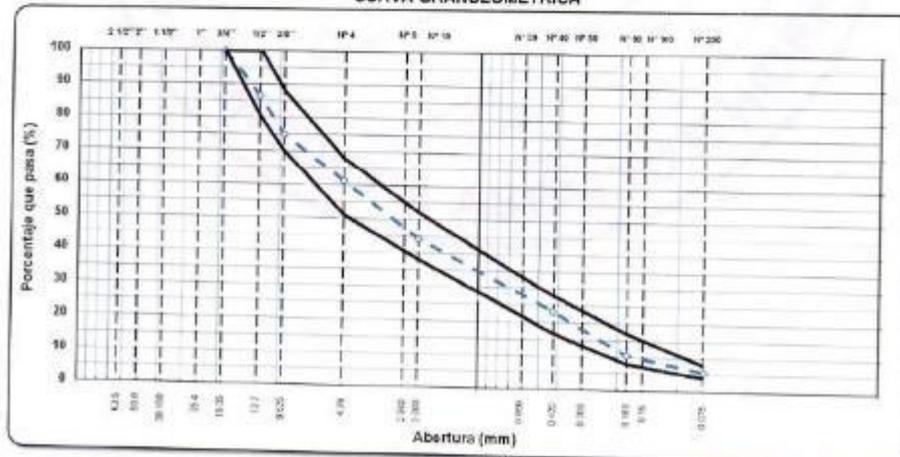
**HECHO POR:** A. Y. G.

**FECHA:** Noviembre-2021

**MUESTRA:** Convencional

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAG - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1 1/2"	38.100					10:00 a. m.	
1"	25.400					Peso de material sin lavar 1242.9 gr	
3/4"	19.050				100.0	Peso de material lavado 1180.1 gr	
1/2"	12.700	159.8	13.5	13.5	86.5	Peso mat.lav + filler en el filtro 1181.3 gr	
3/8"	9.525	136.7	11.6	25.1	74.0	Peso inicial del filtro 29.3 gr	
1/4"	6.300					Peso final del filtro 39.5 gr	
N°4	4.750	162.1	13.7	38.8	61.2	Peso del filler en filtro 1.2 gr	
N°8	2.360					Peso del asfalto 61.6 gr	
N°10	2.000	200.0	17.0	55.8	44.2	Contenido de asfalto 4.98 %	
N°16	1.190					Relación Polvo - Asfalto 1.15	
N°20	0.840						
N°30	0.600						
N°40	0.425	247.9	21.0	76.8	23.2		
N°50	0.300						
N°60	0.250	148.9	12.6	89.4	10.6		
N°100	0.150						
N°200	0.075	57.9	4.9	94.3	5.7		
< 200	-	87.4	5.7	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 241372  
 JEFE DE LABORATORIO

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



DIRECCION : Pst. 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**

TITULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino"

TESISTA: Quilca Diaz, Roger Jansel

CANTERA: Rasthuamansac-Huamanga

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Mezcla asfáltica

FECHA: Noviembre-2021

MUESTRA: 2.0% de cloruro de polivinilo

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1228.40	1195.20	23.1°C	24.1°C	2.70 %
N° 02	1230.80	1198.40	24.1°C	24.5°C	2.83 %
N° 03	1231.80	1198.70	24.5°C	23.4°C	2.89 %
N° 04	1230.30	1197.50	23.4°C	24.0°C	2.67 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		Promedio de Pérdida por Desgaste (%)		2.67 %

OBSERVACIONES:



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

*(Handwritten signature)*

ING. MAX JERRY VELIZ SOLCA  
 CIP: 14.24207  
 JEFE DE LABORATORIO

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



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

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

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS**

MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-154  
 MTC E-603 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashuamansac-Huamancaca

**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

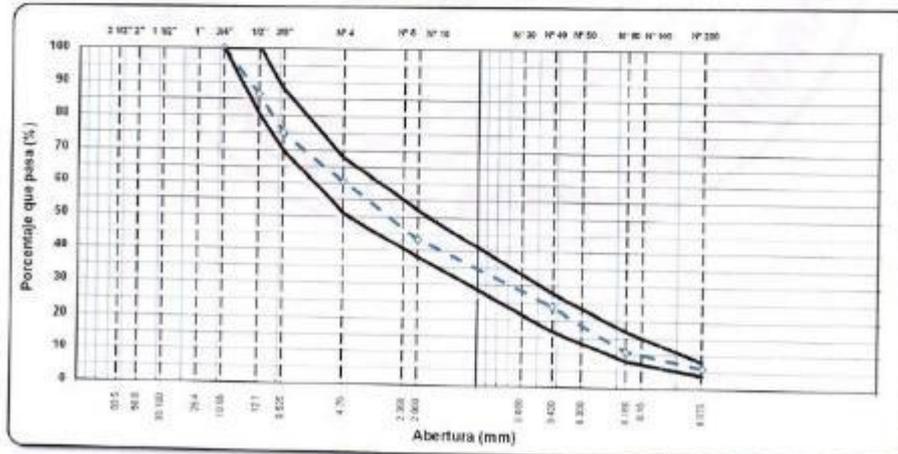
**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Noviembre-2021

**MUESTRA:** 1.0% de cloruro de polivinilo

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3M"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	11:10 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1248.6 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1182.4 gr
1/2"	12.700	100.8	13.6	13.6	86.4	80 - 100	Peso mat.lav + filler en el filtro	1183.7 gr
3/8"	9.525	133.4	11.3	24.9	75.1	70 - 88	Peso inicial del filtro	30.5 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	31.8 gr
N°4	4.750	172.4	14.6	39.4	60.6	51 - 68	Peso del filler en filtro	1.3 gr
N°8	2.360						Peso del asfalto	54.0 gr
N°10	2.000	203.8	17.2	56.6	43.4	38 - 52	Contenido de asfalto	5.20 %
N°16	1.190						Relación Polvo - Asfalto	1.18
N°20	0.840							
N°30	0.600							
N°40	0.425	229.5	19.4	76.0	24.0	17 - 28		
N°60	0.300							
N°80	0.180	154.9	13.1	89.1	10.9	8 - 17		
N°100	0.150							
N°200	0.075	65.7	4.8	93.9	6.1	4 - 8		
= 200	-	72.4	6.1	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 24.7212  
 JEFE DE LABORATORIO

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.



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 : 20006529229  
 E-MAIL : labgeotests02@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**

MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164  
 MTC E-503 - ASTM D-646 - AASHTO T-30

**TÍTULO:** "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

**TESISTA:** Quilca Diaz Roger Jansel

**CANTERA:** Rashuamansac-Huamancaca

**HECHO POR:** A. Y.G.

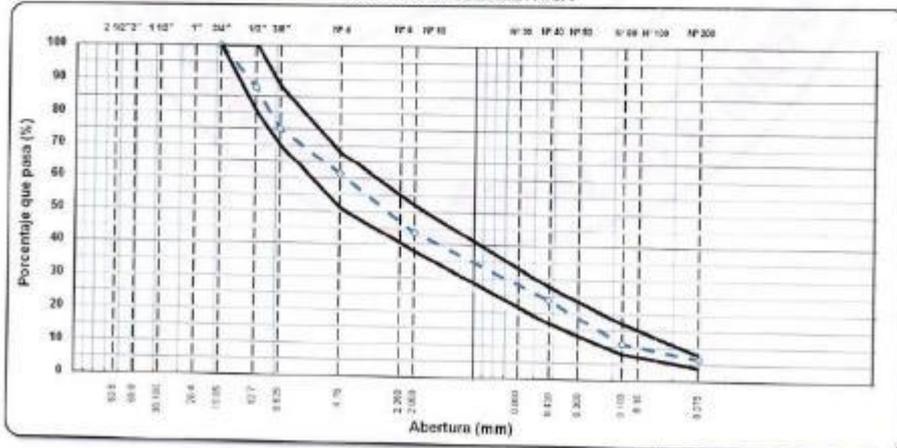
**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

**FECHA:** Noviembre-2021

**MUESTRA:** 0.5% de cloruro de polivinilo

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	11:10 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1245.3 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1181.8 gr
1/2"	12.700	148.9	12.5	12.5	87.5	80 - 100	Peso mat.lav. + filler en el filtro	1182.9 gr
3/8"	9.525	148.9	12.5	25.0	75.0	75 - 80	Peso inicial del filtro	29.3 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	30.4 gr
N° 4	4.750	161.5	13.7	36.7	61.3	61 - 80	Peso del filler en filtro	1.1 gr
N° 8	2.360						Peso del asfalto	62.4 gr
N° 10	2.000	209.3	17.7	66.4	43.6	35 - 52	Contenido de asfalto	5.01 %
N° 16	1.180						Relación Polvo - Asfalto	1.31
N° 20	0.840							
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	234.4	19.8	76.2	23.8	17 - 28		
N° 50	0.300							
N° 60	0.250	150.9	12.8	89.0	11.1	8 - 17		
N° 100	0.150							
N° 200	0.075	53.3	4.5	93.4	6.6	4 - 8		
< 200	-	77.5	6.9	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



OBSERVACIONES:



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULLCARAY  
 C.P. N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO



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 : labgentestv02@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**

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

TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

TESISTA: Quilca Diaz Roger Jansel

HECHO POR: A.Y.G.

CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca

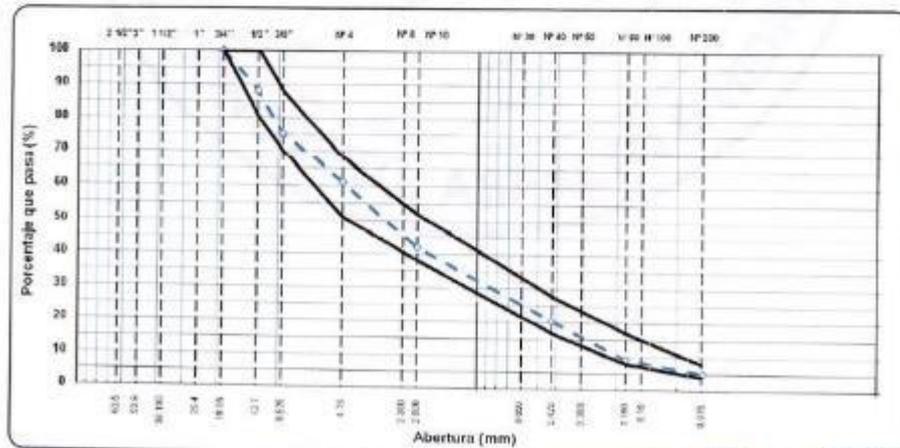
FECHA: Noviembre-2021

MATERIAL: Mezcla Asfáltica

MUESTRA: 2.0% de cloruro de polivinilo

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	TAMAÑO MÁXIMO 3/4"
			retenido	acumulado	que pasa			
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	11:10 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1239.9 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1172.4 gr
1/2"	12.700	136.9	11.9	11.9	88.1	80 - 100	Peso mat.lav. + filler en el filtro	1173.6 gr
3/8"	9.525	151.6	12.9	24.8	75.2	70 - 88	Peso inicial del filtro	23.1 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	30.3 gr
N°4	4.750	165.2	14.1	38.9	61.1	51 - 68	Peso del filler en filtro	1.2 gr
N°8	2.360						Peso del asfalto	95.3 gr
N°10	2.000	225.2	19.2	58.1	41.9	38 - 62	Contenido de asfalto	0.35 %
N°15	1.190						Relación Polvo - Asfalto	0.96
N°20	0.840							
N°30	0.600							
N°40	0.425	252.3	21.5	79.6	20.4	17 - 28		
N°50	0.300							
N°60	0.250	131.2	11.2	90.8	9.2	8 - 17		
N°100	0.150							
N°200	0.074	48.0	4.1	94.9	5.1	4 - 8		
< 200	-	60.2	5.1	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CUP. N° 242 212  
 JEFE DE LABORATORIO



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**

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

TÍTULO: "Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con cloruro de polivinilo como reemplazo parcial del agregado fino."

TESISTA: Quilce Diaz Roger Jansel

HECHO POR: A. Y. G.

CANTERA: Reshuemansac-Huamancaca

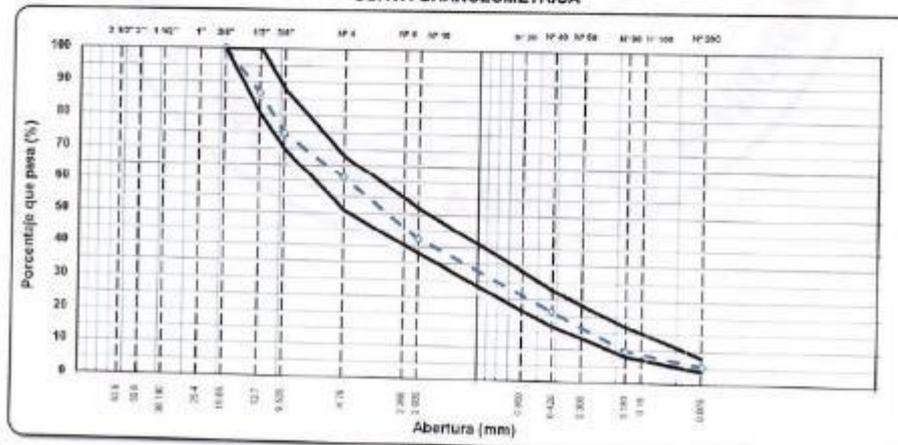
FECHA: Noviembre-2021

MATERIAL: Mezcla Asfáltica

MUESTRA: 1.5% de cloruro de polivinilo

TANIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	12:10 p. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1248.0 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1176.8 gr
1/2"	12.700	166.4	13.3	13.3	86.7	86 - 100	Peso mat lav. + filler en el filtro	1176.5 gr
3/8"	9.525	142.2	12.1	25.3	74.7	70 - 86	Peso inicial del filtro	30.4 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	32.1 gr
N° 4	4.750	160.2	13.6	38.9	61.1	55 - 68	Peso del filler en filtro	1.7 gr
N° 8	2.360						Peso del asfalto	66.5 gr
N° 10	2.000	219.4	18.6	57.5	42.5	38 - 62	Contenido de asfalto	5.34 %
N° 16	1.180						Relación Polvo - Asfalto	1.01
N° 20	0.840							
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	248.1	21.1	78.6	21.4	17 - 28		
N° 50	0.300							
N° 60	0.180	138.7	11.8	90.4	9.9	8 - 17		
N° 100	0.150							
N° 200	0.074	50.1	4.3	94.6	5.4	4 - 8		
< 200	-	53.4	5.4	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



OBSERVACIONES:



GEO TEST V. S.A.C.  
 ASOCIACION GEOLOGOS INGENIEROS PERUANOS  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247212  
 JEFE DE LABORATORIO

**Anexo N° 03: certificados de calibración**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 235 - 2020**

Área de Metrología  
 Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

1. Expediente	200360	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.
Capacidad Máxima	500 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	NO INDICA	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.
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	2 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	CHINA	
Identificación	21557 (*)	
Ubicación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2020-08-24	

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

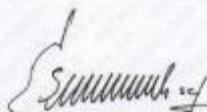
Página 1 de 4

1. Expediente	200360	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.
Capacidad Máxima	500 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	NO INDICA	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.
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	2 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	CHINA	
Identificación	21557 (*)	
Ubicación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2020-08-24	

Fecha de Emisión  
 2020-08-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

  
**ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ**



#### 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 N°	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		0,12		Diferencia Máxima	0,06	
Error Máximo Permisible		± 0,30		Error Máximo Permisible	± 0,30	



##### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
	1
3	4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1,00 g	1,0	0,05	0,00	160,00 g	160,0	0,05	0,00	0,00
2		1,0	0,05	0,00		159,9	0,02	-0,07	-0,07
3		1,0	0,08	-0,03		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
* Valor entre 0 y 10e						Error máximo permisible			± 0,20

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 235 - 2020

Página 4 de 4

#### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	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

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.



LECTURA CORREGIDA

$$: R_{\text{CORREGIDA}} = R + 6,04 \times 10^{-8} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$: U = 2 \times \sqrt{3,33 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 2,15 \times 10^{-8} \times R^2}$$

#### 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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 235 - 2020

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

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.



#### LECTURA CORREGIDA

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 6,04 \times 10^{-8} \times R$$

#### INCERTIDUMBRE

$$U = 2 \times \sqrt{3,33 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 2,15 \times 10^{-8} \times R^2}$$

#### 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

**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 CERD	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 N°	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 Permisible			± 30	Error Máximo Permisible			± 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 Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (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

### 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 CERD	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 N°	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 Permisible			± 30	Error Máximo Permisible			± 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 Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 162 - 2020**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

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

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.

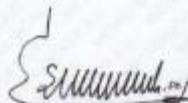
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-06-04



**ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 162 - 2020**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

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

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*

**ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ**



Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 162 - 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	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 Permisible			± 20,0	Error Máximo Permisible			± 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 10g

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 162 - 2020

Página 4 de 4

#### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	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

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

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.



LECTURA CORREGIDA

$$: R_{\text{CORREGIDA}} = R - 7,43 \times 10^{-8} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$: U = 2 \times \sqrt{3,27 \times 10^{-1} g^2 + 9,66 \times 10^{-10} \times R^2}$$

#### 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 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.

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



*E. Eleazar*  
**ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ**



**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 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.

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 Jefe del Laboratorio de Metrología

2020-06-04

Sello



*E. Eleazar*  
**ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 059 - 2020

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	0,8
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		
DTT	0,0	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2		



Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 059 - 2020

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	0,8
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		
DTT	0,0	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2		



Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 059 - 2020

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	0,8
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		
DTT	0,0	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2		





**METROTEC**

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

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

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

*Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud*

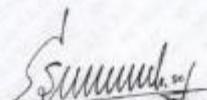
Página 1 de 3

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	
3. Dirección	Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN	
4. Instrumento de medición	CAZUELA CASAGRANDE	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.
Marca	FORNEY	
Modelo	LA-3715	
Procedencia	U.S.A.	
Número de Serie	542	
Código de Identificación	NO INDICA	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Tipo de contador	ANALÓGICO	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Verificación	2020-06-04	

Fecha de Emisión

2020-06-08

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
ELEAZAR CÉSAR CHÁVEZ RARAZ

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.

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

email: metrologia@metrolgiatecnicas.com

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



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

Página 1 de 6

1. Expediente	200244
2. Solicitante	ORDÓÑEZ 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).

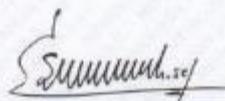
Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual esté en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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****2020-06-10**

**ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

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

Página 3 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 <sub>prom</sub> (°C)	max-T <sub>min</sub>
		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	108,4	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	110,2	108,9	3,1
22	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
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
T.PROM	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	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	108,1	
DTI	1,4	1,4	1,2	1,4	1,3	1,2	1,8	1,5	1,3	1,6	1,3	1,3	



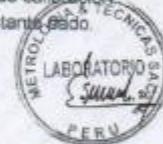
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

**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.

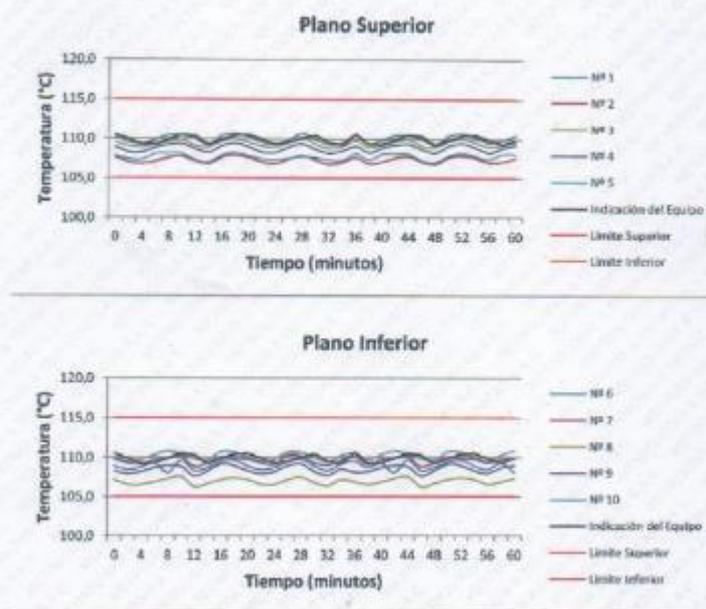
La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

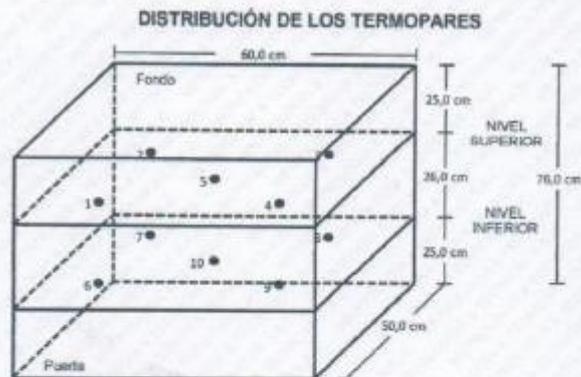
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

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

Página 5 de 6

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





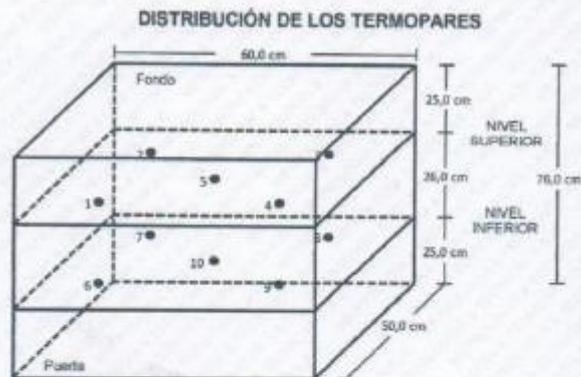
Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

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



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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN****MT - LTF - 011 - 2020***Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia*

Página 2 de 3

**7. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al DM / INACAL tomado como referencia la norma internacional ASTM C131 "Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine".

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	20,3 °C
Presión Atmosférica	65,7 %	65,7 %

**9. Patrones de referencia**

Se utilizaron patrones trazables al SNM-INDECOPI, con los siguientes certificados de calibración:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Generador de Funciones LTF-C-096-2019	TACÓMETRO ÓPTICO Incertidumbre del orden de 0,4 rpm	C-IN-0005-19
Cinta Métrica clase I LLA-256-2019	CINTA MÉTRICA con incertidumbre de medición de 0,9 mm.	L-0930-2019
Amplificador Óptico LLA-080-2018		
PATRONES DE REFERENCIA DE Dirección de Metrología - INACAL	BALANZA - OHAUS Con clase de exactitud II	MT-LM-065-2019

**10. Resultados**

Características de las esferas

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro ( mm )	Peso ( g )
1	46,76	418,4
2	46,75	418,2
3	46,76	418,3
4	46,78	418,5
5	46,77	418,4
6	46,78	418,2
7	46,78	418,2
8	46,77	418,4
9	46,78	418,6
10	46,77	418,3
11	46,77	418,3
12	46,78	418,2



*Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN****MT - LTF - 011 - 2020**

Página 3 de 3

## Determinación del vuelta/tiempo

Tiempo (seg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN			Giro de la Máquina (rpm)
	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	
60	32	32	32	32,0
120	64	64	64	32,0
180	96	96	96	32,0
240	128	128	128	32,0
300	160	160	160	32,0
360	192	192	192	32,0
420	224	224	224	32,0
480	256	256	256	32,0
540	288	288	288	32,0
600	320	320	320	32,0
660	352	352	352	32,0
720	384	384	384	32,0
780	416	416	416	32,0
840	448	448	448	32,0
900	480	480	480	32,0



**Nota 1.-** El peso adecuado para las esferas debe ser de entre 390 g y 445 g, el diámetro debe estar entre 46,38 mm y 47,63 mm.

**Nota 2.-** El cilindro del equipo debe girar a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm.

**Nota 3.-** El rango admisible para el diámetro interior del tambor del equipo es de  $711 \pm 5$  mm.

**Nota 4.-** El rango admisible para la longitud interior del tambor del equipo es de  $508 \pm 5$  mm.

**11. Observaciones**

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

Fin del documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 076 - 2020**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

<p><b>1. Expediente</b> 200244</p> <p><b>2. Solicitante</b> ORDOÑEZ CAMPOSANO VLADIMIR</p> <p><b>3. Dirección</b> Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN</p> <p><b>4. Equipo</b> PRENSA MARSHALL</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Capacidad</b> 50 kN</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Marca</b> UTEST</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Modelo</b> UTAS-0058</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Número de Serie</b> 17/002240</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Identificación</b> NO INDICA</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Procedencia</b> TURQUIA</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Ubicación</b> NO INDICA</p> <p><b>5. Indicador</b> DIGITAL</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Marca</b> UTEST</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>Número de Serie</b> NO INDICA</p> <p style="padding-left: 20px;"><b>División de Escala / Resolución</b> 0,01 kN</p> <p><b>6. Fecha de Calibración</b> 2020-06-08</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 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.</p> <p>METROLOGÍA &amp; 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 aqui 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 Jefe del Laboratorio de Metrología  
 2020-06-08

  
 ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ



*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	65 % 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

N° de Serie : 5W30576

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				Error de Exactitud $q$ (%)	Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	$F_1$ (kgf)	Patrón de Referencia				
%	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_4$ (kgf)		
10	5	509,3	509,5	509,4	0,09	0,24
20	10	1018,9	1019,1	1019,0	0,07	0,24
30	15	1529,4	1529,6	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	3569,6	3570,4	3570,1	-0,03	0,24
80	40	4079,8	4080,1	4080,2	-0,03	0,24
90	45	4590,5	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 ( $t_2$ )

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

CALIBRADO  
MT-LT-060-2020  
NÚM. / SÉRIE: 181528721  
FECHA DE CALIBRACIÓN: 2020-06-04

# METROTEC

## METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

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

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 060 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 3

1. Expediente	200242	<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 está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA &amp; 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>
2. Solicitante	ORDOÑEZ CAMPOSANO VLADIMIR	
3. Dirección	Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN	
4. Instrumento de medición	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL	
Alcance de indicación	-50 °C a 150 °C / -58 °F a 302 °F	
Div. de escala / Resolución	0,1 °C / °F	
Marca	CONTROL COMPANY	
Modelo	4353	
Número de Serie	181528721	
Procedencia	U.S.A.	
Elemento Sensor	TERMISTOR	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2020-06-04	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-06-08

ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ



CALIBRADO  
MT-LT-060-2020  
181528721  
2020-06-04

# METROTEC

## METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

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

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 060 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 3

1. Expediente	200242
2. Solicitante	ORDOÑEZ CAMPOSANO VLADIMIR
3. Dirección	Jr Grau 211, Huancayo - JUNIN
4. Instrumento de medición	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL
Alcance de indicación	-50 °C a 150 °C / -58 °F a 302 °F
Div. de escala / Resolución	0,1 °C / °F
Marca	CONTROL COMPANY
Modelo	4353
Número de Serie	181528721
Procedencia	U.S.A.
Elemento Sensor	TERMISTOR
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2020-06-04

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

2020-06-08

ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ



Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 060 - 2020**

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

INDICACIÓN DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (K=2) (°C)
10,0	9,98	-0,02	0,14
20,0	19,97	-0,03	0,14
40,0	39,96	-0,04	0,14

TCV (Temperatura Convencionalmente Verdadera) = Indicación del termómetro + Corrección

**Nota 1.-** La profundidad de inmersión del sensor fue 120 mm aproximadamente.**Nota 2.-** Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.**12. 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 de documento

**Anexo N° 04: panel fotográfico**



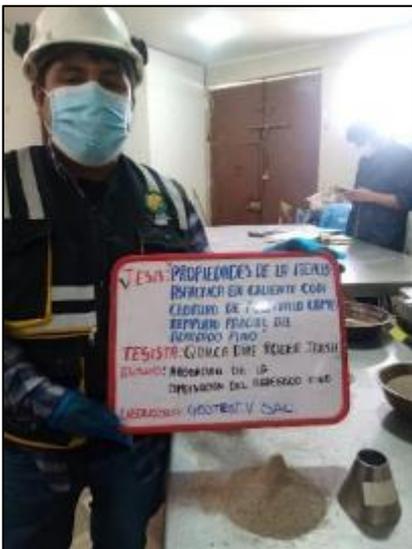
Fotografía 1. Ensayo de granulometría de acuerdo a la norma NTP 400.012.



Fotografía 2. Ensayo de granulometría de la arena chancada según la NTP 400.012.



Fotografía 3. Ensayo de granulometría de la piedra chancada de 3/4" según la NTP 400.012.



Fotografía 4. Ensayo de peso específico del agregado fino NTP 400.022.





Fotografía 7. Ensayo del peso específico del agregado grueso según la NTP 400.021.



Fotografía 8. Ensayo de peso específico del agregado grueso según la NTP 400.021.



Fotografía 9. Ensayo del peso específico del agregado grueso según la NTP 400.021.



Fotografía 10. Ensayo del equivalente de arena de la combinación del agregado fino según la NTP 339.146.



Fotografía 11. Material que pasa el tamiz N° 200 del agregado grueso según la NTP 400.018.



Fotografía 12. Material pasante del tamiz N° 200 del agregado fino según la NTP 400.018.



Fotografía 13. Ensayo de abrasión Los Ángeles según la NTP 400.019.



Fotografía 14. Ensayo para determinar caras fracturadas según la norma MTC E – 210.



Fotografía 15. Ensayo para determinar partículas chatas y alargadas según la NTP 400.040.



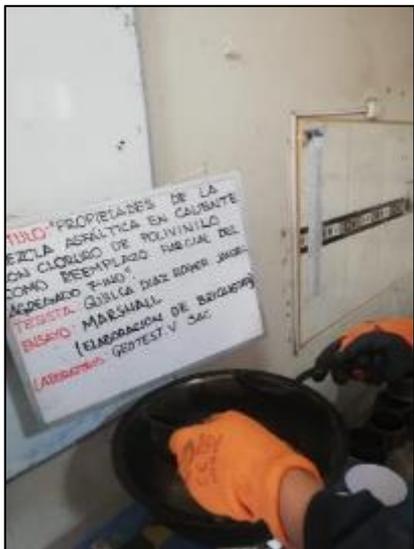
Fotografía 16. Ensayo para determinar sales solubles del agregado grueso según la MTC E – 2019.



Fotografía 17. Ensayo para determinar sales solubles del agregado fino según la MTC E – 219.



Fotografía 18. Ensayo de durabilidad de la combinación del agregado fino según la NTP 400.016.



Fotografía 19. Combinación del PEN 85/100 con los agregados según la MTC E – 504.



Fotografía 20. Vista de la mezcla asfáltica en caliente a 140 °C para la elaboración de especímenes según la MTC E – 504.



Fotografía 21. Compactación de mezclas asfálticas según la MTC E – 504.



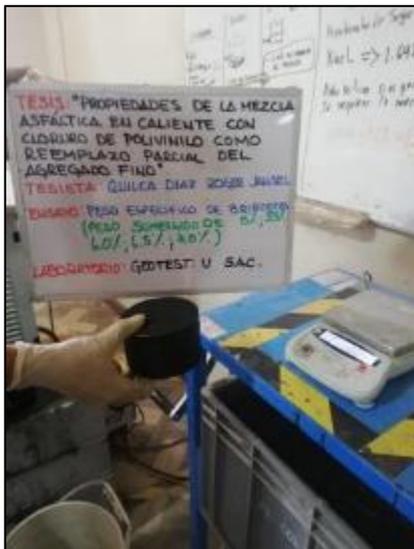
Fotografía 22. Desmoldado de especímenes con 5 %, 5.5 %, 6 %, 6.5 % y 7 % de cemento asfáltico PEN 85/100 según la MTC E – 504.



Fotografía 23. Peso específico de las mezclas asfálticas con cloruro de polivinilo según la MTC E – 514.



Fotografía 24. Baño por 15 min de los especímenes compactados según la MTC E – 514.



Fotografía 25. Peso específico de especímenes compactados según la MTC E – 514.



Fotografía 26. Medida de espesor de los especímenes según la MTC E – 504.



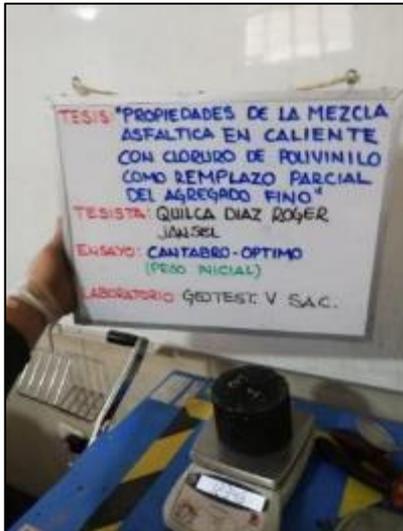
Fotografía 27. Baño María a 60 °C de especímenes según la MTC E – 504.



Fotografía 28. Ensayo Marshall de las mezclas asfálticas con cloruro de polivinilo según la MTC E – 504.



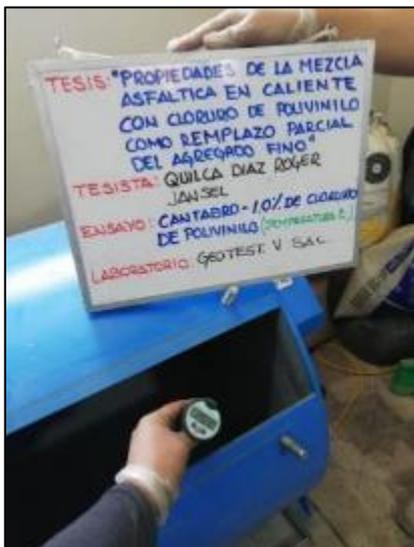
Fotografía 29. Determinación del óptimo contenido de cemento asfáltico en las mezclas según la MTC E – 502.



Fotografía 30. Pesado de muestras para realizar el ensayo de desgaste según la MTC E – 515.



Fotografía 31. Ensayo de pérdida por desgaste de mezclas asfálticas según la MTC E – 515.



Fotografía 32. Medición de la temperatura para la pérdida por desgaste de las mezclas asfálticas.



Fotografía 33. Especímenes finales después del ensayo de desgaste según la MTC E – 515.