



Tabla N°67. Pesos de grafito en relación con la arena

		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS																																																													
		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																													
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"																																																															
DETERMINACIÓN DE PESOS DE PROBETAS ADICIONADAS CON GRAFITO																																																															
BASADO EN LA NORMA MTC E 204																																																															
RESPONSABLES:		Kiara Aguilar Esquivel			FECHA: 12/01/2021																																																										
		Cristhian Chauca Quispe																																																													
LUGAR:		Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.																																																													
MATERIAL:		Agregado de la Cantera de Huambutio-Caicay																																																													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>% Asfalto</th> <th></th> <th>6.0%</th> <th>6.5%</th> <th>7.0%</th> <th>7.5%</th> </tr> <tr> <th>% Grafito</th> <th>Material</th> <th>Peso(gr)</th> <th>Peso(gr)</th> <th>Peso(gr)</th> <th>Peso(gr)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">5%</td> <td>Arena</td> <td>446.30</td> <td>443.85</td> <td>441.39</td> <td>438.94</td> </tr> <tr> <td>Grafito</td> <td>23.49</td> <td>23.36</td> <td>23.23</td> <td>23.10</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">10%</td> <td>Arena</td> <td>422.81</td> <td>420.49</td> <td>418.16</td> <td>415.84</td> </tr> <tr> <td>Grafito</td> <td>46.98</td> <td>46.72</td> <td>46.46</td> <td>46.20</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">15%</td> <td>Arena</td> <td>399.32</td> <td>397.13</td> <td>394.93</td> <td>392.74</td> </tr> <tr> <td>Grafito</td> <td>70.47</td> <td>70.08</td> <td>69.69</td> <td>69.31</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">20%</td> <td>Arena</td> <td>375.83</td> <td>373.77</td> <td>371.70</td> <td>369.64</td> </tr> <tr> <td>Grafito</td> <td>93.96</td> <td>93.44</td> <td>92.93</td> <td>92.41</td> </tr> </tbody> </table>						% Asfalto		6.0%	6.5%	7.0%	7.5%	% Grafito	Material	Peso(gr)	Peso(gr)	Peso(gr)	Peso(gr)	5%	Arena	446.30	443.85	441.39	438.94	Grafito	23.49	23.36	23.23	23.10	10%	Arena	422.81	420.49	418.16	415.84	Grafito	46.98	46.72	46.46	46.20	15%	Arena	399.32	397.13	394.93	392.74	Grafito	70.47	70.08	69.69	69.31	20%	Arena	375.83	373.77	371.70	369.64	Grafito	93.96	93.44	92.93	92.41
% Asfalto		6.0%	6.5%	7.0%	7.5%																																																										
% Grafito	Material	Peso(gr)	Peso(gr)	Peso(gr)	Peso(gr)																																																										
5%	Arena	446.30	443.85	441.39	438.94																																																										
	Grafito	23.49	23.36	23.23	23.10																																																										
10%	Arena	422.81	420.49	418.16	415.84																																																										
	Grafito	46.98	46.72	46.46	46.20																																																										
15%	Arena	399.32	397.13	394.93	392.74																																																										
	Grafito	70.47	70.08	69.69	69.31																																																										
20%	Arena	375.83	373.77	371.70	369.64																																																										
	Grafito	93.96	93.44	92.93	92.41																																																										

Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.2. Ensayo de abrasión los ángeles

a) Procedimiento o cálculo de la prueba

- $\% \text{ Abrasión} = \frac{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}}$

$\% \text{ Abrasión para A.G.}$

$$5000.00 - 3852.50 = 22.95 \%$$

b) Diagramas, tablas



Tabla N°68. Cálculo del ensayo de abrasión los ángeles 1/2"

		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"								
ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ÁNGELES BASADO EN LA NORMA MTC E 207								
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe				FECHA: 7/12/2020				
LUGAR: Laboratorio UNIVERSAL TESTING								
MATERIAL: Piedra chancada 1/2" de la Planta Asfáltica de Caicay								
ABRASIÓN LOS ÁNGELES 1/2 "								
3/4"	1/2"	TOTAL						
2500	2500	5000						
MÉTODO		A	B	C	D	E	F	G
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A USAR (gr)						
% QUE PASA	RETENIDO							
3"	2 1/2"					2 500		
2 1/2"	2"					2 500		
2"	1 1/2"					5 000	5 000	
1 1/2"	1"	1 250					5 000	5 000
1"	3/4"	1 250						5 000
3/4"	1/2"	1 250	2 500					
1/2"	3/8"	1 250	2 500					
3/8"	1/4"			2 500				
1/4"	N° 4			2 500				
N° 4	N° 8				5 000			
PESO TOTAL		5 000	5 000	5 000	5 000	10 000	10 000	10 000
N° de esferas		12	11	8	6	12	12	12
N° de revoluciones		500	500	500	500	1 000	1 000	1 000
Tiempo de rotación (min)		15	15	15	15	30	30	30
RESULTADOS DEL ENSAYO								
SIMB.	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	UNIDAD	VALOR				
		sin lavar		5000.00				
Pa	Peso Inicial del AG	P1 - Recipiente	gr	4066.64				
Pb	Peso Final del AG	P2 - Recipiente	gr	933.36				
% Desg.	% de Desgaste del AG	$((Pa-Pb) / Pa)*100$	%	18.67%				

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N°69. Cálculo del ensayo de abrasión los ángeles 3/4"

		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"									
ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ÁNGELES									
BASADO EN LA NORMA MTC E 207									
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe				FECHA: 23/12/2020					
LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.									
MATERIAL: Piedra chancada 3/4" de Huambutio									
ABRASIÓN LOS ÁNGELES DE 3/4"									
MÉTODO		A	B	C	D	E	F	G	
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A USAR (gr)							
% QUE PASA	RETENIDO								
3"	2 1/2"					2 500			
2 1/2"	2"					2 500			
2"	1 1/2"					5 000	5 000		
1 1/2"	1"	1 250					5 000	5 000	
1"	3/4"	1 250						5 000	
3/4"	1/2"	1 250	2 500						
1/2"	3/8"	1 250	2 500						
3/8"	1/4"			2 500					
1/4"	N° 4			2 500					
N° 4	N° 8				5 000				
PESO TOTAL		5 000	5 000	5 000	5 000	10 000	10 000	10 000	
N° de esferas		12	11	8	6	12	12	12	
N° de revoluciones		500	500	500	500	1 000	1 000	1 000	
Tiempo de rotación (min)		15	15	15	15	30	30	30	
3/4"	1/2"	.3/8"	TOTAL						
1667.5	1666.7	1667.2	5001.4						
RESULTADOS DEL ENSAYO									
SIMB.	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	UNIDAD	VALOR					
Pa	Peso Inicial del AG	P1 - Recipiente	gr	5001.40					
Pb	Peso Final del AG	P2 - Recipiente	gr	3560.14					
% Desg.	% de Desgaste del AG	$((Pa-Pb) / Pa) * 100$	%	28.82%					

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis de la prueba

El resultado del agregado grueso 1/2" de la Planta Asfáltica de Caicay – Cusco, el 3/4" de Huambutio, con respecto al ensayo de abrasión por medio de la maquina Los Ángeles, cumple con el requerimiento establecido de los requisitos de calidad para Agregado Grueso EG 2013.



3.6.1.3. Ensayo de Partículas Chatas y Alargadas en Agregados Gruesos

a) Procedimiento o cálculo de la prueba

- $Peso\ RET\ \% = \frac{Peso\ RET\ gr\ x\ 100}{Peso\ RET\ TOTAL}$
- $Peso\ RET\ \% = \frac{1613.00\ x\ 100}{2070.50} = 77.9\ \%$
- $\% PASA = \%pasa\ (Anterior) - Peso\ RET\ \%$
- $\% PASA = 100\% - 77.90\% = 22.10$
- $\% = \frac{Peso\ gr\ x\ 100}{Peso\ RET\ TOTAL}$
- $\% = \frac{39.5\ x\ 100}{2070.50} = 1.91\%$
- $Partículas\ chatas\ y\ alargadas = \sum \% = 1.91 + 0.51 + 0.41 = 2.83\%$

b) Diagramas, tablas



Tabla N°70. Cálculo de ensayo de partículas chatas y alargadas en agregado grueso de 1/2"

 Universidad Andina del Cusco		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"												
ENSAYO DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS BASADO EN LA NORMA MTC E 223												
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe						FECHA: 31/12/2020						
LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.												
MATERIAL: Piedra chancada 1/2" de la Planta Asfáltica de Caicay												
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS												
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL 1/2"												
	Peso inicial	2000	PARTÍCULAS CHATAS				PARTÍCULAS ALARGADAS		PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS		PARTÍCULAS NI CHATAS Y NI ALARGADAS	
PASA	RETENIDO	PESO RETENIDO (g)	PESO RET. (%)	% PASA.	PESO (g)	%	PESO (g)	%	PESO (g)	%	PESO (g)	%
2"	1 1/2"	0.00	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
1 1/2"	1"	0.00	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
1"	3/4"	0.00	0	22.10	39.5	1.91	0	0	0	0	1573.5	76.00
3/4"	1/2"	1613.00	77.90	3.26	10.5	0.51	3	0.14489254	0	0	376.5	18.18
1/2"	3/8"	390.00	18.84	0.00	8.5	0.41	3	0.14489254	0	0	56	2.70
3/8"	1/4"	67.50	3.26	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0.00
FONDO		0.00	0.00									
SUMATORIA		2070.50	100									
						2.825404492			0.28978508			
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS						lap=	2.825404492	%	REQUISITO	OBSERVACIÓN		
									10% MÁX	CUMPLE		

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N°71. Cálculo de ensayo de partículas chatas y alargadas en agregado grueso de 3/4"

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS											
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO													
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA													
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"													
ENSAYO DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS													
BASADO EN LA NORMA MTC E 223													
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel						FECHA: 21/12/2020							
Cristhian Chauca Quispe													
LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.													
MATERIAL: Piedra chancada de la Planta Asfáltica de Caicay													
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS													
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL 3/4"													
PASA	RETENIDO	PESO RETENIDO (g)	PARTICULAS CHATAS				PARTICULAS ALARGADAS		PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS		PARTICULAS NI CHATAS Y NI ALARGADAS		
			PESO RET. (%)	% PASA.	PESO (g)	%	PESO (g)	%	PESO (g)	%	PESO (g)	%	
2"	1 1/2"	-		100	0	0	0	0	0	0	0	0	
1 1/2"	1"	3674.50	72.21	27.79	22	0.43	0	0	0	0	3652.5	71.78	
1"	3/4"	1351.00	26.55	1.24	58	1.14	7.5	0.15	0	0	1285.5	25.26	
3/4"	1/2"	43.00	0.85	0.39	0	0.00	0	0	0	0	43	0.85	
1/2"	3/8"	20.00	0.39	0.00	0	0.00	0	0	0	0	20	0.39	
3/8"	1/4"	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	
FONDO		0.00	0.00					0	0	0		0	
SUMATORIA		5088.50	100										
						1.57							
						PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS =		lap =		1.57		%	
								REQUISITO		OBSERVACION			
								10% MAX		CUMPLE			

Fuente: Elaboración Propia



c) Análisis de la prueba

El porcentaje en cada uno de los agregados grueso 3/4" Huambutio-Cusco y 1/2" Caicay-Cusco cumplen ya que son menores al 10%. Mientras que el índice de alargamiento si se cumple para los tamaños máximos nominales de 3/4" y de 1/2", en ambos casos son menores al 10%. Estas cumplen con las especificaciones requeridas por el EG 2013.

3.6.1.4. Ensayo para la determinación del Porcentaje de Partículas Fracturadas del Agregado Grueso

a) Procedimiento o cálculo de la prueba

- $\% \text{ Caras Fracturadas} = \frac{\text{Peso material con caras fracturadas}}{\text{Peso de muestra}} * 100$

- $\% \text{ Caras Fracturadas (con una o mas caras fracturadas A.G. } \frac{1}{2}\text{") =}$

$$\frac{1489.42}{1500.10} * 100 = 99.29\%$$

- $\% \text{ Retenido Gradación Original} = \frac{\text{Peso de muestra por tamiz}}{\text{Peso de muestra total}} * 100$

- $\% \text{ Retenido Gradación Original (con una o mas caras fracturadas A.G. } \frac{1}{2}\text{") =}$

$$\frac{1500.10}{2700.47} * 100 = 55.55\%$$

- $\text{Promedio de caras fracturadas} = \% \text{ caras fracturadas} * \% \text{ retenido gradación}$

- $E \text{ (con una o mas caras fracturadas A.G. } \frac{1}{2}\text{") = } 99.29\% * 55.55\% = 55.15\%$

b) Diagramas o tablas



Tabla N°72. Cálculo de ensayo de ensayo para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas del agregado grueso de ¾”

		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"						
ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS						
BASADO EN LA NORMA MTC E 210						
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe				FECHA: 23/12/2020		
LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.						
MATERIAL: Piedra Chancada de ¾" de Huambutio, Cusco						
PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS ¾"						
CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C = ((B/A)*100)	D (A/TOTAL "A")	E (C*D)
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO DE MUESTRA (gr)	PESO MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS (gr)	% CARAS FRACTURADAS	% RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
1"	¾"	1500.10	1489.42	99.29%	55.55%	55.15%
¾"	1/2"	1200.37	1199.37	99.92%	44.45%	44.41%
TOTAL		2700.47			100.00%	99.57%
% PARTÍCULAS CON UNA (1) O MÁS CARAS FRACTURADAS =						99.57%
CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C = ((B/A)*100)	D (A/TOTAL "A")	E (C*D)
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO DE MUESTRA (gr)	PESO MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS (gr)	% CARAS FRACTURADAS	% RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
1"	¾"	1500.10	1382.48	92.16%	55.55%	51.19%
¾"	1/2"	1200.37	1159.63	96.61%	44.45%	42.94%
TOTAL		2700.47			100.00%	94.14%
% PARTÍCULAS CON DOS (2) O MÁS CARAS FRACTURADAS =						94.14%

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N°73. Cálculo de ensayo de ensayo para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas del agregado grueso de ½”

		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS				
		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"						
ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS						
BASADO EN LA NORMA MTC E 210						
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe				FECHA: 12/12/2020		
LUGAR: Laboratorio UNIVERSAL TESTING						
MATERIAL: Piedra Chancada de 1/2" de Caicay, Cusco						
PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS 1/2"						
CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C = ((B/A)*100)	D (A/TOTAL "A")	E (C*D)
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO DE MUESTRA (gr)	PESO MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS (gr)	% CARAS FRACTURADAS	% RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
3/4"	1/2"	1362.12	1362.12	100.00%	83.71%	83.71%
1/2"	3/8"	265.03	261.89	98.82%	16.29%	16.10%
TOTAL		1627.15			100.00%	99.81%
% PARTÍCULAS CON UNA (1) O MÁS CARAS FRACTURADAS =						99.81%
CONDOS O MÁS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C = ((B/A)*100)	D (A/TOTAL "A")	E (C*D)
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO DE MUESTRA (gr)	PESO MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS (gr)	% CARAS FRACTURADAS	% RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
3/4"	1/2"	1362.12	1350.56	99.15%	83.71%	83.00%
1/2"	3/8"	265.03	223.97	84.51%	16.29%	13.76%
TOTAL		1627.15			100.00%	96.77%
% PARTÍCULAS CON DOS (2) O MÁS CARAS FRACTURADAS =						96.77%

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis de la prueba

El valor del agregado grueso ¾” de Huambutío, Lucre - Cusco, con respecto al ensayo para la determinación del porcentaje de Partículas Fracturadas, para el caso de la evaluación de una o más caras fracturadas se aproxima al requerimiento y para el caso de dos o más caras fracturadas cumple con el requerimiento establecido de los requisitos de calidad para Agregado Grueso EG 2013.

El valor del agregado grueso ½” de Caicay - Cusco, con respecto al ensayo para la determinación del porcentaje de Partículas Fracturadas, para el caso de la evaluación de una o



más caras fracturadas se aproxima al requerimiento y dos o más caras fracturadas cumple con el requerimiento establecido de los requisitos de calidad para Agregado Grueso EG 2013.

3.6.1.5. Ensayo peso específico y absorción

a) Procedimiento o cálculo de la prueba

Para el agregado grueso:

- Pe aparentemente seca=

$$\frac{\text{Peso en el aire seco al horno}}{(\text{P. aire seco al horno} - \text{P. saturado superficialmente seco sumergida en agua})} = \frac{5050.44}{(5050.44 - 2992.87)} = 2.45$$

- Pe de masa saturada con superficie seca =

$$\frac{\text{Peso en el aire saturado superficilmente seco}}{(\text{Pe. en el aire saturado superficilmente seco} - \text{Pe saturado superficialmente seco sumergida en agua})} = \frac{5099.78}{(5099.78 - 2992.87)} = 2.42$$

- Peso seco Bulk =

$$\frac{\text{Peso en el aire seco al horno}}{(\text{Pe. en el aire saturado superficilmente seco} - \text{Pe saturado superficialmente seco sumergida en agua})} = \frac{5050.44}{(5099.78 - 2992.87)} = 2.42$$

- Absorción =

$$\frac{(\text{Peso en el aire saturado superficilmente seco} - \text{Peso en el aire seco al horno}) \times 100}{\text{Peso en el aire seco al horno}} = \frac{(5099.78 - 5050.44) \times 100}{5050.44} = 0.98\%$$

Para el agregado fino:

A = Peso en el aire del agregado seco al horno

B = Peso del picnómetro + agua

C = Peso del picnómetro + agregado + agua hasta la marca

D = Peso del material saturado superficialmente seco

- Pe seca aparentemente =

$$\frac{A}{(B + A - C)} = \frac{522.98}{(1296.43 + 522.98 - 1656.81)} = 3.216$$

- Pe de masa saturada con superficie seca =



$$\frac{D}{(B + D - C)} = \frac{525.58}{(1296.43 + 525.58 - 1656.81)} = 3.181$$

- Peso seco Bulk =

$$\frac{A}{(B + D - C)} = \frac{522.98}{(1296.81 + 525.58 - 1656.81)} = 3.166$$

- Absorción =

$$\frac{(D - A) \times 100}{A} = \frac{(525.58 - 522.98) \times 100}{522.98} = 0.497\%$$

b) Diagramas o tablas

Tabla N°74. Cálculo de ensayo de peso específico y absorción 3/4"

		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"							
ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN							
BASADO EN LA NORMA MTC E 206							
RESPONSABLES: <u>Kiara Aguilar Esquivel</u>						FECHA: <u>22/12/2020</u>	
Cristhian Chauca Quispe							
LUGAR: <u>Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.</u>							
MATERIAL: <u>Agredado Grueso 3/4" de Huambutio, Cusco</u>							
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO DE 3/4"							
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	N°1	N°2	PROMEDIO		
A	Peso en el aire del agregado seco al horno	gr	5050.44	5032.31			
B	Peso en el aire del agregado saturado superficialmente seco	gr	5099.78	5081.352			
C	Peso del agregado saturado superficialmente seco sumergido en agua	gr	2992.87	2980.07			
Pea=Gsa	Pe seco aparente (A/(A-C))	gr/cm ³	2.45	2.45	2.45		
Pesss=Gsssb	Pe de masa saturada con superficie seca (B/(B-C))	gr/cm ³	2.42	2.42	2.42		
Pe _r =Gsb	Pe seco Bulk (A/(B-C))	gr/cm ³	2.40	2.39	2.40		
Ab	Absorción ((B-A)*100/A)	%	0.98%	0.97%	0.98%		

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N°75. Cálculo de ensayo de peso específico y absorción 1/2"

	FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"			
ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN			
BASADO EN LA NORMA MTC E 206			
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe		FECHA: 8/12/2020	
LUGAR: Laboratorio UNIVERSAL TESTING.			
MATERIAL: Agredado Grueso de 1/2" Planta Asfáltica de Caicay, Cusco			
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO DE 1/2"			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	N°1
A	Peso en el aire del agregado seco al horno	gr	1982.33
B	Peso en el aire del agregado saturado superficialmente seco	gr	2001.04
C	Peso del agregado saturado superficialmente seco sumergido en agua	gr	1212.05
Pea= Gsa	Pe seco aparente (A/(A-C))	gr/cm3	2.57
Pesss=Gsssb	Pe de masa saturada con superficie seca (B/(B-C))	gr/cm3	2.54
Pe,=Gsb	Pe seco Bulk (A/(B-C))	gr/cm3	2.51
Ab	Absorción	%	0.94%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°76. Cálculo de ensayo de peso específico y absorción arena triturada

	FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"			
ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN			
BASADO EN LA NORMA MTC E 205			
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe		FECHA: 8/12/2020	
LUGAR: Laboratorio UNIVERSAL TESTING			
MATERIAL: Arena Triturada de Caicay, Cusco			
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO TRITURADA			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	N°1
A	Peso en el aire del agregado seco al horno	gr	537.21
B	Peso del Picnómetro + Agua	gr	1296.43
C	Peso del Picnómetro + Agregado + Agua hasta la marca	gr	1615.43
D	Peso del material saturado superficialmente seco	gr	539.87
Pea= Gsa	Pe seco aparente (A/(B+A-C))	gr/cm3	2.462
Pesss=Gsssb	Pe de masa saturada con superficie seca (D/(B+D-C))	gr/cm3	2.444
Pe=Gsb	Pe seco Bulk (A/(B+D-C))	gr/cm3	2.432
Ab	Absorción ((D-A)*100/A)	gr/cm3	0.495%

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N°77. Cálculo de ensayo de peso específico y absorción arena lavada

	FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFTO"			
ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN			
BASADO EN LA NORMA MTCE 205			
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe		FECHA: 8/12/2020	
LUGAR: Laboratorio UNIVERSAL TESTING			
MATERIAL: Arena Lavada de Caicay, Cusco			
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO LAVADA			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	N°1
A	Peso en el aire del agregado seco al horno	gr	522.98
B	Peso del Picnómetro + Agua	gr	1296.43
C	Peso del Picnómetro + Agregado + Agua hasta la marca	gr	1656.81
D	Peso del material saturado superficialmente seco	gr	525.58
Pea= Gsa	Pe seco aparente (A/(B+A-C))	gr/cm3	3.216
Pesss=Gsssb	Pe de masa saturada con superficie seca (D/(B+D-C))	gr/cm3	3.181
Pe=Gsb	Pe seco Bulk (A/(B+D-C))	gr/cm3	3.166
Ab	Absorción ((D-A)*100/A)	%	0.497%

Fuente: Elaboración Propia

d) Análisis de la prueba

El valor del agregado grueso con respecto al ensayo para la determinación del porcentaje de absorción se aproxima al requerimiento de 1.0 % máx. según el EG 2013. Si cumple

El valor del agregado fino con respecto al ensayo para la determinación del porcentaje de absorción se aproxima al requerimiento de 0.50 % máx. según el EG 2013. Si cumple.

3.6.1.6. Ensayo para la determinación del Límite de Consistencia del Agregado Fino

a) Procedimiento o cálculo de la prueba

- *Peso de la muestra seca (Pms) = (Peso Tara + muestra seca) – (Peso Tara)*
- *Peso de la muestra seca (Pms) = 45.85 – 22.95 = 22.90 gr*
- *Peso del agua (Pa) = (Peso Tara + muestra hum.) – (Peso Tara + muestra seca)*
- *Peso del agua (Pa) = 50.69 – 45.85 = 4.84 gr*

- *Contenido de Humedad (%) = $\frac{\text{Peso del Agua (Pa)}}{\text{Peso de la muestra seca (Pms)}}$*

- *Contenido de Humedad (%) = $\frac{4.84}{22.90} = 21.14\%$*

- *Límite Líquido (LL) = Contenido de Humedad (Wⁿ) * $\left(\frac{\text{Número de golpes (N)}}{25}\right)^{0.121}$*

- *Límite Líquido (LL) = (21.14%) * $\left(\frac{25}{25}\right)^{0.121} = 20.31\%$*

- Límite Líquido (LL) = Factor límite líquido (k) * Contenido de humedad (Wⁿ)
- Límite Líquido (LL) = 1 * 20.31% = 20.31%

b) Diagramas o tablas

Tabla N°78. Cálculo de ensayo de límites de consistencia

		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																													
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"																																															
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS BASADO EN LA NORMA MTCE 110																																															
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe			FECHA: 11/12/2020																																												
LUGAR: Laboratorio UNIVERSAL TESTING																																															
MATERIAL: Arena Triturada y Arena Lavada de Caicay, Cusco																																															
LÍMITES DE CONSISTENCIA PARA EL AGREGADO FINO																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tara Número</th> <th colspan="3">LÍMITE LÍQUIDO</th> <th rowspan="2">LÍMITE PLÁSTICO</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso Tara + Muestra Húmeda (A) gr</td> <td>50.69</td> <td>57.94</td> <td>54.79</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso Tara + Muestra Seca (B) gr</td> <td>45.85</td> <td>53.02</td> <td>50.75</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Tara (C) gr</td> <td>22.95</td> <td>29.56</td> <td>29.28</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Muestra Seca (Pms=B-C) gr</td> <td>22.90</td> <td>23.46</td> <td>21.47</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso del Agua (Pa=A-B) gr</td> <td>4.84</td> <td>4.92</td> <td>4.04</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (Pa/Pms)</td> <td>21.14%</td> <td>20.97%</td> <td>18.82%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Número de Golpes</td> <td>18</td> <td>22</td> <td>36</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>					Tara Número	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	1	2	3	Peso Tara + Muestra Húmeda (A) gr	50.69	57.94	54.79	-	Peso Tara + Muestra Seca (B) gr	45.85	53.02	50.75	-	Peso de la Tara (C) gr	22.95	29.56	29.28	-	Peso de la Muestra Seca (Pms=B-C) gr	22.90	23.46	21.47	-	Peso del Agua (Pa=A-B) gr	4.84	4.92	4.04	-	Contenido de Humedad (Pa/Pms)	21.14%	20.97%	18.82%	-	Número de Golpes	18	22	36	-
Tara Número	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO																																											
	1	2	3																																												
Peso Tara + Muestra Húmeda (A) gr	50.69	57.94	54.79	-																																											
Peso Tara + Muestra Seca (B) gr	45.85	53.02	50.75	-																																											
Peso de la Tara (C) gr	22.95	29.56	29.28	-																																											
Peso de la Muestra Seca (Pms=B-C) gr	22.90	23.46	21.47	-																																											
Peso del Agua (Pa=A-B) gr	4.84	4.92	4.04	-																																											
Contenido de Humedad (Pa/Pms)	21.14%	20.97%	18.82%	-																																											
Número de Golpes	18	22	36	-																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Para Un Punto</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">$LL = W^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$</td> <td style="text-align: center;">ó $LL = kW^n$</td> </tr> <tr> <td>Numero de golpes (N):</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (Wn):</td> <td style="text-align: center;">20.31%</td> </tr> <tr> <td>Factor k:</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> </tr> <tr> <td>LL = 20.31%</td> <td>LL = 20.31%</td> </tr> </tbody> </table>					Para Un Punto		1	2	$LL = W^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$	ó $LL = kW^n$	Numero de golpes (N):	25	Contenido de humedad (Wn):	20.31%	Factor k:	1	1	2	LL = 20.31%	LL = 20.31%																											
Para Un Punto																																															
1	2																																														
$LL = W^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$	ó $LL = kW^n$																																														
Numero de golpes (N):	25																																														
Contenido de humedad (Wn):	20.31%																																														
Factor k:	1																																														
1	2																																														
LL = 20.31%	LL = 20.31%																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>N (Numero de golpes)</th> <th>K (Factor para limite liquido)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0,974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0,979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0,985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0,990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0,995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1,000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1,005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1,009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1,014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1,018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1,022</td></tr> </tbody> </table>					N (Numero de golpes)	K (Factor para limite liquido)	20	0,974	21	0,979	22	0,985	23	0,990	24	0,995	25	1,000	26	1,005	27	1,009	28	1,014	29	1,018	30	1,022																			
N (Numero de golpes)	K (Factor para limite liquido)																																														
20	0,974																																														
21	0,979																																														
22	0,985																																														
23	0,990																																														
24	0,995																																														
25	1,000																																														
26	1,005																																														
27	1,009																																														
28	1,014																																														
29	1,018																																														
30	1,022																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Número de golpes</th> <th>Contenido de humedad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25</td> <td>20.31%</td> </tr> <tr> <td style="color: red;">25</td> <td style="color: red;">20.31%</td> </tr> </tbody> </table>					Número de golpes	Contenido de humedad (%)	25	20.31%	25	20.31%																																					
Número de golpes	Contenido de humedad (%)																																														
25	20.31%																																														
25	20.31%																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Límites de Consistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Límite Líquido:</td> <td style="text-align: center;">20.31%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico:</td> <td style="text-align: center;">NP</td> </tr> </tbody> </table>					Límites de Consistencia		Límite Líquido:	20.31%	Límite Plástico:	NP																																					
Límites de Consistencia																																															
Límite Líquido:	20.31%																																														
Límite Plástico:	NP																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">LÍMITE LIQUIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					LÍMITE LIQUIDO																																										
LÍMITE LIQUIDO																																															

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis de la prueba

El valor del agregado fino de la planta asfáltica de Caicay - Cusco, con respecto al ensayo de límites de consistencia, para el caso de límite líquido, cumple, y para el caso de índice de plasticidad este no se presenta por lo cual también cumple con el requerimiento establecido de los requisitos de calidad para agregado fino EG 2013.



3.6.1.7. Ensayo para la determinación de Angularidad de Finos

a) Procedimiento o cálculo de la prueba

- $Peso\ de\ la\ Arena\ (W) = P\ peso\ arena + cilindro\ (PW) - P\ peso\ del\ Cilindro\ (P)$
- $Peso\ de\ la\ Arena\ (W) = 11552.00 - 7155.00 = 4397.00\ gr$
- $Angularidad\ (A\%) = \frac{Volumen\ (V) - \frac{Peso\ de\ arena\ (W)}{Gravedad\ Específica\ bruta\ (Gsb)}}{Volumen\ (V)} * 100$
- $Angularidad\ (A\%) = \frac{3049.97 - \frac{4397.00}{2.91}}{3049.97} * 100 = 50.38\%$

b) Diagramas o tablas

Tabla N°79. Cálculo de ensayo de angularidad de finos

	FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"		
ENSAYO DE ANGULARIDAD DEL AGREGADO		
BASADO EN LA NORMA MTC E 222		
RESPONSABLES: <u>Kiara Aguilar Esquivel</u> <u>Cristhian Chauca Quispe</u>		FECHA: <u>11/01/2021</u>
LUGAR: <u>Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.</u>		
MATERIAL: <u>Arena Triturada y Arena Lavada de Caicay, Cusco</u>		
ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO		
Tamices utilizados: <u>N° 8 y N°200</u>		
DATOS DEL ENSAYO		MUESTRA
Peso del Molde (gr)		7155.00
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)		11552.00
Peso de la Muestra Suelta (gr)		4397.00
Altura del Molde (cm)		16.72
Diámetro del Molde (cm)		15.24
Volumen del Molde (cm ³)		3049.97
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)		1.44165
Peso Específico (gr/cm ³)		2.84
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)		1441.65
Angularidad (%)		49.22%

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis de la prueba

El valor del agregado fino de la planta asfáltica de Caicay – Cusco, con respecto al ensayo de angularidad de finos cumple con el requerimiento establecido de los requisitos de calidad para agregado fino EG 2013.



3.6.1.8. Ensayo para la Durabilidad al Sulfato de Magnesio

a) Procedimiento o cálculo de la prueba

- % Pérdida al sulfato de magnesio =
$$\frac{\text{Peso de inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso de inicial}}$$

$$\frac{100.06 - 98.6}{100.06} = 1.46\%$$

- Se aplica tanto para el agregado fino y el agregado grueso.

b) Diagramas o tablas

Tabla N°80. Cálculos durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino

 Universidad Andina del Cusco		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"					
ENSAYO DE DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO BASADO EN LA NORMA MTC E 209					
RESPONSABLES: <u>Kiara Aguilar Esquivel</u> <u>Cristhian Chauca Quispe</u>			FECHA: <u>4/01/2021</u>		
LUGAR: <u>Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.</u>					
MATERIAL: <u>Agregado Fino de la Planta Asfáltica de Caicay</u>					
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO AGREGADO FINO					
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO MÍNIMO REQUERIDO (gr)	PESO SECO DE LA FRACCIÓN ENSAYADA (gr)	CUMPLE	TAMIZ PARA REMOVER EL RESIDUO
3/8"	N°4	100	100.06	SI	N°4
N°4	N°8	100	100.06	SI	N°8
N°8	N°16	100	100.05	SI	N°16
N°16	N°30	100	100.03	SI	N°30
N°30	N°50	100	100.05	SI	N°50
TOTAL		500	500.25		
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO SECO DE LA FRACCIÓN ENSAYADA (gr)	PÉRDIDA TOTAL		
3/8"	N°4	98.6	1.46%		
N°4	N°8	96.24	3.82%		
N°8	N°16	96.6	3.45%		
N°16	N°30	97.82	2.21%		
N°30	N°50	96.62	3.43%		
TOTAL		485.88	14.36%		
PÉRDIDA TOTAL			14.36%	85.64%	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N°81. Cálculos durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso

	FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"						
ENSAYO DE DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO						
BASADO EN LA NORMA MTC E 209						
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe		FECHA: 16/12/2020				
LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.						
MATERIAL: Agregado Grueso de la Planta Asfáltica de Caicay - Huambutio						
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO AGREGADO GRUESO						
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO REQUERIDO (gr)	TOLERANCIA	PESO SECO DE LA FRACCIÓN ENSAYADA (gr)	CUMPLE	TAMIZ PARA REMOVER EL RESIDUO
2 1/2"	1 1/25"	5000	± 300	-	NO	1 1/25"
1 1/25"	3/4"	1500	± 50	1000.4	NO	3/4"
3/4"	1/2"	1000	± 10	670.32	NO	1/2"
1/2"	3/8"	300	± 5	300.48	SI	3/8"
TOTAL		7800	-	1971.2		-
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO SECO DE LA FRACCIÓN ENSAYADA (gr)	PÉRDIDA TOTAL			
2 1/2"	1 1/25"	-	-			
1 1/25"	3/4"	990.65	0.97%			
3/4"	1/2"	668.26	0.31%			
1/2"	3/8"	297.17	1.10%			
TOTAL		1956.08	2.38%			
PÉRDIDA TOTAL			2.38%			97.62%

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis de la prueba

El valor del agregado fino, con respecto al ensayo sulfato de magnesio cumple con el requerimiento establecido de los requisitos de calidad para Agregado Fino que es de 18% como máximo según EG 2013.

El valor del agregado grueso, con respecto al ensayo sulfato de magnesio cumple con el requerimiento establecido de los requisitos de calidad para Agregado grueso que es de 15% como máximo según EG 2013.

3.6.2. Ensayos para determinar propiedades físico – mecánicas

3.6.2.1. Ensayo de parámetros volumétricos

Cálculos para Determinar el % Asfalto Óptimo



Tabla N°82. Cálculos de la gravedad específica bulk de las mezclas asfálticas - % asfalto
óptimo

	FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
<p>TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"</p>					
<p>GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS - % ASFALTO ÓPTIMO</p> <p>BASADO EN LA NORMA AASHTO T166</p>					
<p>RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel FECHA: 15/02/2021 Cristhian Chauca Quispe</p> <p>LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.</p> <p>MATERIAL: Probetas adicionadas sin Grafito, Cusco</p>					
<p>GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK PROMEDIO DE LAS PROBETAS COMPACTADAS</p>					
%	N°	WD	WSUB	WSSD	Gmb
PORCENTAJE DE ASFALTO	PROBETA	PESO AL AIRE (g)	PESO SUMERGIDO (g)	PESO EN SU CONDICIÓN SSD EN EL AIRE (g)	GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DEL ESPECÍMEN
6	1	1211.940	680.000	1216.500	2.259
	2	1213.190	692.500	1216.000	2.317
	3	1215.180	695.000	1218.000	2.323
	4	1226.040	702.000	1230.500	2.320
	-	PROMEDIO			
6.5	1	1210.520	688.000	1213.000	2.306
	2	1230.910	701.500	1236.000	2.303
	3	1216.820	682.000	1218.000	2.270
	4	1195.770	670.500	1201.000	2.254
	-	PROMEDIO			
7	1	1228.230	697.000	1234.000	2.287
	2	1201.450	681.000	1205.000	2.293
	3	1219.010	698.000	1223.000	2.322
	4	1214.010	696.000	1218.000	2.326
	-	PROMEDIO			
7.5	1	1211.350	695.000	1213.000	2.339
	2	1204.900	682.000	1210.000	2.282
	3	1209.650	691.000	1211.000	2.326
	4	1229.190	703.000	1230.000	2.332
	-	PROMEDIO			

Fuente: Elaboración Propia

$$G_{mb} = \frac{WD}{W_{SSD} - W_{sub}}$$

- G_{mb} : Gravedad específica bulk de la muestra compactada
- W_D : Peso del espécimen al aire
- W_{SSD} : Peso del espécimen en su condición SSD en el aire
- W_{sub} : Peso del espécimen sumergido

- $G_{mb} = \frac{1211.940}{1216.500 - 680.000} = 2.259$



Gravedad específica teórica máxima (Gmm)

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{\% \text{asfalto}}{G_{sa \text{asfalto}}} + \frac{\% \text{grueso}}{A} + \frac{\% \text{fino}}{B} + \frac{\% \text{filler}}{C}}$$

Siendo:

- $A = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2}$, para el agregado grueso
- $B = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2}$, para el agregado fino
- $C = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2}$, para el filler

Donde:

- G_{sb} = Gravedad específica Bulk
- G_{sa} = Gravedad específica aparente
- $G_{mm} = \frac{100}{\frac{6}{1.017} + \frac{47}{2.488} + \frac{44.18}{2.836} + \frac{2.82}{2.85}} = 2.4183 \text{ gr/cm}^3$

Vacíos en el agregado grueso en la condición seco-rodillado (VCA_{DRC})

$$VCA_{DRC} = \left(\frac{G_{ca} \gamma_w - \gamma_s}{G_{ca} \gamma_w} \right) * 100$$

Donde:

- γ_s : Peso Unitario de la fracción de agregado grueso en la condición seco-rodillado (Kg/m³)
- γ_w : Peso Unitario del agua (998 Kg/m³)
- G_{ca} : Gravedad Específica Bulk del agregado grueso
- $VCA_{DRC} = \left(\frac{2.438 * 998 - 1063.60}{2.438 * 998} \right) * 100 = 56.29\%$

Vacíos de Agregado Grueso en Mezcla (VCA_{mezcla}); Vacíos en el agregado mineral (VMA) y

Porcentaje de Vacíos de aire en Mezclas Compactadas (V_a)

$$VCA_{mezcla} = 100 - \left(\frac{G_{mb}}{G_{ca}} P_{CA} \right) \quad ; \quad VMA = 100 - \left(\frac{G_{mb}}{G_{sb}} P_s \right) \quad \text{y} \quad V_a = 100 * \left(1 - \frac{G_{mb}}{G_{mm}} \right)$$

Donde:

- P_s = Porcentaje de agregado en mezcla
- P_{CA} = Porcentaje en peso de agregado grueso en mezcla
- G_{mm} = Gravedad específica teórica máxima de la mezcla
- G_{mb} = Gravedad específica bulk de la mezcla
- G_{sb} = Gravedad específica bulk de la combinación de agregados
- G_{ca} = Gravedad específica bulk del agregado grueso



- $VCA_{mezcla} = 100 - \left(\frac{2.305}{2.438} * 47\right) = 55.569$
- $VMA = 100 - \left(\frac{2.305}{2.603} * 91.180\right) = 19.255$
- $V_a = 100 * \left(1 - \frac{2.035}{2.418}\right) = 4.686$

a) Análisis de la prueba

Se elaboraron 16 especímenes asfálticos en caliente. Para determinar los parámetros volumétricos y cumplieran con lo requerido, se elaboró 16 especímenes con 4 diferentes % de contenido asfáltico, en el cual determinando el % de vacíos de aire (% Va) obtuvimos que el % requerido de asfalto es de 6.59%, por lo cual tomamos el valor de 6.50%; todo según la EG 2013.

Tabla N°85. Requerimientos de parámetros volumétricos sin grafito

% ASFALTO	Va (%)		VMA (%)		Comparación		
	OBTENIDO	REQUERIDO	OBTENIDO	MÍN.	VCA mezcla	VCA drc	VCA mezcla < VCA drc
6.0%	4.383	4	19.987	17	55.859	56.603	OK
6.5%	4.594	4	21.162	17	56.508	56.603	OK
7.0%	2.906	4	20.770	17	56.291	56.603	OK
7.5%	1.662	4	20.756	17	56.283	56.603	OK

Fuente: Elaboración Propia



Cálculos para determinar el % grafito óptimo

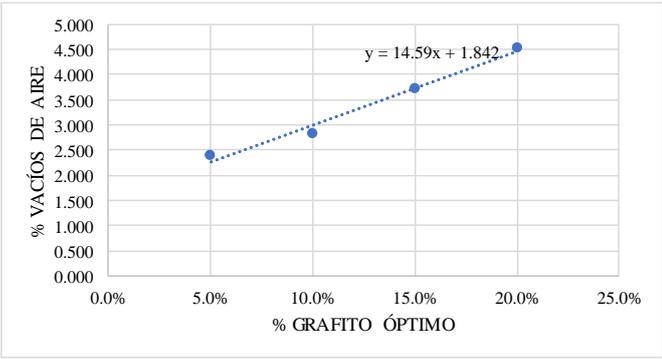
Tabla N°86. Cálculos de la gravedad específica bulk de las mezclas asfálticas - % grafito óptimo

		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"						
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS - % GRAFITO ÓPTIMO						
BASADO EN LA NORMA AASHTO T166						
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe				FECHA: 2/03/2021		
LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.						
MATERIAL: Probetas adicionadas con Grafito, Cusco						
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK PROMEDIO DE LAS PROBETAS COMPACTADAS						
%	N°	WD	WSUB	WSSD	Gmb	
PORCENTA JEDE GRAFITO	PROBETA	PESO AL AIRE (g)	PESO SUMERGIDO (g)	PESO EN SU CONDICIÓN SSD EN EL AIRE (g)	GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DEL ESPECÍMEN	
5	1	1206.220	685.000	1209.000	2.302	
	2	1227.310	696.000	1231.000	2.294	
	3	1203.300	696.000	1205.500	2.362	
	4	1181.060	686.500	1184.000	2.374	
	-	PROMEDIO			2.333	
10	1	1205.420	696.000	1208.000	2.354	
	2	1202.010	685.500	1206.500	2.307	
	3	1182.460	673.500	1188.500	2.296	
	4	1202.570	689.000	1204.500	2.333	
	-	PROMEDIO			2.323	
15	1	1221.110	698.000	1223.000	2.326	
	2	1206.420	683.000	1208.000	2.298	
	3	1211.680	689.000	1216.000	2.299	
	4	1218.280	687.500	1221.500	2.281	
	-	PROMEDIO			2.301	
20	1	1207.280	674.500	1210.500	2.252	
	2	1197.880	680.000	1200.000	2.304	
	3	1203.230	680.000	1206.500	2.285	
	4	1209.170	683.000	1212.000	2.286	
	-	PROMEDIO			2.282	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N°87. Cálculo de la determinación del % de grafito óptimo

 <p>Universidad Andina del Cusco</p>	<p>FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>																																																																			
<p>TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"</p>																																																																				
<p>DETERMINACIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS - % GRAFITO ÓPTIMO</p>																																																																				
<p>DETERMINACIÓN DEL % DE GRAFITO ÓPTIMO</p>																																																																				
<p>CÁLCULO DE Gmm, VCA mezcla, VCA DCR, VMA y Va:</p>																																																																				
<p>G_{sa} asfalto = 1.017 G_{ca} = 2.454235317 G_{sb} = 2.626613586</p>	<p>A = 2.483831254 B = 2.819059345 C = 2.85</p>																																																																			
<p>% De los agregados según el % de asfalto:</p>																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>MAC</th> <th>5.0%</th> <th>10.0%</th> <th>15.0%</th> <th>20.0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>% Asfalto</td> <td>-</td> <td>6.591</td> <td>6.591</td> <td>6.591</td> <td>6.591</td> </tr> <tr> <td>% Agregado Grueso</td> <td>50%</td> <td>46.704</td> <td>46.704</td> <td>46.704</td> <td>46.704</td> </tr> <tr> <td>% Agregado Fino</td> <td>47%</td> <td>43.902</td> <td>43.902</td> <td>43.902</td> <td>43.902</td> </tr> <tr> <td>% Filler</td> <td>3%</td> <td>2.802</td> <td>2.802</td> <td>2.802</td> <td>2.802</td> </tr> <tr> <td>% De la muestra (Ps)</td> <td>-</td> <td>90.606</td> <td>90.606</td> <td>90.606</td> <td>90.606</td> </tr> <tr> <td>G_{mm}</td> <td>-</td> <td>2.390</td> <td>2.390</td> <td>2.390</td> <td>2.390</td> </tr> <tr> <td>VCA mezcla</td> <td>-</td> <td>55.604</td> <td>55.801</td> <td>56.209</td> <td>56.578</td> </tr> <tr> <td>VCA DCR</td> <td>-</td> <td>56.60</td> <td>56.60</td> <td>56.60</td> <td>56.60</td> </tr> <tr> <td>VMA</td> <td>-</td> <td>19.524</td> <td>19.881</td> <td>20.621</td> <td>21.289</td> </tr> <tr> <td>Va</td> <td>-</td> <td>2.388</td> <td>2.821</td> <td>3.719</td> <td>4.528</td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIPCIÓN	MAC	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	% Asfalto	-	6.591	6.591	6.591	6.591	% Agregado Grueso	50%	46.704	46.704	46.704	46.704	% Agregado Fino	47%	43.902	43.902	43.902	43.902	% Filler	3%	2.802	2.802	2.802	2.802	% De la muestra (Ps)	-	90.606	90.606	90.606	90.606	G _{mm}	-	2.390	2.390	2.390	2.390	VCA mezcla	-	55.604	55.801	56.209	56.578	VCA DCR	-	56.60	56.60	56.60	56.60	VMA	-	19.524	19.881	20.621	21.289	Va	-	2.388	2.821	3.719	4.528		
DESCRIPCIÓN	MAC	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%																																																															
% Asfalto	-	6.591	6.591	6.591	6.591																																																															
% Agregado Grueso	50%	46.704	46.704	46.704	46.704																																																															
% Agregado Fino	47%	43.902	43.902	43.902	43.902																																																															
% Filler	3%	2.802	2.802	2.802	2.802																																																															
% De la muestra (Ps)	-	90.606	90.606	90.606	90.606																																																															
G _{mm}	-	2.390	2.390	2.390	2.390																																																															
VCA mezcla	-	55.604	55.801	56.209	56.578																																																															
VCA DCR	-	56.60	56.60	56.60	56.60																																																															
VMA	-	19.524	19.881	20.621	21.289																																																															
Va	-	2.388	2.821	3.719	4.528																																																															
	<p>Reemplazando: $y = 4$; entonces:</p> <p>% ÓPT GFT. 14.79095%</p>																																																																			

Fuente: Elaboración Propia

a) Análisis de la prueba

Se elaboraron 16 especímenes asfálticos en caliente. Para determinar los parámetros volumétricos y cumplieran con lo requerido, se elaboró 16 especímenes con 4 diferentes % de grafito en reemplazo del agregado fino, en el cual determinando el % de vacíos de aire (% Va) obtuvimos qué % requerido de grafito es de 14.79%, por lo cual tomamos el valor de 15.0%; todo según la EG 2013.

Tabla N°88. Requerimientos de parámetros volumétricos con grafito

% GRAFITO	Va (%)		VMA (%)		Comparación		
	OBTENIDO	REQUERIDO	OBTENIDO	MÍN.	VCA mezcla	VCA drc	VCA mezcla < VCA drc
5.0%	2.388	4	19.524	17	55.604	56.603	OK
10.0%	2.821	4	19.881	17	55.801	56.603	OK
15.0%	3.719	4	20.621	17	56.209	56.603	OK
20.0%	4.528	4	21.289	17	56.578	56.603	OK

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.2. Ensayo de estabilidad y flujo Marshall

Tabla N°89. Cálculo de ensayo de estabilidad y flujo Marshall para especímenes sin grafito

		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"						
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL BASADO EN LA NORMA MTC E 504						
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe			FECHA: 2/03/2021			
LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.						
MATERIAL: Probetas sin Grafito, Cusco						
ESTABILIDAD Y FLUJO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS SIN GRAFITO						
ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL						
PROBETA	ESTABILIDAD CORREGIDA	ESTABILIDAD PROMEDIO	ALTURA APROXIMADA DEL ESPECIMEN	FLUJO MARSHALL	FLUJO PROMEDIO	
N°	kN		cm	mm	mm	
1	20.660	16.518	6.611	3.550	3.703	
2	15.610		6.579	3.650		
3	15.110		6.706	3.660		
4	14.690		6.732	3.950		
FLUJO Y ESTABILIDAD MARSHALL	CONSIDERACIÓN		UNIDAD	C.A. 6.50%	ESPECIFICACIONES EG - 2013	CUMPLE/NO CUMPLE
	Estabilidad Corregida Promedio		kN	16.518	Mínimo 8.15 kN	CUMPLE
	Flujo Promedio		mm	3.703	8 - 14	NO CUMPLE
Relación Estabilidad/Flujo		kg/cm	4461.175	1700.00 - 4000.00	NO CUMPLE	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N°90. Cálculo de ensayo de estabilidad y flujo Marshall para especímenes con grafito

	FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"						
ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL BASADO EN LA NORMA MTC E 504						
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe		FECHA: 09/03/2021				
LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.						
MATERIAL: Probetas con Grafito, Cusco						
ESTABILIDAD Y FLUJO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON GRAFITO						
ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL						
PROBETA	ESTABILIDAD CORREGIDA	ESTABILIDAD PROMEDIO	ALTURA APROXIMADA DEL ESPECIMEN	FLUJO MARSHALL	FLUJO PROMEDIO	
N°	kN		cm	mm	mm	
1	13.210	12.628	6.425	5.460	5.610	
2	11.090		6.361	5.770		
3	15.110		6.567	5.110		
4	11.100		6.453	6.100		
FLUJO Y ESTABILIDAD MARSHALL	CONSIDERACIÓN		UNIDAD	C.G.	ESPECIFICACIONES	CUMPLE/NO CUMPLE
	Estabilidad Corregida Promedio		kN	15.0%	EG - 2013	CUMPLE
	Flujo Promedio		mm	12.628	Mínimo 8.15 kN	NO CUMPLE
Relación Estabilidad/Flujo		kg/cm	5.610	8 - 14	CUMPLE	
			2250.891	1700.00 - 4000.00	CUMPLE	

Fuente: Elaboración Propia

- Promedio de la Estabilidad: $PrE. = \frac{E1 + E2 + E3 + E4}{4}$
 $PrE. = \frac{20.660 + 15.610 + 15.110 + 14.690}{4} = 16.518 \text{ kN}$
- Promedio de Flujo: $PrF. = \frac{F1 + F2 + F3 + F4}{4}$
 $PrF. = \frac{3.550 + 3.650 + 3.660 + 3.950}{4} = 3.703 \text{ mm}$
- Relación Estabilidad/Flujo: $\frac{ESTABILIDAD}{FLUJO} = \frac{16.518}{3.703} = 4461175 \text{ kg/cm}$

Análisis de la prueba

Se elaboraron 4 especímenes asfálticos sin grafito y con grafito (8 en total), con un contenido de asfalto de 6.50% (% de asfalto óptimo) y con grafito de 15.0% (% de grafito óptimo); y los valores obtenidos para el ensayo de estabilidad y flujo Marshall en ambos cumplen con el mínimo valor requerido para estabilidad, sin embargo, en el valor requerido para el Flujo y la relación Estabilidad/Flujo no cumplen con el requerimiento de calidad de mezclas asfálticas de la EG 2013.

3.6.2.3. Ensayo de Cántabro

a) Procedimiento o cálculo de la prueba

% Perdida al desgaste = $\frac{\text{Peso Inicial P1} - \text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial P1}}$

% Perdida al desgaste =

$$1200.02 - 1035.72 = 4.53 \%$$

Luego realizamos un promedio para obtener % de pérdida pro desgaste final para ambos casos.

b) Diagramas, tablas

Tabla N°91. Cálculo de ensayo de cántabro o pérdida por desgaste

	FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"						
ENSAYO DE CÁNTABRO BASADO EN LA NORMA MTC E 515						
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe		FECHA: 02/03/2021 - 09/03/2021				
LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.						
MATERIAL: Probetas sin/con Grafito, Cusco						
PROBETA	CA %	ADICIONANTE	PESO INICIAL	PESO FINAL	PÉRDIDA POR DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
M-1	6.5	CON GRAFITO	1200.2	1035.72	4.704	4.5345
M-2			1223.77	1154.59	4.653	
M-3			1216.06	1165.13	4.188	
M-4			1216.68	1160.8	4.593	
M-1	6.5	SIN GRAFITO	1245	1193.77	4.115	4.68475
M-2			1207.13	1137.23	5.791	
M-3			1219.43	1168.77	4.154	
M-4			1223.85	1166.59	4.679	

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis de la prueba

Se elaboraron 6 especímenes asfálticos sin grafito y 6 con grafito (12 en total), con un contenido de asfalto de 6.50% (% de asfalto óptimo) y con grafito de 15.0% (% de grafito óptimo); y los valores obtenidos para el ensayo Cántabro cumplen con el requerimiento de calidad de mezclas asfálticas de la EG 2013.

3.6.2.4. Ensayo de resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad

a) Procedimiento o cálculo de la prueba



$$\text{Volumen del Espécimen} = \pi * h1 * \left(\frac{\emptyset1}{2}\right)^2$$

Donde:

h1 = Altura del espécimen

$\emptyset1$ = Diámetro del espécimen

$$- \text{Volumen del Espécimen} = \pi * 66.30 * \left(\frac{101.63}{2}\right)^2 = 537.83 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen de vacíos de aire (V}_a\text{)} = \frac{\text{Pa} * \text{E}}{100}$$

Donde:

Pa = Vacíos de aire en porcentaje

E = Volumen del espécimen en centímetros cúbicos

$$- V_a = \frac{0.04 * 537.83}{100} = 21.51 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen absorbido de agua (J')} = B' - A'$$

Donde:

B' = Peso del espécimen saturado con superficie seca después de la saturación parcial al vacío, g

A' = Peso del espécimen seco en el aire, g

$$- J' = 1248.65 - 1231.7 = 16.95 \text{ cm}^3$$

$$\text{Grado de saturación (S')} = \frac{100 * J'}{V_a}$$

$$- S' = \frac{100 * 16.95}{21.51} = 78.79 \%$$

$$\bullet \text{ Esfuerzo a tensión kPa, } S_t = \frac{200 * P}{3.141592 * (t) * (D)}$$

Donde:

P = Carga máxima, N

t = Espesor del espécimen, mm

D = Diámetro del espécimen, mm

$$- S_t = \frac{200 * 44930}{3.141592 * (66.30) * (101.63)} = 428.00 \text{ kPa}$$

$$\bullet \text{ Razón del Esfuerzo a Tensión (TSR)} = \frac{S_2}{S_1}$$

Donde:



S1 = Promedio del esfuerzo a la tensión del subgrupo seco, KPa; y

S2 = Promedio del esfuerzo a la tensión del subgrupo acondicionado, KPa.

$$- \text{TSR} = \frac{410.60}{228.96} = 55.76 \%$$

b) Diagramas, tablas



Tabla N°92. Cálculo de ensayo de resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad

 Universidad Andina del Cusco		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"													
RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD													
BASADO EN LA NORMA MTC E 522													
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe										FECHA: 11/03/2021			
LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.													
MATERIAL: Probetas con y sin Grafito, Cusco													
ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS CON Y SIN GRAFITO													
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
Vacios de Aire en Porcentaje	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	
Altura de la Briqueta (mm)	66.30	64.27	65.05	63.35	64.67	65.98	64.50	63.41	64.77	64.51	66.39	69.17	
Diámetro de la Briqueta (mm)	101.63	103.66	103.00	103.38	102.93	101.73	103.02	103.39	102.93	103.19	101.60	101.55	
Volumen del Especimen (cm ³)	537.83	542.40	542.02	531.75	538.12	536.29	537.64	532.36	538.95	539.50	538.24	560.23	
Volumen de Vacios de Aire (cm ³)	21.51	21.70	21.68	21.27	21.52	21.45	21.51	21.29	21.56	21.58	21.53	22.41	
DESCRIPCIÓN	Muestra Acondicionado en Seco			Muestra Acondicionado en Humedo									
	M4	M5	M6	M10	M11	M12							
Peso de la Briqueta SS (g)	1231.7	1213.34	1205.56	1222.37	1225.39	1218.91							
Peso de la Briqueta Su (g)	1248.65	1230.46	1222.14	1238.21	1241.21	1235.58							
Volumen Absorbido de Agua (cm ³)	16.95	17.12	16.58	15.84	15.82	16.67							
Grado de Saturacion (%)	78.79	78.91	76.47	74.47	73.50	77.71							
DESCRIPCIÓN	Sin Grafito			Sin Grafito			Con Grafito			Con Grafito			
	BRIQUETAS ACONDICIONADAS EN SECO			BRIQUETAS ACONDICIONADAS EN HÚMEDO			BRIQUETAS ACONDICIONADAS EN SECO			BRIQUETAS ACONDICIONADAS EN HÚMEDO			
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
Carga Maxima (N)	44930	41500	42170	23340	24960	22740	38970	43840	43640	22530	29210	31750	
Daño por Humedad	1	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	
Altura de la Briqueta (mm)	66.30	64.27	65.05	63.35	64.67	65.98	64.50	63.41	64.77	64.51	66.39	69.17	
Diámetro de la Briqueta (mm)	101.63	103.66	103.00	103.38	102.93	101.73	103.02	103.39	102.93	103.19	101.60	101.55	
Esfuerzo a la Tension (kPa) St	428.00	399.83	403.98	228.75	240.68	217.46	376.44	429.22	420.16	217.24	277.96	290.13	
Esfuerzo a la Tension (kPa) St Promedio	410.60			228.96			408.60			261.78			
Razon de Esfuerzo a Tension TSR	55.76%						64.07%						

Fuente: Elaboración Propia



c) Análisis de la prueba

Se elaboraron 6 especímenes asfálticos sin grafito y con grafito (12 en total), con un contenido de asfalto de 6.50% (% de asfalto óptimo) y con grafito de 15.0% (% de grafito óptimo); y los valores obtenidos para %TSR del ensayo de Resistencia de Mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad no cumplen con el requerimiento de calidad de mezclas asfálticas de la EG 2013.

Capítulo IV: Resultados

4.1. Control de calidad de los agregados de las mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100

4.1.1. Control de calidad del agregado grueso

a) Tabla de resultados

Tabla N°93. Resultados del control de calidad del agregado grueso

AGREGADO GRUESO					
ENSAYO	NORMA	AGREGADOS	RESULTADOS	REQUERIMIENTOS EG 2013	ANÁLISIS
Abrasión Los Ángeles; Pérdida (%)	AASHTO T 96 MTC E 207	1/2"	18.67%	35% máx.	CUMPLE
		3/4"	28.82%		CUMPLE
Partículas chatas y alargadas; (%)	ASTM D 4791 MTC E 223	1/2"	2.83%	10% máx.	CUMPLE
		3/4"	1.57%		CUMPLE
Caras fracturadas; (%)	ASTM D 5821 MTC E 210	1/2"	99.81%	90% mín	CUMPLE
		3/4"	99.57%		CUMPLE
		1/2"	96.77%	70% mín	CUMPLE
		3/4"	94.14%		CUMPLE
Absorción; (%)	AASHTO T 104 MTC E 206	1/2"	0.94%	1,0% máx.	CUMPLE
		3/4"	0.98%		CUMPLE
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio); (%)	AASHTO T 104 MTC E 209	Combinación 1/2" - 3/4"	14.36%	15% máx.	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

b) Análisis de resultados de la tabla

Los resultados de los ensayos de laboratorio para determinar el control de calidad de los agregados gruesos 3/4" y 1/2" de Huambutio y Caicay respectivamente, cumplen satisfactoriamente con los requisitos de calidad para el Agregado Grueso según la EG 2013.

c) Resultados y análisis de cada ensayo para control de calidad de Agregados Gruesos

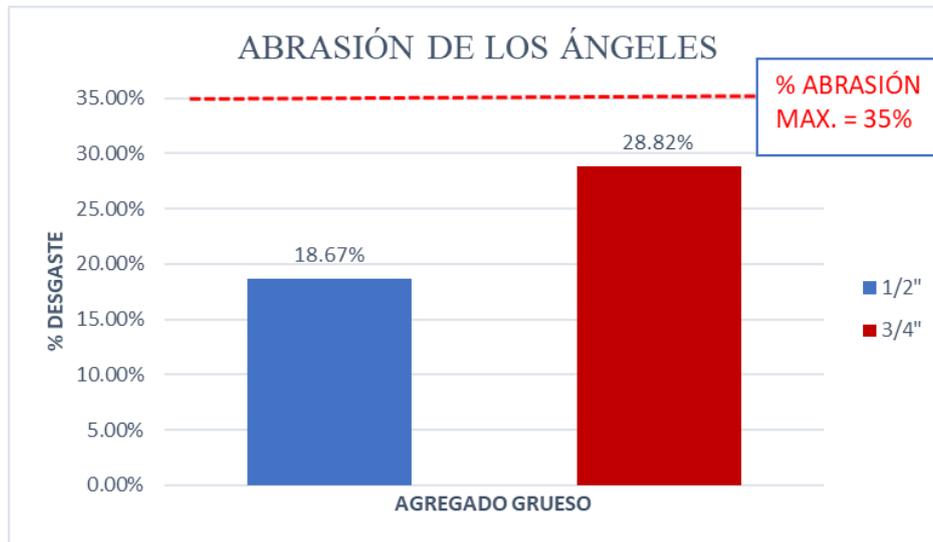


Figura N°64. Resultado del ensayo de abrasión de los ángeles

Fuente: Elaboración Propia

Análisis

En el ensayo de abrasión de los Ángeles para los agregados gruesos, 3/4" y 1/2", es de 28.82% y 18.67% respectivamente, tomando en cuenta EG 2013, ambos cumplen con el requerimiento que es 35% máx.

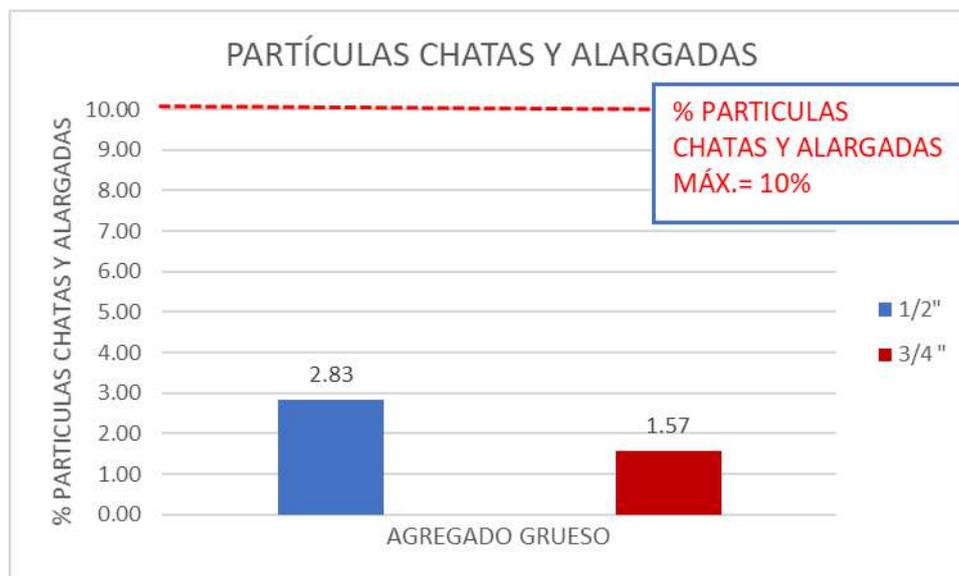


Figura N°65. Resultado del ensayo de partículas chatas y alargadas

Fuente: Elaboración Propia

Análisis

El resultado del ensayo para determinar el porcentaje de partículas chatas y alargadas, 3/4" y 1/2", es de 1.57% y 2.83% respectivamente, por ende, ambos cumplen con el requerimiento de ensayo de la EG 2013 que es de 10% máx.

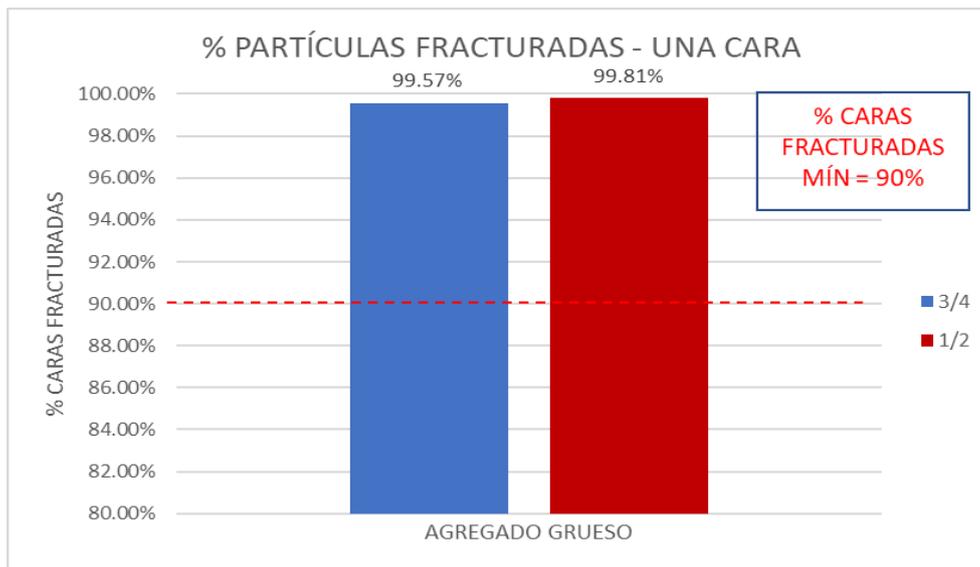


Figura N°66. Resultado del ensayo de caras Fracturadas - Una cara

Fuente: Elaboración Propia

Análisis

El resultado del ensayo para determinar el porcentaje de caras fracturada del agregado grueso, 3/4" y 1/2", para una o más caras, es de 99.57% y 99.81% respectivamente, por ende, ambos cumplen con el requerimiento de ensayo de la EG 2013 que es de 90% mín.

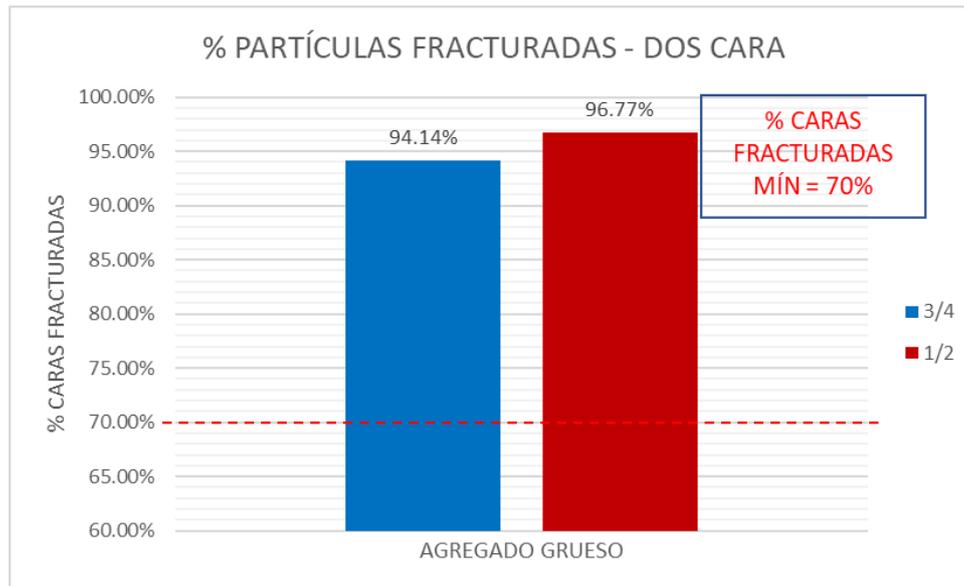


Figura N°67. Resultado del ensayo de caras fracturadas - Dos caras

Fuente: Elaboración Propia

Análisis

El resultado del ensayo para determinar el porcentaje de caras fracturada del agregado grueso, 3/4" y 1/2", para una o más caras, es de 94.14% y 96.77% respectivamente, por ende, ambos cumplen con el requerimiento de ensayo de la EG 2013 que es de 70% mín.

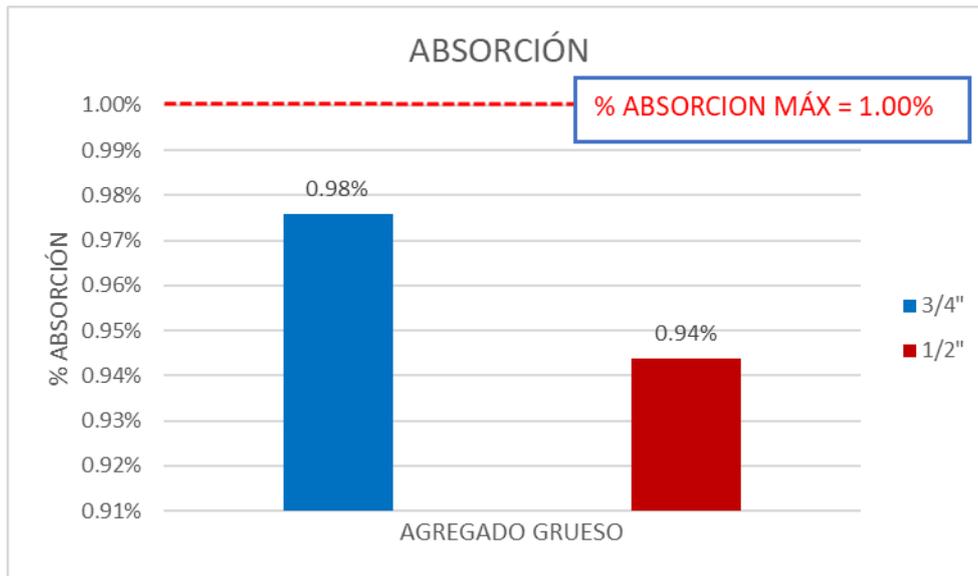


Figura N°68. Resultado del ensayo de absorción

Fuente: Elaboración Propia

Análisis

El resultado del ensayo para determinar el porcentaje de Absorción para el agregado grueso de 3/4” es de 0.94% y agregado grueso de 1/2” es de 0.98% respectivamente, ambos cumplen con el requerimiento de ensayo de la EG 2013 que es de 1.00% máx.

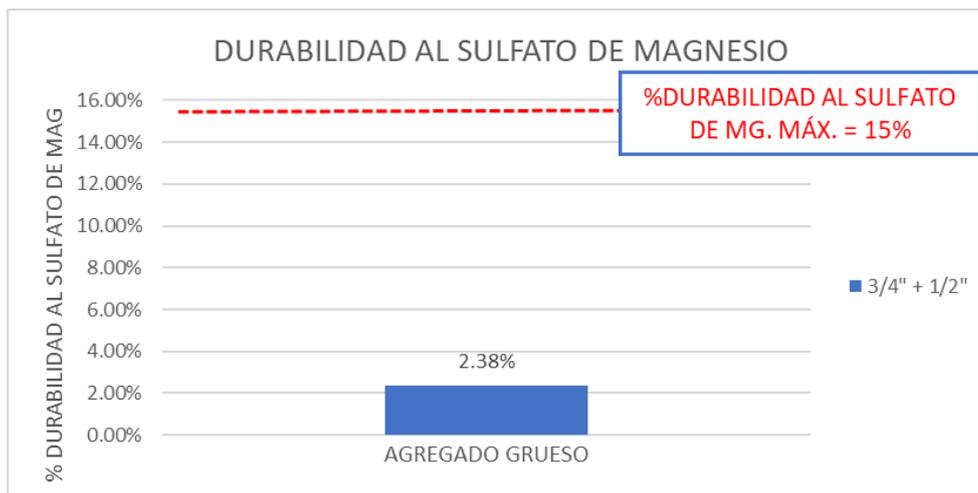


Figura N°69. Resultado del ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio grueso

Fuente: Elaboración Propia

Análisis

El resultado del ensayo para determinar el porcentaje de durabilidad al sulfato de magnesio de agregado grueso es de 2.38%, que cumple con el requerimiento de ensayo de la EG 2013 que es de 15% máx.



4.1.2. Control de calidad del agregado fino

a) Tabla de resultados

Tabla N°94. Resultados del control de calidad del agregado fino

AGREGADO FINO					
ENSAYO	NORMA	AGREGADOS	RESULTADOS	REQUERIMIENTOS EG 2013	ANÁLISIS
Absorción; (%)	AASHTO T 104 MTC E 206	Arena Triturada	0.50%	0.5% máx.	CUMPLE
		Arena Lavada	0.50%		CUMPLE
Límite Líquido; (%)	AASHTO T 89 MTC E 110	Combinación AT - AL	20.31%	25% máx.	CUMPLE
Índice de Plasticidad; (%)	AASHTO T 90 MTC E 111	Combinación AT - AL	NP	NP	CUMPLE
Angularidad; (%)	MTC E 222	Combinación AT - AL	49.22%	40 % mín.	CUMPLE
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio); (%)	AASHTO T 104 MTC E 209	Combinación AT - AL	2.38%	18% máx.	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

b) Análisis de resultados de la tabla

Los resultados de los ensayos de laboratorio para determinar el control de calidad de los agregados finos, arena triturada y arena lavada, de la planta asfáltica de Caicay, cumplen satisfactoriamente con los requisitos de calidad para el agregado fino según la EG 2013.

c) Resultados y análisis de cada ensayo para control de calidad de Agregados Finos

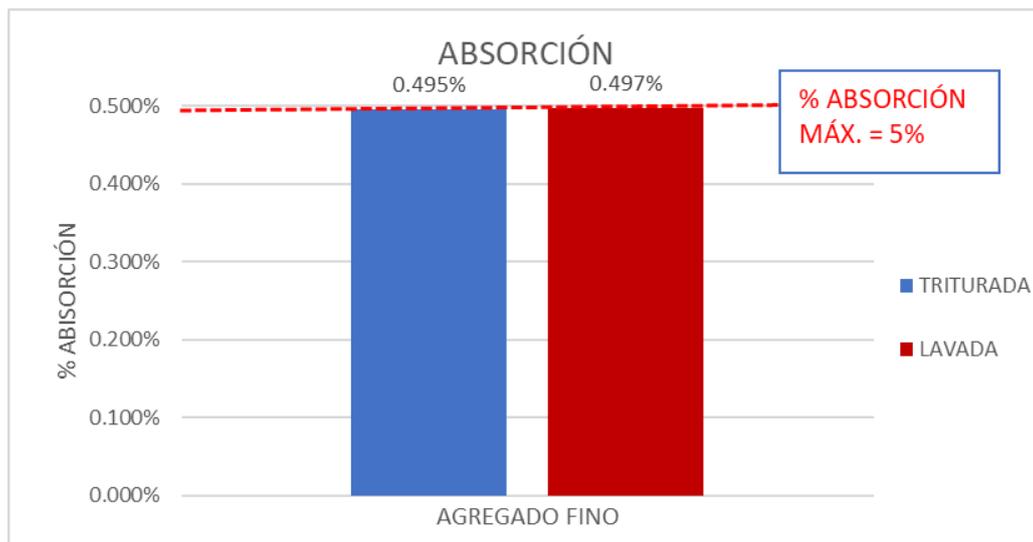


Figura N°70. Resultado del ensayo de absorción

Fuente: Elaboración Propia

Análisis

El resultado del ensayo de Absorción de Finos, Arena Triturada es de 0.495 % y Arena Lavada 0.497% que ambos cumplen con el requerimiento de ensayo de la EG 2013 que es de 0.5% máx.

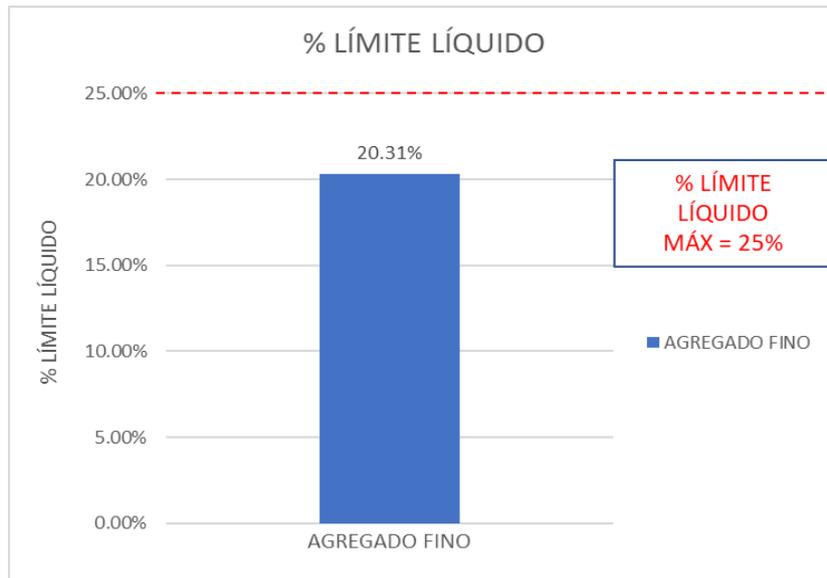


Figura N°71. Resultado del ensayo de límite líquido

Fuente: Elaboración Propia

Análisis

En el ensayo de Límites de Consistencia, el resultado para el Límite Líquido es de 20.31 %, el cual cumple con el requerimiento de ensayo que es de 25% máximo. En cuanto al Índice de Plasticidad, no se pudo realizar el ensayo por lo tanto No Presenta Plasticidad (NP), ambos resultados cumplen con la EG 2013.



Figura N°72. Resultado del ensayo de angularidad de finos

Fuente: Elaboración Propia

Análisis

El resultado del ensayo de Angularidad de Finos es de 49.22 %, el cual cumple con el requerimiento de ensayo de la EG 2013 que es de 40% mínimo.

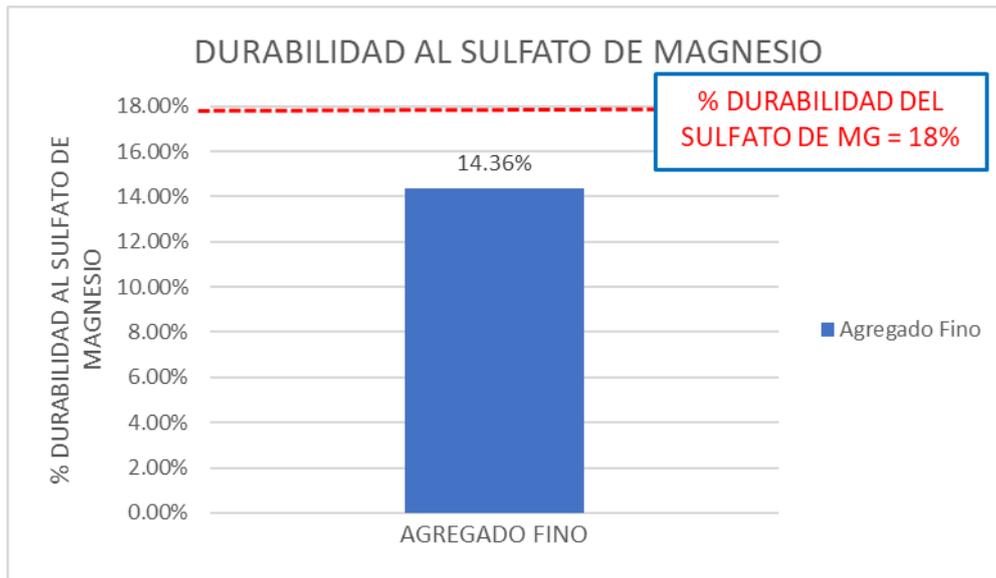


Figura N°73. Resultado del ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio finos

Fuente: Elaboración Propia

Análisis

El resultado del ensayo de Durabilidad al Sulfato de Magnesio de Finos es de 14.36%, el cual cumple con el requerimiento de ensayo de la EG 2013 que es de 18% máximo.

4.2. Control de Calidad de las Mezclas Asfálticas en Caliente PEN 85/100

4.2.1. Diseño de las Mezclas Asfálticas en Caliente PEN 85/100

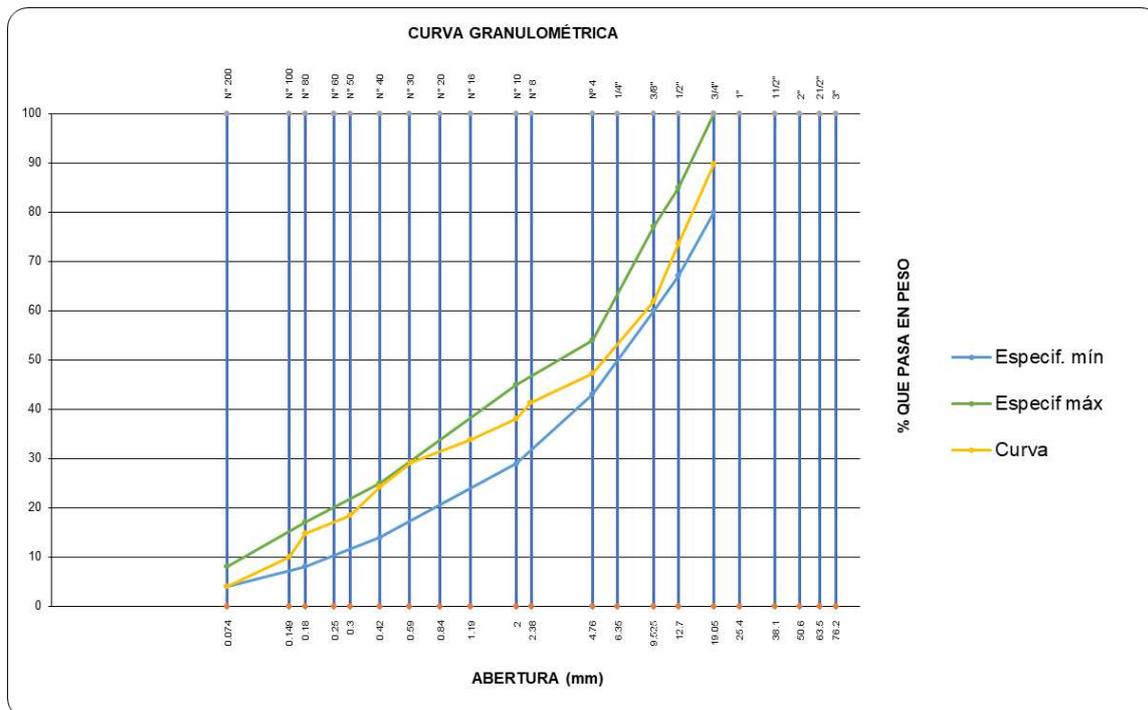


Figura N°74. Resultado de la mezcla asfáltica según MAC

Fuente: Elaboración Propia



Análisis

Para la selección de los porcentajes se eligió considerar los parámetros del MAC que se muestra en la figura N°74, para obtener una curva dentro de los parámetros, por lo cual se tiene la siguiente tabla:

Tabla N°95. Resultado del Mezcla Asfáltica según MAC

AGREGADOS	GRAVA		ARENA		FILLER	MEZCLA
	3/4"	1/2"	TRIT	LAVAD	Cemento	
PROPORCIONES	50%		47%		3%	
	15.0%	35.0%	37.0%	10.0%	3.0%	100.0%

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.1. Contenido de asfalto óptimo

a) Resultados del contenido de asfalto óptimo

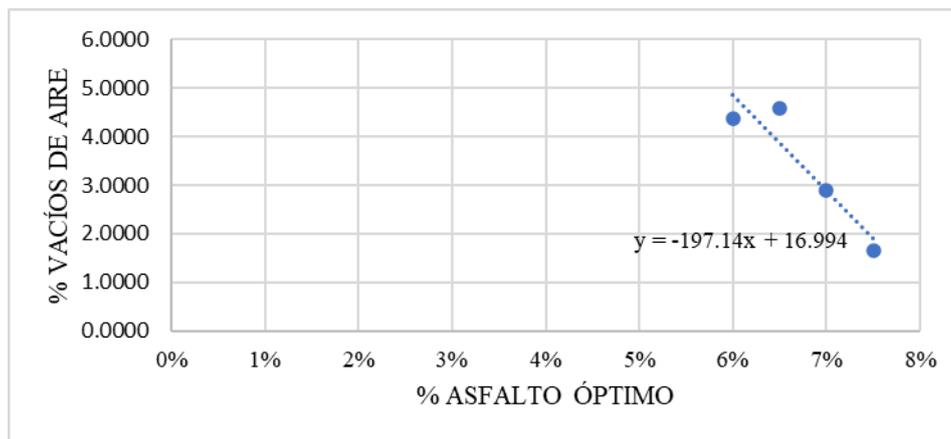


Figura N°75. % de Vacíos (%Va) en función del % de asfalto en la mezcla

Fuente: Elaboración Propia

b) Análisis del resultado

Para la selección del contenido de asfalto óptimo se evaluaron contenidos de asfalto a 6.0%, 6.5%, 7.0% y 7.5% además de que se buscó que cumpla con un valor de %Va~4 el cual mediante una línea de tendencia se determinó la ecuación “ $y = -197.14x + 16.994$ ” que reemplazando obtuvimos el valor de 6.59% de Asfalto por lo que se asumió el valor de 6.5% como valor de contenido óptimo de asfalto; además de que cumple con los requerimientos de elección de la gradación óptima para un valor de %Va~4, un valor de %VMA $\geq 17\%$ y un valor de $VCA_{MEZCLA} < VCA_{DRC}$

Tabla N°96. Requerimientos de parámetros volumétricos sin grafito

% ASFALTO	Va (%)		VMA (%)		Comparación		
	OBTENIDO	REQUERIDO	OBTENIDO	MÍN.	VCA mezcla	VCA drc	VCA mezcla < VCA drc
6.5%	4.594	4	21.162	17	56.508	56.603	OK

Fuente: Elaboración Propia



4.2.1.2. Contenido de grafito óptimo

c) Resultados del contenido de asfalto óptimo

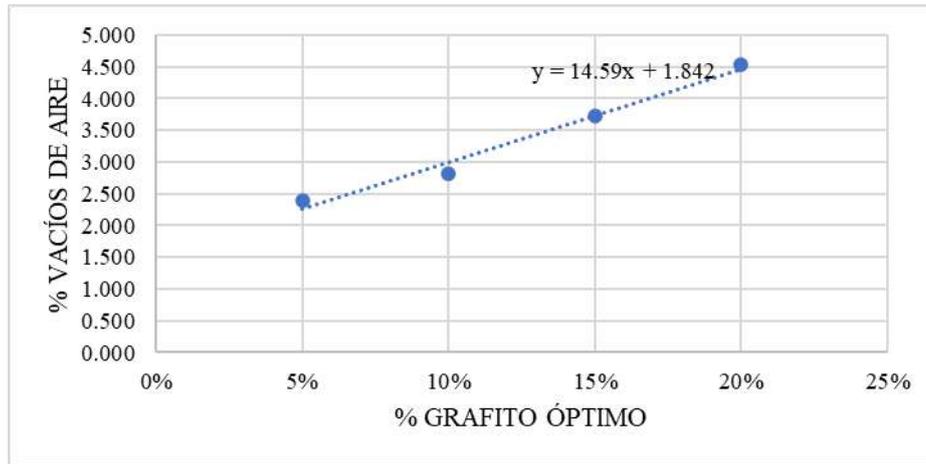


Figura N°76. % de Vacíos (%Va) en función del % de grafito en la mezcla

Fuente: Elaboración Propia

d) Análisis del resultado

Para la selección del contenido de asfalto óptimo se evaluaron contenidos de grafito a 5.0%, 10.0%, 15.0% y 20.0% además de que se buscó que cumpla con un valor de %Va~4 el cual mediante una línea de tendencia se determinó la ecuación “ $y = 14.59x + 1.842$ ” que reemplazando obtuvimos el valor de 14.79% de Asfalto por lo que se asumió el valor de 15.0% como valor de contenido óptimo de asfalto; además de cumplir con los requerimientos de elección de la gradación óptima para un valor de %Va~4, un valor de %VMA $\geq 17\%$ y un valor de $VCA_{MEZCLA} < VCA_{DRC}$

Tabla N°97. Requerimientos de parámetros volumétricos con grafito

% GRAFITO	Va (%)		VMA (%)		Comparación		
	OBTENIDO	REQUERIDO	OBTENIDO	MÍN.	VCA mezcla	VCA drc	VCA mezcla < VCA drc
15.0%	3.719	4	20.621	17	56.209	56.603	OK

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Propiedades Físico-Mecánicas

4.2.2.1. Parámetros Volumétricos

a) Resultados de Parámetros Volumétricos

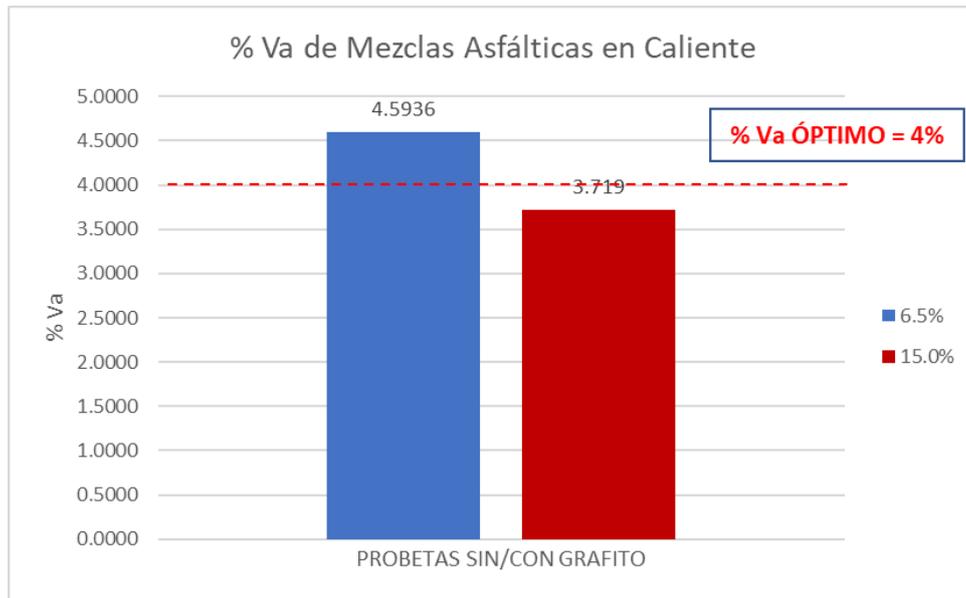


Figura N°77. Va de Mezclas asfálticas en caliente

Fuente: Elaboración Propia

Análisis del resultado

Los % Va de Mezclas Asfálticas en Caliente PEN 85/100 sin grafito y con grafito son 4.5936% y 3.719% respectivamente, estos valores quedan próximos al % Va Óptimo de 4%.

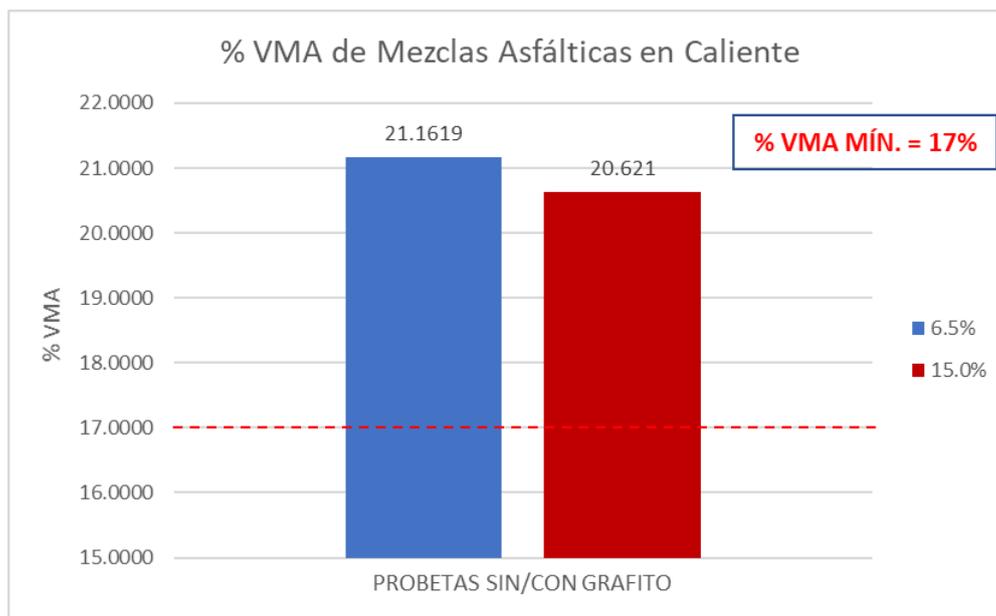


Figura N°78. VMA de Mezclas asfálticas en caliente

Fuente: Elaboración Propia

Análisis del resultado

Los % VMA de Mezclas Asfálticas en Caliente PEN 85/100 sin grafito y con grafito son 21.1619% y 20.621% respectivamente, estos valores se aproximan entre ellos, y cumplen con $\%VMA \geq 17\%$; no obstante, la mezcla asfáltica sin grafito es mejor.

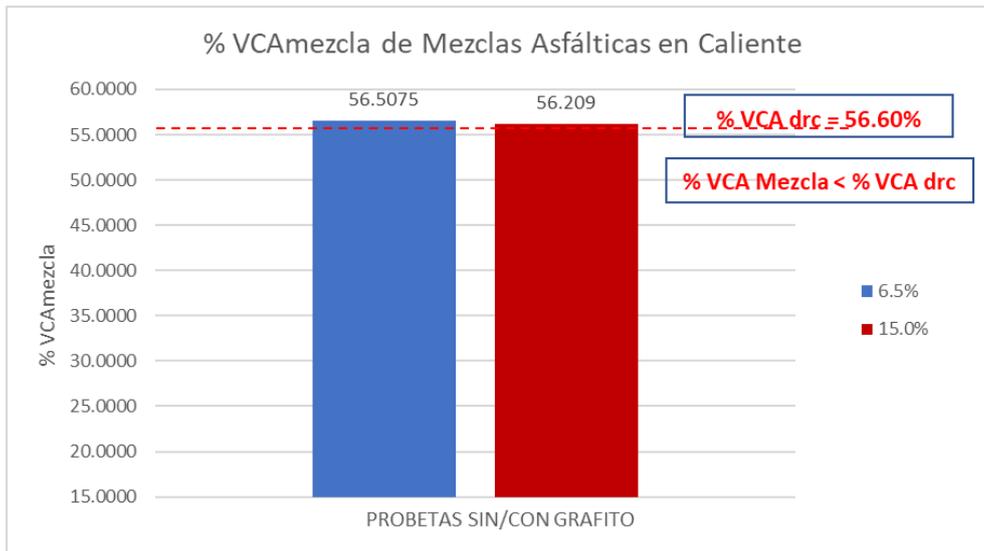


Figura N°79. VCA_{mezcla} Mezclas asfálticas en caliente

Fuente: Elaboración Propia

Análisis del resultado

Los % VCA_{mezcla} de Mezclas Asfálticas en Caliente PEN 85/100 sin grafito y con grafito son 56.5075% y 56.209% respectivamente, estos valores se aproximan entre ellos y son menores al valor de $VCA_{DRC} = 56.60\%$; no obstante, la mezcla asfáltica con grafito es mejor.

4.2.2.2. Estabilidad y flujo Marshall

a) Resultados de estabilidad y flujo Marshall

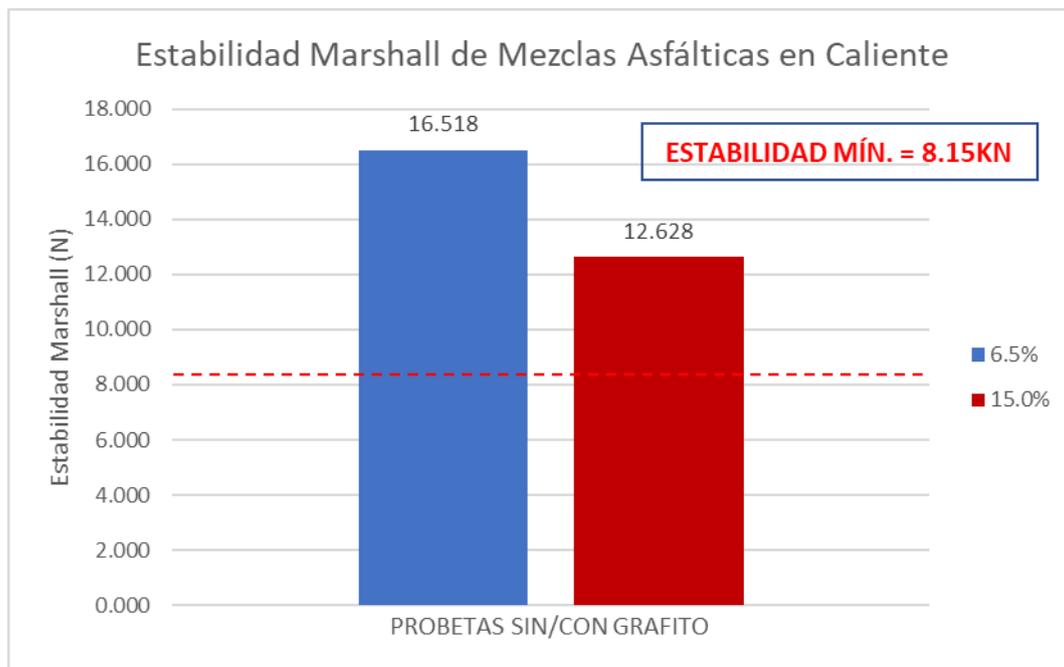


Figura N°80. Estabilidad Marshall de mezclas asfálticas en caliente

Fuente: Elaboración Propia



Análisis del resultado

La Estabilidad Marshall de las Mezclas Asfálticas en Caliente con grafito y sin grafito tienen como resultados 16.518 kN y 12.628 kN y estos resultados cumplen con la estabilidad mínima requerida de 8.15 kN según la EG 2013.

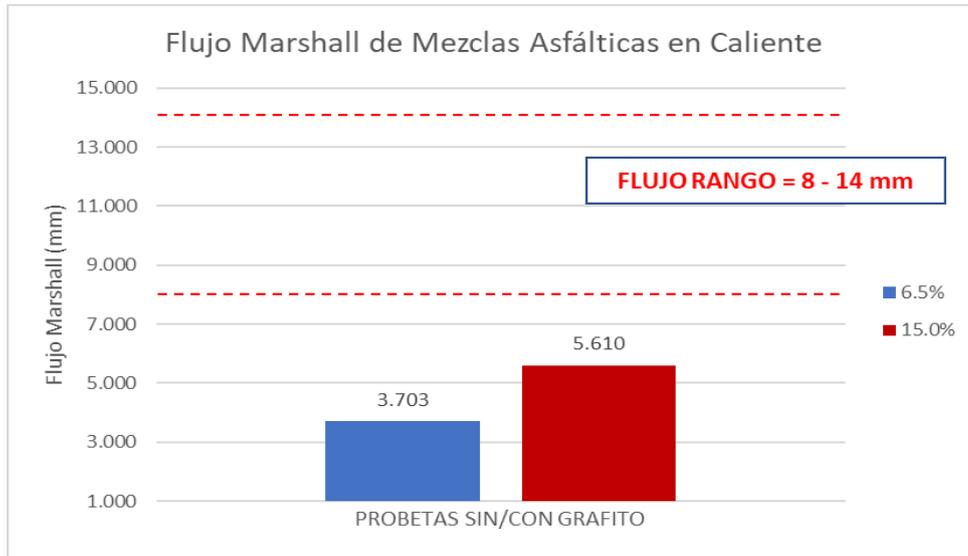


Figura N°81. Flujo Marshall de mezclas asfálticas en caliente

Fuente: Elaboración Propia

Análisis del resultado

El Flujo Marshall de las Mezclas Asfálticas en Caliente con grafito y sin grafito tienen como resultados de 3.703 mm y 5.610 mm, los cuales no están dentro del rango.

4.2.2.3. Ensayo de cántabro pérdida por desgaste

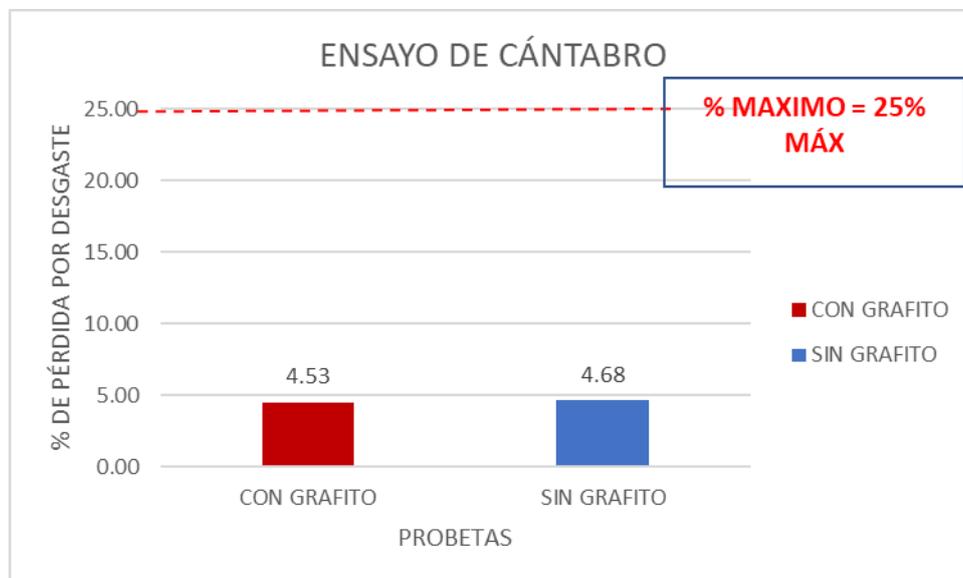


Figura N°82. Ensayo de cántabro pérdida por desgaste

Fuente: Elaboración Propia

Análisis del resultado

Cántabro Perdida por Desgaste de las Mezclas Asfálticas en Caliente con grafito y sin grafito tienen como resultados de 4.53% con grafito y 4.68% sin grafito, los cuales están por debajo de los 25% máx.

4.2.2.4. Resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad

a) Resultados de resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad

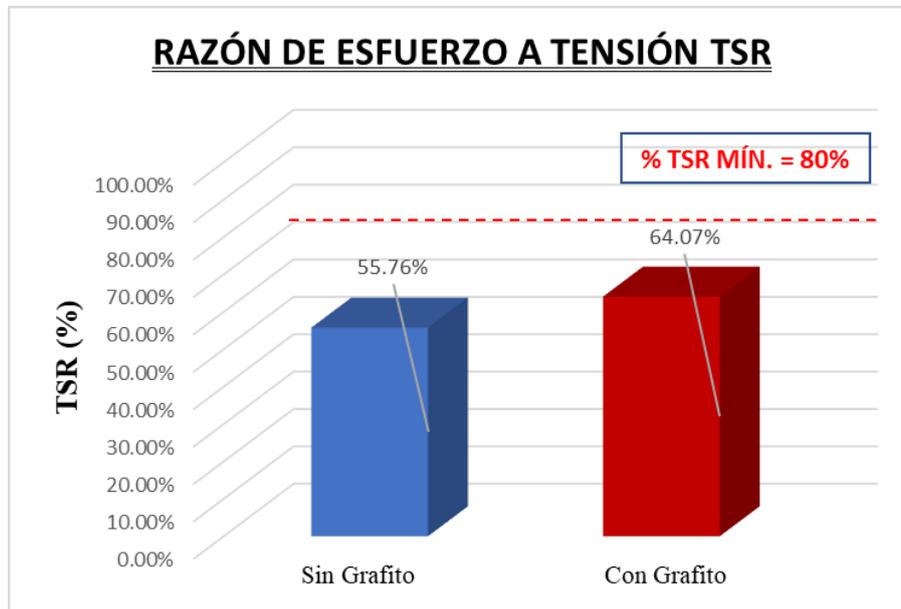


Figura N°83. Razón del esfuerzo a tensión (TSR) de mezclas asfálticas en caliente

Fuente: Elaboración Propia

Análisis del resultado

La razón del esfuerzo a tensión (TSR) de las mezclas asfálticas en caliente con grafito y sin grafito salen 55.76% y 64.07% respectivamente, ambos sin llegar a superar el mínimo de 80%.

Tabla N°98. Propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100

PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS						
ENSAYO	MÉTODO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	SIN GRAFITO	CON GRAFITO	¿RESULTADO SIMILAR?
Parámetros Volumétricos	AASHTO T 166 AASHTO T 19	% de Vacíos	% Va	4.59%	3.72%	NO
			% VMA	21.16%	20.62%	NO
			% VCA mezcla	56.51%	56.21%	SÍ
Estabilidad y Flujo	MTC E 504 ASTM D 1559	Estabilidad y Flujo	Estabilidad (kN)	16.5175	12.6275	NO
			Flujo (mm)	3.7025	5.61	NO
Cántabro	MTC E 515	(%) Resistencia al Desgaste	% Desgaste	4.53%	4.68%	SÍ
Daño Inducido por Humedad	MTC E 522 AASHTO T 283	Razón del Esfuerzo a Tensión	% TSR	55.76%	64.07%	NO

Fuente: Elaboración Propia



4.2.2.5. Análisis de costo Unitario

Tabla N°99. Análisis de Precio Unitario de mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100 sin grafito

MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 SIN GRAFITO								
RENDIMIENTO	M2/DIA	MO	1800	MQ	1800	COSTO UNITARIO M2		36.37
CODIGO	Descripcion Recursos		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial	
1111	Mano de obra							
1112	OPERARIO			HH	8	0.0356	5.38	0.19
1113	OFICIAL			HH	6	0.0267	4.57	0.12
1114	PEON			HH	12	0.0533	3.28	0.17
								0.49
1116	MATERIAL							
1117	ARENA FINA			m3		0.0160	110.00	1.76
1118	FILLER			kg		1.2000	0.90	1.08
1119	PIEDRA CHANCADA DE 3/4 Y 1/2			m3		0.0300	70.00	2.10
1120	CEMENTO ASFALTICO 85/100			gal		2.2000	7.50	16.50
								21.44
	Equipos							
1121	HERRMAIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	0.50	0.03
1122	CAMION VOLQUETE 15m3			hm	4	0.0178	130.00	2.31
1123	CAMPRESORA NEUMATICO AUTOMATICO			hm	0.5	0.0022	120.00	0.27
1124	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100hp			hm	1	0.0044	150.00	0.67
1125	RODILLO TANDEN AUTOPROPULSADO 58-70HP			hm	1	0.0044	155.00	0.69
1126	COMPACTOR VIBRADOTIRO TOPO PLANCHA 7HP			hm	1	0.0044	12.00	0.05
1127	CARGADOR SOBRE LLANTAS			hm	1	0.0044	165.00	0.73
1128	PAVIENTADORA SOBRE ORUGA 69HP 10-16			hm	1	0.0044	180.00	0.80
1129	PLANTA ASFALTO EN CLAIENTE 60-115TON/H			hm	1	0.0044	2000.00	8.89
								14.44

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°100. Análisis de Precio Unitario de mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100 con grafito

MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 CON GRAFITO								
RENDIMIENTO	M2/DIA	MO	1800	MQ	1800	COSTO UNITARIO M2		43.08
CODIGO	Descripcion Recursos		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial	
1111	Mano de obra							
1112	OPERARIO			HH	8	0.0356	5.38	0.19
1113	OFICIAL			HH	6	0.0267	4.57	0.12
1114	PEON			HH	12	0.0533	3.28	0.17
								0.49
1116	MATERIAL							
1117	ARENA FINA			m3		0.0159	110.00	1.75
	GRAFITO			kg		2.2400	3.00	6.72
1118	FILLER			kg		1.2000	0.90	1.08
1119	PIEDRA CHANCADA DE 3/4 Y 1/2			m3		0.0300	70.00	2.10
1120	CEMENTO ASFALTICO 85/100			gal		2.2000	7.50	16.50
								28.149
	Equipos							
1121	HERRMAIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	0.50	0.03
1122	CAMION VOLQUETE 15m3			hm	4	0.0178	130.00	2.31
1123	CAMPRESORA NEUMATICO AUTOMATICO			hm	0.5	0.0022	120.00	0.27
1124	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100hp			hm	1	0.0044	150.00	0.67
1125	RODILLO TANDEN AUTOPROPULSADO 58-70HP			hm	1	0.0044	155.00	0.69
1126	COMPACTOR VIBRADOTIRO TOPO PLANCHA 7HP			hm	1	0.0044	12.00	0.05
1127	CARGADOR SOBRE LLANTAS			hm	1	0.0044	165.00	0.73
1128	PAVIENTADORA SOBRE ORUGA 69HP 10-16			hm	1	0.0044	180.00	0.80
1129	PLANTA ASFALTO EN CLAIENTE 60-115TON/H			hm	1	0.0044	2000.00	8.89
								14.44

Fuente: Elaboración Propia



El análisis comparativo de precio unitario de una mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito, se observa en las tablas que el pavimento asfáltico con grafito tiene S/6.42 por encima del pavimento asfáltico tradicional, concluyendo así que el grafito no se recomendaría como agente en la mezcla del pavimento asfáltico.

Capítulo V: Discusión

a) Contraste de resultados con referentes del marco teórico

Discusión N°01: ¿Cómo garantizamos el control de calidad de los agregados para la elaboración de los especímenes Mezcla Asfáltica en Caliente?

Con base en la Norma EG 2013 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC, como parte de un manual de usuario vial establecido bajo el Reglamento de Infraestructura Vial Nacional aprobado por D.S. N° 03 2008MTC ajustado, aplicado en nuestro país y que rige al Control del desarrollo de este proyecto, comprobamos que el agregado puede cumplir con los parámetros y estándares de calidad establecidos.

Discusión N°02: ¿Por qué se eligió el agregado grueso ½”, el agregado fino de la cantera Caicay y por qué el agregado grueso ¾” de Huambutio Cusco?

Estos materiales son utilizados por la Planta de COPESCO para la elaboración de asfalto por lo que garantizan sus calidades ya que pasan por estándares de calidad antes de su elaboración. La de Huambutio por su accesibilidad en tiempos de Pandemia y que este material es utilizado para la elevación de concreto armado en otras obras civiles de la Ciudad del Cusco.

Discusión N°03: ¿Porque se utilizó al grafito como agregado fino, sabiendo que dentro de sus propiedades físicas su dureza en la escala de Mohs es de 2 a 1?

Se utilizó el grafito para aprovechar sus demás calidades como su resistencia a la temperatura y conductividad eléctrica. También su impermeabilidad frente al agua su resistencia al desgaste sin alterar la resistencia de la mezcla asfáltica en caliente convencional. Así contribuyendo con el desarrollo de carreteras inteligentes.

b) Interpretación de los resultados encontrados en la investigación

Discusión N°04: ¿Cómo determinar el porcentaje óptimo de grafito a añadir a la mezcla en caliente?



El grafito, es el carbón en sí, este tiene la propiedad de añadir impermeabilidad, resistencia, conductividad; es por ello que se determinó el 14.79% de grafito por lo tanto se tomó el valor más aproximado del 15%, por medio de parámetros volumétricos que se otorga al 4% de volumen de vacío que se utilizó para los ensayos de propiedades físico mecánicas.

Discusión N°05: ¿Por qué la temperatura de 18,1 °C y 17 horas se considera una prueba de daño inducido por humedad?

Debido a que el Manual de Ensayos de Materiales MTC E 522 establece el parámetro de temperatura $18^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por un mínimo de 16 horas, considerando el transporte de los especímenes para no alterar su temperatura.

Discusión N°06: ¿En el procedimiento de la mezcla del concreto asfáltico, considera una temperatura mínima de 135 °C?

Se considero las temperaturas del Manual de Ensayo de Materiales del MTC.

“El calentamiento durará lo suficiente como para obtener la temperatura deseada. Si la temperatura de compactación para una mezcla específica no se conoce, la experiencia ha mostrado que estas mezclas serán compactadas una temperatura entre 120 °C a 135 °C.”

temperatura de mezcla establecida en 6.1.2 .3 (MTC, 2016)

Por otro lado, el fabricante de la mezcla bituminosa recomendó utilizar una temperatura no menor de 135 °C.

c) Comentario de la demostración de la hipótesis

Discusión N°06: ¿Por qué solo el agregado fino es diferente en la preparación de la mezcla asfáltica en caliente?

Se determinó utilizar el grafito ya que es un material similar en granulometría al agregado fino que es la arena, en diferentes porcentajes cómo se observa en los ensayos.

Discusión N°07: ¿Cuál es la prueba más típica para mezclas asfálticas que se puede realizar durante esta investigación?

El ensayo más representativo para este tipo de mezclas asfálticas es el ensayo de estabilidad y flujo debido a que estas mezclas asfálticas tienen 15% grafito en comparación a otras mezclas, por tal motivo es necesario el uso la máquina para pruebas de estabilidad Marshall, por ello este ensayo nos permite saber si con contenido óptimo de grafito obtenemos un mejor espécimen de lo habitual. La prueba más típica para este tipo de mezcla asfáltica es la prueba de estabilidad y flujo, nuestros especímenes tienen un 15% más de grafito que otras,



por esta razón es necesario utilizar el equipo de estabilidad Marshall, por lo que esta prueba nos permite saber si con el contenido óptimo de grafito que obtenemos es mejor de lo habitual.

d) Aporte de la investigación

Discusión N°8: ¿Cuáles son los aportes de esta investigación?

Con nuestro resultado tenemos un antecedente del grafito en Mezcla Asfáltica en Caliente además el grafito solo des descompone a más 600°C que lo hace trabajable con MAC se podría utilizar el diseño de este proyecto para transito ligero o parqueaderos, por otro lado, viendo la experiencia de esta tesis podría trabajarse en un futuro los especímenes utilizando grafeno (a nivel molecular).

e) Incorporación nuevos temas que surjan durante el proceso de investigación que no estén contemplados en el objetivo de investigación

Discusión N°09: ¿Cómo es el comportamiento del grafito en el proceso de mezclado?

Durante el proceso de mezclado se ha observado que cuando se emplea el grafito en función a la arena (todo lo que retiene la malla #200), se obtiene buenos resultados debido a que ocurre una correcta homogenización a la hora del mezclado con los demás agregados por sus propiedades polvorosas, lo que facilitará la uniformidad en toda la mezcla, además este mineral no presenta cambios cuando se le aplica la temperatura de mezclado 135 °C.

Discusión N°10: ¿Por qué el grafito mantiene carga máxima y mejora el agarre en lo neumáticos, impermeabiliza?

Debido a sus enlaces moleculares que permiten mantener la unión de los agregados y el agarre en lo neumáticos ya que este es un material que se expande cuando se le enfría y se encoje cuando se pone tibio.

GLOSARIO

- GRADACIÓN. - La disposición u orden de algo en grados sucesivos, ascendentes o descendentes.
- AHUELLAMIENTO. - La deformación permanente es un tipo de falla que ocurre en relación con la huella del tráfico vehicular con cada aplicación de la carga.
- ASTM. - Asociación Americana para el Ensayo de Materiales (American Society for Testing Materials).



- **CARBONO.** - Es una roca sedimentaria orgánica, negra, muy rica en carbono y con cantidades variables de otros elementos, hidrógeno, azufre, oxígeno y nitrógeno.
- **MCA.** – Mezcla Asfáltica En Caliente.
- **ESCURRIMIENTO.** - Determinación de la porción de la mezcla (finos y ligante) que se separa y fluye escurriéndose de la mezcla.
- **ESPÉCIMEN.** - Muestra, modelo o ejemplar que tiene las cualidades o características que se consideran representativas de la especie a la que pertenece.
- **FILLER.** – (relleno). Producto mineral finamente dividido del que al menos el 6.5% pasa por el tamiz N°200.
- **CONCÉNTRICAS.** - Que tiene el mismo centro que otro
- **IONES.** - Un ion es una partícula cargada eléctricamente constituida por un átomo o molécula que no es eléctricamente neutro.
- **MEZCLA ASFÁLTICA.** - mezcla asfáltica, concreto bituminoso o agregado asfáltico, consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales
- **NANOTUBOS.** - Nanotubos a estructuras tubulares (cilíndricas), cuyo diámetro es del tamaño del nanómetro
- **Método Rice.** - Método diseño de pavimentos en frio (método de arroz)
- **PEN 85/100.** - Cemento Asfáltico de penetración 85 – 100 mm.
- **VOLUMEN DE VACÍOS.** - Cantidad total de espacios vacíos en una mezcla compactada.
- **FHWA.** - Federal Highway Administration
- **NAPA.** - National Asphalt Pavement Association
- **SMA.** - Stone Mastic Asphalt o Stone Matrix Asphalt, tipo de mezcla asfáltica de gradación incompleta. Se caracteriza por su alto contenido en áridos gruesos y su distribución en un esqueleto de estructura controlada.

CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN N°1:

Con respecto a la Hipótesis General: “Las propiedades físico- mecánicas de una de mezcla asfáltica en caliente PEN85/100, con respecto a una mezcla asfáltica en caliente PEN85/100 con grafito, este último tendrá mejores resultados”, los resultados obtenidos en la presente investigación no se demuestran en su totalidad la afirmación. Ya que en su mayoría de las propiedades físico mecánicas de las mezclas asfálticas adicionadas con grafito no tienen mejores resultados ni son similares para cada tipo de ensayo como se muestra en la Tabla N°98



(pág. 187), y teniendo como únicos valores más similares el ensayo de cántabro, obteniendo como resultados para mezclas asfálticas sin grafito %desgaste = 4.53% y mezclas asfálticas con grafito %desgaste = 4.68%. Como los resultados de las mezclas asfálticas adicionadas con grafito no se asemejan ni cumplen a los resultados de mezclas asfálticas PEN 85/100 por lo que fruto de la presente investigación no se recomienda el uso de grafito como un agente estabilizante para las mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100.

CONCLUSIÓN N°2:

Con respecto a la Sub Hipótesis N°1: “Los parámetros volumétricos tendrán mejores resultados entre la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100”, los resultados obtenidos en la presente investigación no se demuestra tal afirmación. Para los valores %Va, %VMA y %VCAMEZCLA<VCADRC, los resultados obtenidos fueron 4.59%, 21.16%, 56.51%<56.60% respectivamente, para una mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100; y 3.72%, 20.62%, 56.21%<56.60% respectivamente para una mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito, teniendo este último resultado más favorecedor en cuestión de los requerimientos mínimos solicitados tomando en cuenta la norma EG 2013. Los resultados se muestran en la Tabla N°98 (pág.187), Figura N°77 (pág.184), Figura N°78 (pág.184), Figura N°79 (pág.185).

CONCLUSIÓN N°3:

Con respecto a la Sub Hipótesis N°2: “La estabilidad y flujo será mayor entre la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito , con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100”, los resultados obtenidos en la presente investigación no demuestran tal afirmación, ya que los valores de estabilidad y flujo para mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100 son 16.52 kN y 3.70 mm respectivamente, y los valores estabilidad y flujo para mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100 adicionando grafito son 12.63 kN y 5.61 mm. Los resultados de estabilidad se encuentran dentro de los parámetros según tabla 423-06 MTC que es 8.15kN como mínimo, sin embargo, el flujo se encuentra bajo los parámetros que establece la norma para el tipo de Mezcla A entre los rangos 8-14, no cumpliendo con el requerimiento de calidad de mezclas asfálticas de la EG 2013, por lo cual no se recomienda el grafito ya que no mejora en gran medida la estabilidad ni flujo. Los resultados se muestran en la Tabla N°98 (pág. 187), Figura N°80 (pág.185), Figura N°81 (pág.186).



CONCLUSIÓN N°4:

Con respecto a la Sub Hipótesis N°3: “El porcentaje de pérdida por desgaste será menor entre la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100”, los resultados obtenidos en la presente investigación sí demuestran tal afirmación. Ya que el valor de % desgaste es 4.53% para mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100, y el valor de % desgaste es 4.68% para mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100 adicionando grafito; sin embargo, ambos resultados son muy similares y próximos el uno del otro, cumpliendo con el requerimiento de calidad de mezclas asfálticas de la EG 2013. Los resultados se muestran en la Tabla N°98 (pág. 187), Figura N°82 (pág.186).

CONCLUSIÓN N°5:

Con respecto a la Sub Hipótesis N°4: “La resistencia al daño inducido por humedad será mayor entre la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito, con respecto a mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100”, los resultados obtenidos en la presente investigación no demuestran la afirmación. Ya que los valores obtenidos en el ensayo de susceptibilidad a la humedad, para mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100 %TSR = 55.76% y para mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100 adicionando grafito %TSR = 64.07%. Solo se considera que es mejor ya que su valor es el más próximo al requerimiento mas no se toman como óptimos debido a que ambos no superan el 80% de %TSR, tomando en cuenta la EG 2013. Los resultados se muestran en la Tabla N°98 (pág. 187), **Figura N°83** (pág.187).

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN N°01:

En esta tesis se analizó mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 utilizando agregado grueso como piedra triturada ¾” de Huambutio, piedra triturada ½” de la planta Caicay COPESCO y agregado fino como arena triturada y arena lavada de COPESCO (Planta de asfalto en Caicay, Cusco), Asfalto RC250 PEN 85/100 y Cemento Portland como relleno tipo IP. Cuando se toman en cuenta las proporciones de betunes y aditivos para la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, se recomienda realizar más estudios utilizando betunes modificados con otros materiales municipales del Cusco, utilizar otros aditivos y así evaluar sus resultados de materiales sobre parámetros físicos y mecánicos de mezcla en caliente PEN 85/100.



RECOMENDACIÓN N°02:

Se realizó el análisis de parámetros físico-mecánicos de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 mediante la adición de grafito en comparación con la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100. Por lo tanto, se recomienda la comparación y análisis de los parámetros físico-mecánicos de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 con varios tipos de estabilizantes para mejorar las características donde el grafito no tuvo efectividad.

RECOMENDACIÓN N°03:

El grafito fue el agente estabilizante, que estuvo totalmente puro y además fue tamizado para que estuviera considerado como agregado fino dentro de los tamices correspondientes. Se recomienda el uso del grafito reciclado, como aquel que puede ser obtenido de lápices y pilas eléctricas en desuso, con el fin de verificar si los resultados serían igual, mejor o peor al obtenido.

RECOMENDACIÓN N°04:

Se utilizó en la presente investigación 5% de asfalto y 15% de grafito, que fueron los valores más cercanos a lo requerido. Se recomienda usar el peso exacto de asfalto y grafito respectivamente de haber obtenido del $\%Va = 4$, con el fin de encontrar mejores resultados en comparación de los obtenidos.

RECOMENDACIÓN N°05:

Se utilizó el grafito retenido entre el tamiz N°4 y N° 200, el cual se reemplazó en relación al peso del agregado según MAC-01, a la vez el grafito se compenetra perfectamente haciéndose imposible diferenciar el aditivo del agregado. Se recomienda realizar la distribución granulométrica según MAC-1 posterior al hallado y adicionando grafito para cada porcentaje (5%, 10%, 15% y 20%), de tal manera que en exista 4 distribuciones más para realizar la elaboración de los especímenes, ya que nuestro tamaño máximo nominal de toda la mezcla es de $\frac{3}{4}$ ".

RECOMENDACIÓN N°06:

Los ensayos realizados fueron netamente en laboratorios particulares debido a la pandemia ocurrida en estos dos últimos años. Sin embargo, se recomienda el constante seguimiento de todos los ensayos y que estos se realicen correctamente según lo indica Manual de Ensayo MTC, 2016.



REFERENCIAS

- Alejandro. (19 de octubre de 2012). *ing civil*. Obtenido de ing civil: <http://ingcivil.org/propiedades-quimicas-del-asfalto/>
- Amparo, M. (2015). *Materiales de carbono del grafito al grafeno*. Barcelona: Universidad Politecnica de Valencia.
- Arias, G.; Leonel, G. & Rodriguez, J. (10 de abril de 2013). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/leonel321/mezclas-asfalticas-2>
- Asphalt Institute. (1996). *Antecedentes del diseño y análisis de mezclas asfálticas*. USA.
- Borrell Tomas, A., & Salvador Moya, D. (s.f.). *Materiales de carbono del grafito al grafeno*. Barcelona, España: REVERTE, S. A.
- CAMIMEX. (2012). *CAMIMEX*. Obtenido de camimex: <https://camimex.org.mx/index.php/secciones1/sala-de-prensa/uso-de-los-metales/grafito/>
- Candia Ponce, D. G., & Ccorahua Quispe, V. L. (2019). *Estructura y síntesis de nanotubos de carbono*. Cusco, Perú.: Universidad Andina del Cusco.
- Candia Ponce, D. G., & Ccorahua Quispe, V. L. (2019). *ESTRUCTURA Y SINTESIS DE NANOTUBOS DE CARBONO*. CUSCO-PERU.
- Coordinación General de Minería. (2014). *Perfil de Mercado del grafito*. Mexico.
- DeLaPeña Benítez, P. (octubre de 2017). *La nanotecnología en la arquitectura: el grafeno*. Obtenido de Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción: http://oa.upm.es/50243/1/INVE_MEM_2017_272133.pdf
- Fernando Alcca Quispe. (2005). *Estructura y síntesis de nanotubos de carbono*. Lima, Perú.: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Graphenano. (julio de 2017). *NANOTECHNOLOGIES*. Obtenido de Graphenano: <https://www.graphenano.com/uploads/2017/11/Que-es-el-grafeno.pdf>
- Infografeno. (2014). *Infografeno*. Obtenido de DISCUS: <https://www.infografeno.com/>
- Ing. Eduardo Ramos Paul. (2018). *Mezcla asfáltica con betunes modificados con nanotubos de carbono*. Loja-Ecuador.
- Ing. Jhonny Javier Pincay Bermello, M. (2018). *Análisis comparativo entre la aplicación de Metodología RAMCODES y el método Marshall*. Loja, Ecuador: Grupo Compás.
- Ing. Jiménez, G. (2012). *Mejoramiento del asfalto 60/70 y la mezcla asfáltica mdc-2 con nanotubos de carbono obtenidos a partir de metano vía catalítica*. Bogotá, Colombia: Pontificia universidad Javeriana Facultad de ingeniería.
- Ing. JimenezTellez Gabriel Alejandro. (2012). *Mejoramiento del asfalto 60/70 y la mezcla asfáltica MDC-2 con nanotubos de carbono obtenidos a partir de metano via catalitica*. Bogotá-Colombia: 2012.



- Minaya Gonzáles, S. & Ordoñez Huamán A. (2006). *Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos* (Segunda Edición ed.).
- Minaya, S. & Ordoñez, A. (2001). *Manual de Laboratorio de Ensayos para Pavimentos Volumen I*.
- Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones. (2011). *Manual de Carreteras*. Paraguay.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima: .
- MTC. (2016). MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES . En PERU, *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES* (pág. 589). PERU: PERU.
- MTC 505. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. PERU.
- MTC 506. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. PERU.
- MTC E 110. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.
- MTC E 201. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.
- MTC E 204. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.
- MTC E 205. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.
- MTC E 206. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.
- MTC E 207. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.
- MTC E 209. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.
- MTC E 210. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.
- MTC E 222. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.
- MTC E 223. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.
- MTC E 504 . (2016). Manual de Ensayo de Materiales. En M. d. Comunicaciones, *Manual de Ensayo de Materiales* (pág. 583). PERU.
- MTC E 515 . (2016). Caracterización de las mezclas bituminosas abiertas por medio del ensayo cántabro por pérdida por desgaste. En M. d. Comunicaciones, *Manual de Ensayo de Materiales* (pág. 644). Peru: Manual de Ensayo de Materiales.
- MTC E 522 . (2016). Resistencia de mezclasasfálticas compactadas al daño inducido por humedad. En MTC, *Manual de Ensayo de Materiales* (pág. 661). PERU.
- Pablo Solís Fernández. (2011). *Modificación superficial de materiales de*. Oviedo: universidad de Oviedo.
- Paneque Jiménez Rosa. (1998). *Metodología de la investigación*. La Habana.
- Peña, G. L.-P. (2015). *Propiedades mecánicas de membranas de grafeno: consecuencias de la inducción controlada de defectos*. Obtenido de Universidad Autónoma de Madrid: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/674900/lopez_polin_pena_guillermo.pdf?sequence=1
- Popper, K. R. ((1935)). *La lógica de la investigación*.
- Rusu, D. C. (2019). *Metodología de la investigacion*.



- Suarez, P. (2018). *Mezclas asfálticas con betunes modificados con nanotubos de carbono*. Ecuador: Universidad Tecnica Particular de Loja-Loja.
- UNAM. (2019). Material Asfáltico. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. XX.
- Universidad de Oviedo. (19 de febrero de 2020). *uniovi*. Obtenido de uniovi: http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/679/mod_resource/content/1/1C_C11812_A/fichas_minerales/no_%20metales/grafito.htm
- Universidad Mayor de San Simón. (2004). *Manual Completo Diseño de Pavimentos*. Cochabamba.
- Vargas Ceballo, O. (2017). *Materiales basados en grafito para su uso como ánodos en baterías de li-ion*. Córdoba: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- Vivar, G. (1995). Diseño y construcción de pavimentos (Segunda ed). En G. Vivar., *Diseño y construcción de pavimentos (Segunda ed)* (pág. 13). lima: Colecciones del Ingeniero Civil.
- Wynarczyk, H. (Agosto de 2001). *El Trabajo de Tesis*. Obtenido de Estrategias de Investigación: [http://www.cyta.com.ar/ta0102/research.htm#:~:text=b\)%20Nivel%20explicativo.,a%20priori%20de%20las%20mediciones](http://www.cyta.com.ar/ta0102/research.htm#:~:text=b)%20Nivel%20explicativo.,a%20priori%20de%20las%20mediciones).

ANEXOS



ANEXO N°1: Matriz de consistencia

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN85/100, CON RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	FUENTES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES INDEPENDIENTES				
¿Cuál es el análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito?	Analizar comparativamente las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito en 5%, 10%, 15% y 20%.	Las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito, este último tendrá mejores resultados.	X: MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100	X1: Agregado fino X2: Agregado fino con grafito	X1: Porcentaje en peso del agregado fino (%) X2: Porcentaje en peso del agregado fino con grafito (%)	Instrumentos para control de calidad de agregados Instrumentos para cuantificación de propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100 y mezclas asfálticas en caliente PEN 85/100 con grafito. Instrumentos para diseño con la metodología Marshall	"Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras" EG-2013 (MTC) "Diseño De Mezclas Método Marshall E Interpretación De Resultados" ASTM D 1559, AASHTO T 225
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	SUB HIPÓTESIS	VARIABLES DEPENDIENTES				
¿Cuál es el análisis comparativo de los parámetros volumétricos de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito?	Analizar la comparación de los parámetros volumétricos de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito.	Los parámetros volumétricos tendrán mejores resultados entre la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100.	Y: PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS	Y1: Parámetros Volumétricos	Para Y1: Porcentaje de Vacíos (%)	- Formato de: Ensayo de Parámetros Volumétricos	AASHTO D 1188 MTC 505 MTC 506
¿Cuál es el análisis comparativo de la estabilidad y el flujo de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito?	Analizar la comparación de la estabilidad y el flujo entre la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito.	La estabilidad y flujo será mayor entre la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100.		Y2: Estabilidad y Flujo Marshall	Para Y2: Estabilidad (Kg), Flujo (0.01 pulg)	- Formato de: Ensayo de estabilidad y flujo Marshall	ASTM D 1559 MTC E 504
¿Cuál es el análisis comparativo de la pérdida por desgaste de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito?	Analizar la comparación de la pérdida por desgaste entre la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito.	El porcentaje de pérdida por desgaste será menor entre la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100.		Y3: Pérdida por desgaste	Para Y3: pérdida media por desgaste (%)	- Formato de: Ensayo cántabro de pérdida por desgaste	MTC E 515
¿Cuál es el análisis comparativo de la resistencia al daño inducido por humedad de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito?	Analizar la comparación de la resistencia al daño inducido por humedad entre la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito.	La resistencia al daño inducido por humedad será mayor entre la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito, con respecto a mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100.		Y4: Resistencia al daño inducido por humedad	Para Y4 : Valores de Tracción Indirecta (Kpa)	- Formato de: Ensayo de resistencia al daño inducido por humedad	AASHTO T283 MTC E 522

Fuente: Elaboración Propia



ANEXO N°2: FICHAS TÉCNICAS



Chemical Max S.A.
(Pasión por la calidad no hay más!)

HOJA TÉCNICA DE PRODUCTO

EMULSIÓN ASFÁLTICA LENTA CON POLÍMERO CSS-1P

DESCRIPCIÓN Emulsión de cemento asfáltico y agua que contiene látex de polímero estireno butadieno (SBR) y una pequeña cantidad de agente emulsificante de rotura lenta. Las pequeñas gotas de asfalto emulsificado son catiónicas (carga positiva).

VENTAJAS Las emulsiones de rotura lenta modificadas con polímero pueden ser utilizadas cuando se requiere una estabilidad adicional de la mezcla ó una mayor ligazón.

APLICACIÓN Recomendada para la preparación de lechadas asfálticas (slurry seal), preparación de mezclas en frío, ya sea en planta ó en sitio.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ENSAYOS	METODO		EMULSIÓN CSS-1P	
	ASTM	MTC	Mínimo	Máximo
Ensayos sobre la emulsión				
Viscosidad Saybolt Furol a 25°C, ssf	D 244	E 403	20	100
Contenido de agua, % volumen	D 244	E 402	—	40
Destilación	- Contenido de asfalto residual, %	D 244	E 401	60
	- Contenido de disolventes, %	D 244	E 401	—
Sedimentación a los 7 días, %	D 244	E 404	—	5
Mezcla con cemento, %	D 244	E 410	—	2
Prueba del tamiz N° 20. %	D 244	E 405	—	0.1
Carga de partícula	D 244	E 407	Positiva	
Ensayos sobre el residuo de emulsión	ASTM	MTC	Mínimo	Máximo
Penetración, 25°C, 100 g, 5s, dmm	D 5	E 304	100	150
Punto de ablandamiento, °C	D 36	E 307	45	—
Ductilidad, 5°C, 5 cm/min, cm	D 113	E 306	10	—
Recuperación Elástica Torsional, 25°C, %	NTL 329*	—	12	—



Chemical Max S.A.
(Pasión por la calidad no hay más!)

PRESENTACIÓN

Cilindro: 55 Glns.
Balde: 05 Glns.
Envase: 01 Gln.

**MEDIDAS DE
SEGURIDAD**

Utilizar guantes de caucho y gafas de protección para su aplicación.
Mantengase fuera del alcance de los niños.
Consultar hoja de seguridad del producto.

ALMACENAMIENTO

Almacene la emulsión entre 10°C y 60°C. No permita que la emulsión asfáltica se congele. Esto produce la rotura la emulsión, separando el asfalto del agua.
No permita que la emulsión asfáltica sea calentada por encima de los 85°C.
Las temperaturas elevadas evaporan el agua, modificando las características de la emulsión asfáltica.
No permita que la temperatura de la superficie de calentamiento exceda los 100°C, de suceder esto, se producirá la rotura prematura de la emulsión sobre aquella.
No use aire a presión para agitar la emulsión.
Puede causar la rotura de la emulsión. El exceso de mezclado y de bombeo debe evitarse.

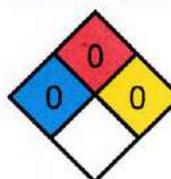
Las indicaciones que anteceden están basadas en ensayos que consideramos seguros y son correctas de acuerdo a nuestra experiencia. Sin embargo, no pudiendo controlar las condiciones de aplicación, no nos responsabilizamos por daños, perjuicios o pérdidas ocasionadas por el uso inadecuado de los productos.

Aconsejamos al usuario determinar previamente si éstos son apropiados para el uso particular propuesto. Nos reservamos el derecho a efectuar cambios a fin de adaptar nuestros productos a tecnología de punta.

**IDENTIFICACIÓN DE
PELIGRO**

El producto no es una sustancia inflamable.

- Salud : 0
- Inflamabilidad : 0
- Reactividad : 0



Chemical Max S.A.

Mz. A Lt. 7 Asociación fortaleza
Puente Piedra - Lima
Cel.: (+51) 975508508
Perú
www.ventadeasfaltorc-250.com.pe

Hoja Técnica de Producto
Bitumen Asfáltico Chemimax
Versión: 01/2018

2 de 2



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Versión 20, Jul. 2018
Emulsiones Asfálticas

1.- IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE PROVEEDOR

PRODUCTO
Nombre Comercial • Emulsiones Asfálticas
Tipo de producto • Emulsión Asfáltica Catiónica.
Uso • Riegos, mezclas, y tratamientos de superficie en pavimentación.

PROVEEDOR CHEMIMAX S.A.
DIRECCION COMERCIAL MZ A LT 7 Asoc. Fortaleza Puente piedra Lima -Peru
TELEFONOS (01) 7193593 - (+51) 975508508

TELEFONOS EMERGENCIAS (en y fuera del horario de atención al público lima-peru)
Alerta Médica 261-0502
Bomberos 116
Clave Médica 265-8783
Cruz Roja 475-5787

2.- COMPOSICIÓN / INGREDIENTES

Naturaleza Química • Sistemas de dos fases inmiscibles: consistentes en una fase asfáltica (mínimo 40 % de asfalto y máximo 75% de asfalto - dependiendo del subtipo de emulsión- y con hasta un 15% de solvente, Kerosene) y un resto de fase acuosa compuesta por agua, un emulgente químico (amina cuaternaria) hasta 30 ppm y ácido clorhídrico (no más de 5%).

N° NU • 3082

3.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Salud

- Evitar el contacto con la piel, ya que puede ser medianamente irritante (T_{emp} , de uso máxima recomendada = 50 °C).
- Contienen PCA's (Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos) que son considerados potenciales cancerígenos para el ser humano. A causa de ello, se aconseja su uso para las aplicaciones recomendadas observando rigurosamente las normas de higiene y seguridad. Se deberá mantener además, una buena práctica de higiene personal y un seguro manipuleo del producto
- Asimismo, el contacto prolongado con la piel podrá provocar la pérdida de la grasitud natural derivando en dermatitis.
- Por lo anterior, mantener además una buena práctica de higiene personal y un seguro manipuleo del producto.
- Para mayor información, ver las secciones puntos 8 y 11.

Seguridad

- El producto no está clasificado como inflamable, pero bajo la acción del calor, reaccionará en forma violenta proyectando material caliente.

Medio Ambiente

- No es biodegradable.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Versión 20, Jul. 2018
Emulsiones Asfálticas

4.- MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

- | | |
|-----------------------------------|--|
| Síntomas y efectos | <ul style="list-style-type: none">• Prolongada exposición a concentraciones de vapores por encima de la concentración recomendada por la legislación puede provocar dolor de cabeza, náuseas, descomposturas, irritación de ojos y tracto respiratorio superior, boca y aparato digestivo, asfixia, pérdida de conocimiento y en casos extremos la muerte. |
| Ingestión | <ul style="list-style-type: none">• NO INDUCIR VÓMITOS.• Si el afectado está consciente, dar de beber agua.• Si no se recupera rápidamente conseguir asistencia médica. |
| Inhalación | <ul style="list-style-type: none">• Trasladar a la persona a un lugar fresco y ventilado. En casos de dificultad respiratoria aplicar respiración artificial.• En caso de pérdida del conocimiento sin problemas respiratorios colocar en posición y procurar aire fresco.• Si los síntomas persisten, obtener ayuda médica inmediata. |
| Contacto con la piel | <ul style="list-style-type: none">• Se debe evitar el contacto con la piel.• En caso de contacto con emulsión asfáltica, se debe remover el producto inmediatamente con abundante agua y jabón.• Las ropas contaminadas deben ser removidas lo más rápido posible. Las prendas deben ser lavadas antes de volver a usarse. |
| Contacto con los ojos | <ul style="list-style-type: none">• Lavar los ojos con abundante agua por lo menos durante 15 minutos.• Solicitar atención médica si ocurriera irritación y esta persistiera. |
| Advertencia a Facultativos | <ul style="list-style-type: none">• Tratar sintomáticamente.• Si fuera necesario se podrá remover el asfalto adherido a la piel con "parafina medicinal" tibia. |

5.- MEDIDAS PARA COMBATIR INCENDIOS

Producto no presenta riesgos de inflamación. Como prevención se recomienda:

- | | |
|------------------------------|---|
| Equipo de Extinción | <ul style="list-style-type: none">• Espuma y polvo químico seco. Dióxido de carbono, arena y tierra puede usarse para controlar fuegos de poca magnitud.• La espuma deberá ser arrojada gradualmente de manera de formar un manto sobre la superficie del líquido que arde.• Cuando se emplee dióxido de carbono o polvo químico seco deberá evitarse vuelva hacia atrás (considerar la dirección del viento para una correcta aplicación). |
| No emplear | <ul style="list-style-type: none">• Chorros de agua.• Extintores a base de HALON que dañan el medio ambiente. |
| Evitar | <ul style="list-style-type: none">• Que el producto se caliente ya que reaccionará en forma violenta proyectando material. |
| Equipos de Protección | <ul style="list-style-type: none">• Usar adecuados equipos de protección que deberán incluir |



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Versión 20, Jul. 2018
Emulsiones Asfálticas

aparatos de respiración cuando se ingresa a la zona de fuego. Los envases, estructuras y equipos adyacentes al fuego deben ser enfriados con agua en forma de neblina.

6.- MEDIDAS PARA CONTROLAR DERRAMES O FUGAS

- | | |
|--|---|
| Cuidados personales | <ul style="list-style-type: none">• Minimizar el contacto con la piel.• Usar guantes y botas impermeables.• El personal no deberá ingresar a los tanques que han contenido asfaltos o asfalto diluido si no ha sido purgado.• Evacuar la zona de operaciones de todo personal ajeno a la actividad.• Evitar fuentes de ignición.• Si se detectan pérdidas de producto procurar su detención siempre y cuando no pongan en riesgo a los operadores. |
| Preservación del medio ambiente | <ul style="list-style-type: none">• Prevenir el rociado o vertido a drenajes, acequias o ríos empleando arena, tierra o cualquier otra barrera apropiada para detener derrames accidentales. Si inevitablemente alguno de los accidentes antes mencionados ocurriera, avisar a las autoridades pertinentes. |
| Pequeños Derrames | <ul style="list-style-type: none">• Absorber con arena o tierra. Recoger y transportar en recipiente apropiado hasta su destino definitivo de acuerdo a la legislación vigente. |
| Grandes Derrames | <ul style="list-style-type: none">• Debe prevenirse su dispersión con arena o tierra. Proceder igual que en pequeños derrames. |

7.- MANIPULACIÓN Y ALMACENAJE

- | | |
|----------------------------------|--|
| Manipulación | <ul style="list-style-type: none">• La manipulación del Producto deberá hacerse siempre con elementos de seguridad: guantes, zapatos de seguridad y equipos de apoyo para evitar derrames.• Evitar el contacto con producto fundido o calentado.• Evitar respirar humos o vapores del producto caliente.• No respirar los humos que hayan podido acumularse en espacio libre del contenedor. |
| Almacenaje | <ul style="list-style-type: none">• Durante el almacenamiento se deberá evitar que la emulsión sea sometida a temperaturas extremas.• Los estanques de almacenamiento, deberán poseer una adecuada aislación térmica.• Producto no debe ser calentado durante su almacenamiento.• Evitar que la temperatura del producto baje a menos de 3°C; lo cual lo inutilizará, o supere los 75°C; lo cual variará sus características de consistencia. |
| Transferencia de producto | <ul style="list-style-type: none">• Para trasvasar producto emplear mangueras termo resistente que se encuentren secas y limpias.• No use vapor para vaciar recipientes y mangueras.• No emplee solventes para eliminar obstrucciones de tuberías.• Aire comprimido o vacío se emplea para eliminar producto de un |



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Versión 20, Jul. 2018
Emulsiones Asfálticas

- sistema.
 - Durante la descarga podrá generarse carga electrostática.
- Transporte**
- Los vehículos que transporten emulsiones asfálticas a zonas frías ó alta cordillera deberán estar provistos de aislación térmica.
 - Mantener válvula de descarga despejada a fin de evitar calentar.
- Temperatura de almacenamiento**
- Evitar que la temperatura del producto baje a menos de 3°C; lo cual lo inutilizará, o supere los 75°C; lo cual variará sus características de consistencia.
- Materiales**
- Acero.

8.- CONTROLES DE EXPOSICIÓN - MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Debido a que contiene P.C.A. (Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos), considerados como potenciales cancerígenos para el ser humano, deberá evitarse la exposición por las distintas vías posibles: contacto con la piel o inhalación (en particular vapores a altas temperaturas). Son por lo tanto esenciales las medidas de seguridad que garanticen la protección del personal para evitar dichas exposiciones.

- Ventilación**
- Los locales deberán contar con una buena ventilación general.
 - Debido a su potencial riesgo para la salud, la Resolución 295/2003 (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) establece que la concentración de PCA's (Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos) en los ambientes de trabajo, debe ser inferior a 0.2 mg/m³ para la jornada de 8 horas.
- Medidas preventivas**
- Lavarse las manos antes de comer o beber.
- Vías respiratorias**
- Cuando por algún motivo los sistemas mecánicos de extracción localizada y/o ventilación no fueran suficientes, se requerirá protección especial como por ejemplo máscara provista con cartucho para vapores orgánicos con filtros adecuados para evitar la inhalación del producto (en forma de vapor) o equipos de provisión de aire. La elección es responsabilidad del profesional de Higiene y Seguridad afectado al trabajo.
- Piel**
- Usar guantes de goma ajustados al puño de la mano y delantal de PVC.
- Ojos**
- Usar antiparras de seguridad si hubiera riesgo de salpicadura o casco con protector facial.
- Otros**
- Usar ropa de trabajo para evitar la contaminación de la ropa personal, mamelucos de algodón ajustados en el cuello y los puños; botas o zapatos de seguridad.
- Protección en caso de derrames**
- Todo derrame debe ser atendido rápidamente. Los principales riesgos de exposición serán por contacto directo con la piel y ojos y la inhalación de los vapores.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Versión 20, Jul. 2018
Emulsiones Asfálticas

9.- PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

PROPIEDAD	NORMA	
Color		Marrón
Consistencia a 25 °C		Líquida
Densidad a 25 °C, (Kg/m ³)	IRAM 6586	>0.90
Viscosidad Saybolt Furol (seg)	IRAM 6721	20 - 100
Penetración Residuo 25 °C, 100gr, 5seg, (0.1mm)	IRAM 6576	50 - 300
Solubilidad en Tricloroetileno, (%) residuo	IRAM 6585 y 6.2	> 95

10.- ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

- | | |
|------------------------------------|--|
| Estabilidad | <ul style="list-style-type: none"> • Estable |
| Evitar | <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturas superiores a 75 °C e inferiores a 3 °C |
| Descomposición de productos | <ul style="list-style-type: none"> • Bajo condiciones normales de uso no se espera la formación de compuestos peligrosos. |
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Evitar el contacto de la emulsión asfáltica con agua u otros líquidos o agentes oxidantes. |

11.- INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Estos datos no han sido determinados específicamente para la Emulsión Asfáltica Catiónica Lenta. La información que se da a continuación está basada en el conocimiento de sus componentes y la toxicidad de formulaciones similares.

La Legislación Argentina, los considera como potencial cancerígeno para el ser humano y establece que la concentración de P.C.A. (Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos) promedio ponderada en el ambiente laboral no debe exceder los valores fijados (valor vigente = 0.2 mg/m³. Resolución 295/03 del Ministerio de Trabajo y Acción Social de la Nación, modificación del Decreto 351/79).

- | | |
|--------------------------|--|
| Inhalación | <ul style="list-style-type: none"> • En condiciones normales de uso del producto difícilmente se producirá inhalación. En caso de que exista podrá presentarse una leve irritación de las vías respiratorias. |
| Piel | <ul style="list-style-type: none"> • La condensación de vapores es levemente irritante en ambientes cerrados. |
| Ojos | <ul style="list-style-type: none"> • Los vapores provenientes de emulsión caliente podrían producir una ligera irritación. |
| Toxicidad crónica | <ul style="list-style-type: none"> • La Emulsión Asfáltica Catiónica Lenta por contener PCA's (Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos), es considerada por la Resolución 415/2002 (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) como un potencial cancerígeno en el caso de contactos prolongados y/o repetidos con la piel. El contenido de PCA's (Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos) es inferior a: 18,2 %. |

12.- INFORMACIÓN ECOLÓGICA



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Versión 20, Jul. 2018
Emulsiones Asfálticas

- | | |
|--------------------------|--|
| Movilidad | <ul style="list-style-type: none">• Líquido en condiciones ambientales. Si penetra en la tierra se adhiere a las partículas inmovilizándose. |
| Biodegradabilidad | <ul style="list-style-type: none">• No es biodegradable. |
| Ecotoxicidad | <ul style="list-style-type: none">• No es posible diluir en agua. |

13.- DISPOSICIÓN DEL PRODUCTO

- | | |
|-----------------|---|
| Desechos | <ul style="list-style-type: none">• No deben contaminarse la tierra y los cursos de agua con emulsión asfáltica.• Los desechos provenientes de derrames u operaciones de limpieza de tanques deberán disponerse en contenedores o envases perfectamente identificados y disponerlos conforme a la reglamentación vigente, haciendo uso de empresas encargadas de disposición final, de reconocida trayectoria. |
|-----------------|---|

OTRAS INFORMACIONES

La información contenida en esta hoja de seguridad, se basa en nuestra experiencia y conocimientos, es auténtica y confiable, y tiene por objeto describir el producto teniendo en consideración los requerimientos de higiene y seguridad ambiental e industrial. Se trata por lo tanto de recomendaciones y sugerencias, no constituyen garantías, ya que las condiciones de uso están más allá de nuestro control. La información aquí contenida no debe ser tomada como una recomendación para ser utilizada en otro producto o aplicación.

CHEMIMAX S.A. LIMA-PERU.



FICHA TÉCNICA

THORGEM EIRL

Versión	Número:001
	Fecha: 29/09/2019
Impresión	Fecha: 31/10/2019
	Página: 1

PRODUCTO: GRAFITO PURO

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O DEL PREPARADO

INFORMACIÓN DE LA SUSTANCIA O DEL PREPARADO

Nombre Comercial:
GRAFITO 98% PURO
Nombre Químico:
Grafito y/o Carbón.
Código de Artículo:
AGP56035
Uso de la Sustancia o Preparado:
Aditivo utilizado en la industria de la fundición.

2. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

COMPOSICIÓN GENERAL: Grafito amorfo.

3. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

i) MANIPULACIÓN

- Precauciones generales
- Limpiar rápidamente cualquier derrame. El polvo generado durante su manejo o procesado debe limpiarse frotando con agua o aspirándolo con algún elemento que disponga de filtro. Si se barre en seco se enviarán partículas a la atmósfera.
- Precauciones especiales

ii) ALMACENAMIENTO

- Seguridad en el almacenamiento
- Depósitos de almacenamiento
- Materiales incompatibles
- No almacenar con o cerca de productos químicos citados en la sección 10.
- Condiciones de almacenamiento (temperatura y productos de descomposición)
- Almacenar en contenedores cerrados y etiquetados evitando el calor, chispas y otras fuentes de ignición.
- Cantidades límite que pueden almacenarse
- No permitir que los contenedores de este material se acumulen en el área de trabajo
- Tipo de material utilizado en el envase contenedor del producto

4. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

- ESTADO FÍSICO: Sólido.
- OLOR: Ninguno.
- COLOR: Gris negro.
- pH:
- PUNTO/INTERVALO DE EBULLICIÓN:
- PUNTO/INTERVALO DE FUSIÓN: Punto de ablandamiento > de 5.000 ° F.
- PUNTO DE INFLAMACIÓN:
- AUTOINFLAMABILIDAD:
- LÍMITES DE EXPLOSIÓN: * Inferior (% vol.): * Superior (% vol.):
- PROPIEDADES COMBURENTES:
- PRESIÓN DE VAPOR:
- DENSIDAD: Gravedad específica: 1,7 aprox.
- VISCOSIDAD:
- TENSIÓN SUPERFICIAL:
- TEMPERATURA Y PRESIÓN CRÍTICAS:
- SOLUBILIDAD EN AGUA: Insignificante.
- SOLUBILIDAD EN OTROS DISOLVENTES:
- DENSIDAD DE VAPOR:
- OTROS DATOS



ANEXO N°3: INFORMES DE LABORATORIOS



PROYCONSILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

ESTUDIO GRANULOMÉTRICO
Material de 3/4"
INFORME TÉCNICO
N° 2012-2974

TESIS:
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO

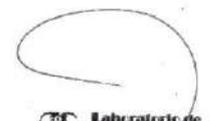


SOLICITANTES : KIARA AGUILAR ESQUIVEL
CRISTHIAN CHAUCA QUISPE

RESPONSABLE : SERGIO I. LIENDO VARGAS
INGENIERO CIVIL
CIP 65074.

UBICACIÓN : CUSCO

DICIEMBRE 2020



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCONSILVER S.C.R.L.
Sergio I. Liendo Vargas
Ingeniero Civil

Cusco: Barrio profesional C-1, Tlf.: (084) 254730, Cel. Entel: 984727700
www.proyconsilver.com, ggeneral@proyconsilver.com



PROYCONSILVER S.C.D.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

1. OBJETIVOS Y FINES.

Los objetivos y fines del presente informe corresponden a determinar la Clasificación de los materiales proporcionados por el solicitante, para tal fin se realizaron pruebas de laboratorio tales como: Análisis Granulométrico por Tamizado, Contenido de humedad y Límites de consistencia.

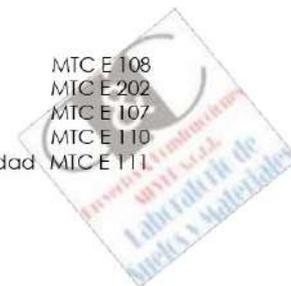
2. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO.

2.1. NORMAS APLICADAS AL PRESENTE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

El Estudio de Suelos se ha desarrollado siguiendo los lineamientos y recomendaciones que están contenidos en el MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS EM-2000, APROBADO MEDIANTE RD N° 028-2001-MTC/15.17 que incluyen las normas de la ASTM (American Society for Testing Materials), la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y las Normas MTC E del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para la realización de los ensayos y análisis de Laboratorio.

2.2. LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS:

- | | |
|---|-----------|
| ▪ Contenido de Humedad de un suelo | MTC E 108 |
| ▪ Cantidad de Material Fino que pasa el Tamiz N° 200 | MTC E 202 |
| ▪ Análisis granulométrico de Suelos por Tamizado | MTC E 107 |
| ▪ Determinación del Límite Líquido de los Suelos | MTC E 110 |
| ▪ Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad | MTC E 111 |





PROYCONSILVER S.C.D.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- ❖ La muestra fue otorgada por los solicitantes.
- ❖ Se determinó cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas por las mallas $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°8, N°10, N°16, N°30, N°40, N°50, N°80, N°100 y N°200.
- ❖ Se muestra los porcentajes de fracciones de la muestra.

Fracciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra

% de grava (Retiene Tamiz N.º 4) = 98.07%

% de arena (Pasa N.º 4 y Ret. N.º 200) = 0.35%

% de finos (Pasa Tamiz N.º 200) = 1.58%

Total: 100%

Fracción Gruesa

% De grava = 98.42%

% De arena = 1.58%

Total = 100.00%

REFERENCIAS

- 1) MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS EM-2016

5. PANEL FOTOGRÁFICO

ENSAYOS DE LABORATORIO



**Laboratorio de
Suelos y Materiales**
INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
Sergio Ivan Llamdo Vargas
Ingeniero Civil

Cusco: Barrío profesional C-1, Tlf.: (084) 254730, Cel. Entel: 984727700
www.proyconsilver.com, ggeneral@proyconsilver.com



PROYCONSILVER S.C.D.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

Hojas de cálculo



Cusco: Barrío profesional C-1, Tlf.: (084) 254730, Cel. Entel: 984727700
www.proyconsilver.com, ggeneral@proyconsilver.com



PRO&CON SILVER S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

- Barrio Profesional C.I. Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Curo: 984-727700

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON

Proyecto: RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO

Ubicación: -

Solicita: KIARA AGUILAR ESQUIVEL/CRISTHIAN CHALUCA QUISPE

Muestra -

Fecha: martes, 21 de diciembre de 2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Antes del lavado

Después del lavado

Peso de la Muestra Seca = 5109.81gr

Peso de la Muestra Seca = 5109.81 gr

% de Error en Peso = 0.0% Ok

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
3/4"	19	2503.50	2503.50	48.99%	48.99%	51.01%
1/2"	12.5	1441.67	3945.1	28.21%	77.21%	22.79%
3/8"	9.5	766.79	4711.96	15.01%	92.21%	7.79%
Nº 4	4.75	298.99	5010.95	5.85%	98.07%	1.93%
Nº 8	2.36	2.26	5013.21	0.04%	98.11%	1.89%
Nº 10	2	2.20	5015.41	0.04%	98.15%	1.85%
Nº 16	1.18	1.29	5016.70	0.03%	98.18%	1.82%
Nº 30	0.600	2.28	5018.98	0.04%	98.22%	1.78%
Nº 40	0.425	2.12	5021.10	0.04%	98.26%	1.74%
Nº 50	0.300	1.20	5022.30	0.02%	98.29%	1.71%
Nº 80	0.213	2.40	5024.70	0.05%	98.33%	1.67%
Nº 100	0.150	2.25	5026.95	0.04%	98.38%	1.62%
Nº 200	0.075	2.12	5029.07	0.04%	98.42%	1.58%
Cazuela	-	80.74	5109.81	1.58%	100.00%	0.00%
Lavado	-	-	-	-	-	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		5109.81		100.00%		

TAMIZ Nº	LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR
2" (50 mm)	-	-
1½" (37.5 mm)	-	-
1" (25 mm)	-	-
¾" (19 mm)	-	-
3/8" (9.5 mm)	-	-
Nº 4 (4.75 mm)	-	-
Nº 10 (2 mm)	-	-
Nº 40 (0.425 mm)	-	-
Nº 200 (0.075 mm)	-	-

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra

% de grava (Retiene Tamiz N.º 4) = 98.07%

% de arena (Pasa N.º 4 y Ret. N.º 200) = 0.35%

% de finos (Pasa Tamiz N.º 200) = 1.58%

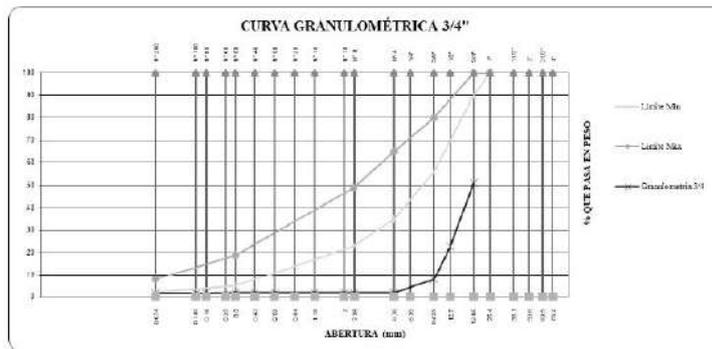
Total: 100%

Fración Gruesa

% De grava = 98.42%

% De arena = 1.58%

Total = 100.00%



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYECTOS & CONSULTORIAS S.C.R.L.
Sergio Ivan Limón Vargas
Ingeniero Civil



DDOYCON SILVER S.C.D.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

ESTUDIO GRANULOMÉTRICO
Material de 1/2"
INFORME TÉCNICO
N° 2012-2978

TESIS:
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO



SOLICITANTES: KIARA AGUILAR ESQUIVEL
CRISTHIAN CHAUCA QUISPE

RESPONSABLE: SERGIO I. LIENDO VARGAS
INGENIERO CIVIL
CIP 65074

UBICACIÓN: CUSCO



DICIEMBRE 2020



DDOYCON SILVER S.C.D.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

1. OBJETIVOS Y FINES.

Los objetivos y fines del presente informe corresponden a determinar la Clasificación de los materiales proporcionados por el solicitante, para tal fin se realizaron pruebas de laboratorio tales como: Análisis Granulométrico por Tamizado, Contenido de humedad y Límites de consistencia.

2. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO.

2.1. NORMAS APLICADAS AL PRESENTE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

El Estudio de Suelos se ha desarrollado siguiendo los lineamientos y recomendaciones que están contenidos en el MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS EM-2000, APROBADO MEDIANTE RD N° 028-2001-MTC/15.17 que incluyen las normas de la ASTM (American Society for Testing Materials), la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y las Normas MTC E del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para la realización de los ensayos y análisis de Laboratorio.

2.2. LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS:

- | | |
|--|-----------|
| ▪ Contenido de Humedad de un suelo | MTC E 108 |
| ▪ Cantidad de Material Fino que pasa el Tamiz N° 200 | MTC E 202 |
| ▪ Análisis granulométrico de Suelos por Tamizado | MTC E 107 |





DDOYCON SILVER S.C.D.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- ❖ La muestra fue otorgada por los solicitantes.
- ❖ Se determinó cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas por las mallas 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°10, N°16, N°30, N°40, N°50, N°80, N°100 y N°200.
- Se muestra los porcentajes de fracciones de la muestra.

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
 % de grava (Retiene Tamiz N° 4) = 80.05%
 % de arena (Pasa N° 4 y Ret. N° 200) = 15.79%
 % de finos (Pasa Tamiz N° 200) = 4.16%
 Total: 100%

Fracción Gruesa
 % de grava = 95.84%
 % de arena = 4.16%
 Total = 100.00%

REFERENCIAS

- 1) MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS EM-2016

5. PANEL FOTOGRÁFICO

ENSAYOS DE LABORATORIO





PROYCONSILVER S.C.S.A.
Laboratorio de Suelos y Materiales

Hojas de cálculo



Cusco: Barrío profesional C-1, Tlf.: (084) 254730, Cel. Entel: 984727700
www.proyconsilver.com, ggeneral@proyconsilver.com



PRO&CON SILVER S.C.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, C/aro: 984-727700

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO

Proyecto:
Ubicación: -

Solicita: KIARA AGUILAR ESQUIVEL/CRISTHIAN CHAUCA QUISPE
Muestra -
Fecha: martes, 21 de diciembre de 2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PORTAMIZADO

Antes del lavado

Después del lavado

Peso de la Muestra Seca = 3669.10 gr

Peso de la Muestra Seca = 3669.05 gr

% de Error en Peso = 0.01%

Okl

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
4"	100	0.00	-	0.00%	0.0	100.00%
3"	75	0.00	-	0.00%	0.0	100.00%
2"	50	0.00	-	0.00%	0.0	100.00%
1½"	37.5	0.00	-	0.00%	0.0	100.00%
1"	25	0.00	-	0.00%	0.0	100.00%
¾"	19	0.00	-	0.00%	0.0	100.00%
½"	12.5	1251.50	1251.50	34.11%	34.11%	65.89%
3/8"	9.5	984.11	2235.61	26.82%	60.93%	39.07%
Nº 4	4.75	701.39	2937.00	19.12%	80.05%	19.95%
Nº 8	2.36	45.91	3396.30	12.25%	92.29%	7.71%
Nº 10	2	16.3	3432.21	1.25%	93.54%	6.46%
Nº 16	1.18	3.05	3448.58	0.45%	93.99%	6.01%
Nº 30	0.600	1.50	3451.63	0.08%	94.07%	5.93%
Nº 40	0.425	0.83	3453.13	0.04%	94.12%	5.88%
Nº 50	0.300	10.7	3453.98	0.02%	94.14%	5.86%
Nº 80	0.213	20.7	3454.72	0.29%	94.43%	5.57%
Nº 100	0.150	30.7	3485.47	0.57%	95.00%	5.00%
Nº 200	0.075	1.78	3516.25	0.84%	95.84%	4.16%
Cazuela	-	4.16	3669.05	4.16%	100.00%	0.00%
Lavado	-	-	-	-	-	-
		3669.05		100		

Total Fracción Retenida en Lavado =

TAMIZ Nº	Gradación:	
	LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR
2" (50 mm)	-	-
1½" (37.5 mm)	-	-
1" (25 mm)	-	-
¾" (19 mm)	-	-
3/8" (9.5 mm)	-	-
Nº 4 (4.75 mm)	-	-
Nº 10 (2 mm)	-	-
Nº 40 (0.425 mm)	-	-
Nº 200 (0.075 mm)	-	-

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra

% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 80.05%

% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 15.79%

% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 4.16%

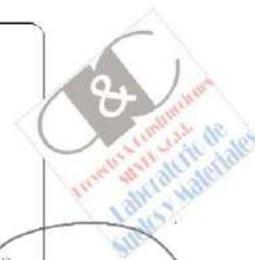
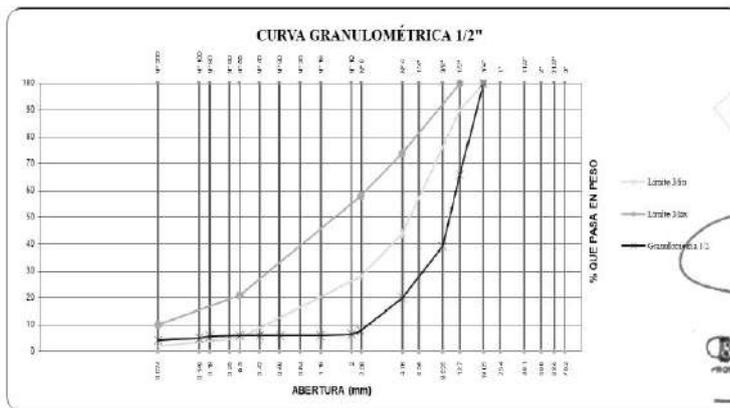
Total: 100%

Fracción Gruesa

% de grava = 95.84%

% de arena = 4.16%

Total = 100.00%



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYECTOS E INVESTIGACIONES EN SUELOS Y MATERIALES
Sergio Ivan Llamas Vargas
Ingeniero Civil



PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

ESTUDIO DE ABRASIÓN

^{3/4"}
INFORME TÉCNICO
N° 2012-2974 A

TESIS:
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO



SOLICITANTE : KIARA AGUILAR ESQUIVEL
CRISTHIAN CHAUCA QUISPE

RESPONSABLE : SERGIO I. LIENDO VARGAS
INGENIERO CIVIL
CIP 65074

UBICACIÓN : CUSCO

DICIEMBRE 2020

Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil



1. OBJETIVOS Y FINES.

Los objetivos y fines del presente informe corresponden a determinar el desgaste que presenta el material a petición de **KIARA AGUILAR ESQUIVEL - CRISTHIAN CHAUCA QUISPE** para tal fin se realizó pruebas de laboratorio tales como: Desgaste por abrasión.

2. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO.

2.1. NORMAS APLICADAS AL PRESENTE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

El Estudio de Suelos se ha desarrollado siguiendo los lineamientos y recomendaciones que están contenidos en el MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS EM-2016, APROBADO MEDIANTE RD N° 028-2001-MTC/15.17 que incluyen las normas de la ASTM (American Society for Testing Materials), la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y las Normas MTC E del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para la realización de los ensayos y análisis de Laboratorio.

2.2. LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS:

- Abrasión

MTC E 207 – 2016





CONCLUSIONES

- ❖ Las muestras fueron proporcionadas por los interesados

La muestra queda dentro de la **gradación "A"**, tal como se muestra en la figura siguiente, cuyos límites son:

GRANULOMETRÍA SEGÚN TIPO DE GRADACIÓN		
Pasa Tamiz	Retiene Tamiz	Gradación A
3" (75 mm)	2½" (63 mm)	-
2½" (63 mm)	2" (50 mm)	-
2" (50 mm)	1½" (37.5 mm)	-
1½" (37.5 mm)	1" (25 mm)	1250 ± 25
1" (25 mm)	¾" (19 mm)	1250 ± 25
¾" (19 mm)	½" (12.5 mm)	1250 ± 10
½" (12.5 mm)	3/8" (9.5 mm)	1250 ± 10
3/8" (9.5 mm)	¼" (6.3 mm)	-
¼" (6.3 mm)	Nº 4 (4.75 mm)	-
Nº 4 (4.75 mm)	Nº 8 (2.36 mm)	-
Total (gr)		5000 ± 10

- ❖ El resultado por desgaste de abrasión es de **38.01%**.
- ❖ A petición del solicitante no se usó la malla de 11/2" a 1".
- ❖ Se deja a criterio del profesional responsable el uso al material.

REFERENCIAS.

- 1) MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS EM-2016.
- 2) Manual de Carreteras-Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013).


Laboratorio de Suelos y Materiales
 PROYCON SILVER S.C.R.L.
 Sergio Ivan Llamas Vargás
 Ingeniero Civil



PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

CÁLCULOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Cusco: Barrio Profesional C-1 - Cusco - Cusco, Tlf.: (084) 254730, Cel. Movistar: 984727700, Claro: 984621489
www.proyconsilver.com, ggeneral@proyconsilver.com



PRO&CON SILVER S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

- Barrio Profesional C-1 - Cusco, Telf.: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO

Ubicación: CUSCO

Solicita: KIARA AGUILAR ESQUIVEL - CRISTHIAN CHAUCA QUISPE

Cantera: -

Fecha: 23 DE DICIEMBRE DEL 2020

Muestra: M-01

DESGASTE POR ABRASIÓN EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

MTCE 207 - 2016, Basado en la Norma ASTM C-131, ASTM C-535 y AASHTO T-96

DATOS DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES	DATOS DE LA CARGA ABRASIVA (Esferas)
Longitud Interior (cm) = 50.80	Diámetro Promedio (mm) = 46.65
Diámetro Interior (cm) = 71.10	Peso Promedio (gr) = 416.06
Velocidad de Giro del Cilindro (rpm) = 33	Número de Esferas = 12
Número total de vueltas = 500	

GRANULOMETRÍA SEGÚN TIPO DE GRADACIÓN		
Pasa Tamiz	Retiene Tamiz	Gradación A
3" (75 mm)	2½" (63 mm)	-
2½" (63 mm)	2" (50 mm)	-
2" (50 mm)	1½" (37.5 mm)	-
1½" (37.5 mm)	1" (25 mm)	1250 ± 25
1" (25 mm)	¾" (19 mm)	1250 ± 25
¾" (19 mm)	½" (12.5 mm)	1250 ± 10
½" (12.5 mm)	3/8" (9.5 mm)	1250 ± 10
3/8" (9.5 mm)	¼" (6.3 mm)	-
¼" (6.3 mm)	Nº 4 (4.75 mm)	-
Nº 4 (4.75 mm)	Nº 8 (2.36 mm)	-
Total (gr)		5000 ± 10

PESO DE LA MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO
-
-
-
-
1667.50
1666.70
1667.20
-
-
-
5001.40

DATOS DEL ENSAYO	
Peso de la Muestra seca retenida en el tamiz Nº 12, después del ensayo (gr)	3560.14
Peso que pasa el tamiz Nº 12, después del ensayo (gr)	1441.26

DESGASTE POR ABRASIÓN





		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"								
ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ÁNGELES								
BASADO EN LA NORMA MIT E 207								
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel				FECHA: 07/12/2020				
Cristhian Chauca Quispe								
LUGAR: Laboratorio UNIVERSAL TESTING								
MATERIAL: Piedra chancada 1/2" de la Planta Asfáltica de Caicuy								
ABRASIÓN LOS ÁNGELES 1/2"								
3/4"	1/2"	TOTAL						
2500	2500	5000						
MÉTODO		A	B	C	D	E	F	G
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A USAR (gr)						
% QUE PASA	RETENIDO							
3"	2 1/2"					2 500		
2 1/2"	2"					2 500		
2"	1 1/2"					5 000	5 000	
1 1/2"	1"	1 250					5 000	5 000
1"	3/4"	1 250						5 000
3/4"	1/2"	1 250	2 500					
1/2"	3/8"	1 250	2 500					
3/8"	1/4"			2 500				
1/4"	N° 4			2 500				
N° 4	N° 8				5 000			
PESO TOTAL		5 000	5 000	5 000	5 000	10 000	10 000	10 000
N° de esferas		12	11	8	6	12	12	12
N° de revoluciones		500	500	500	500	1 000	1 000	1 000
Tiempo de rotación (min)		15	15	15	15	30	30	30
RESULTADOS DEL ENSAYO								
SYMB.	DESCRIPCIÓN	FORMULA	UNIDAD	VALOR				
		sin lavar		5000.00				
Pa	Peso Inicial del AG	P1 - Recipiente	gr	4066.64				
Pb	Peso Final del AG	P2 - Recipiente	gr	933.36				
% Desg.	% de Desgaste del AG	$((Pa-Pb) / Pa) * 100$	%	18.67%				

Ing. Emiliano Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES
CIP. 164003



PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

**ESTUDIO DE PARTÍCULAS CHATAS Y
ALARGADAS**

INFORME N° 2012-2978 A

Tesis:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN
85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO”**



MUESTRA : Agregado Grueso ½"

SOLICITANTE : KIARA AGUILAR ESQUIVEL / CRISTHIAN CHAUCA QUISPE

RESPONSABLE : SERGIO I. LIENDO VARGAS
INGENIERO CIVIL
CIP 65074

UBICACIÓN : UBICACIÓN :-
PROVINCIA :-
DEPARTAMENTO :CUSCO.

Diciembre 2020


Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYECTOS A OBTENIENDO SU CIP S.C.R.L.
Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil



CONTENIDO

1. ALCANCE:
2. OBJETIVOS Y FINES
3. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO.
 - 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO:
 - 3.2 NORMAS APLICADAS AL PRESENTE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.
 - 3.3 LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS:
 - 3.3.1 PRUEBAS REALIZADAS
4. CONCLUSIONES
5. RECOMENDACIONES
6. PANEL FOTOGRÁFICO
7. ANEXOS




Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Lizaso Vargas
Ingeniero Civil



1. ALCANCE:

A petición de "KIARA AGUILAR ESQUIVEL / CRISTHIAN CHAUCA QUISPE", se procede a evaluar los materiales proveídos en el laboratorio para determinar sus características físicas mecánicas realizándose ensayos físicos mecánico como lo solicita el interesado.

2. OBJETIVOS Y FINES

Los objetivos y fines del presente informe corresponden a determinar las características físico mecánicas de los agregados y verificar que cumpla con los requisitos mínimos de acuerdo al manual de especificaciones técnicas EG-2013, agregados que tendrá uso para la elaboración de mezcla asfáltica en "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO" para tal fin se realizarán pruebas de laboratorio tales como: partículas chatas y alargadas, caras fracturadas.

3. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO.

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO:

❖ Materiales* : (Agregado Grueso)

* Muestra proporcionada por el solicitante.

3.2 NORMAS APLICADAS AL PRESENTE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

El Estudio de Suelos se ha desarrollado siguiendo los lineamientos y recomendaciones que están contenidos en el MANUAL DE CARRETERAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN EG 2013 y el MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS EM-2000, APROBADO MEDIANTE RD N° 028-2001-MTC/15.17 que incluyen las normas de la ASTM (American Society for Testing Materials), la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y las Normas MTC E del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para la realización de los ensayos y análisis de Laboratorio.

3.3 LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS:

El muestreo ha sido trabajo realizado por el solicitante, y trajo las muestras al laboratorio

Los ensayos y evaluación de los agregados están basados como lo indica en las siguientes normas que se han tomado como base legal.





PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

Los resultados de los ensayos realizados fueron verificados de acuerdo a la norma de especificaciones técnicas EG-2013, en la sección 423 de Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente. De acuerdo a las siguientes tablas:

AGREGADO GRUESO

Requerimientos para los agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

3.3.1 PRUEBAS REALIZADAS

M-01

Agregado Grueso (1/2")		
Nº	ENSAYO	NORMA
1	Partículas Chatas y Alargadas	ASTM 4791




Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Usando Vargas
Ingeniero Civil



PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

4. CONCLUSIONES

- Los resultados están categorizados en el cuadro adjunto, dejando al profesional responsable determinar la mejor intervención acorde a la importancia del proyecto.

Agregado Grueso (1/2")				
N°	ENSAYO	RESULTADO	REQUISITO	OBSERVACIÓN
1	Partículas Chatas y Alargadas	2.83%	10%max	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia.

5. RECOMENDACIONES

- Se deja a criterio del profesional responsable el uso de los resultados.
- Todos los resultados obtenidos a partir de los ensayos realizados en laboratorio, el agregado grueso cumple con los requerimientos mínimos de caras fracturadas excepto para partículas chatas y alargadas de acuerdo a las especificaciones técnicas generales para construcción- EG-2013.
- Se deja criterio del profesional responsable el uso de los resultados obtenidos para el uso de los materiales en la preparación de la mezcla asfáltica.




Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Llamas Vargas
Ingeniero Civil



PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

6. PANEL FOTOGRÁFICO

Partículas Chatas y Alargadas





7. ANEXOS

CÁLCULOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO





PRO&CON SILVER S.C.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Barrio Profesional C-1 - Cusco, Tel.: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA

Proyecto:

MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO

Ubicación: -

Solicitante: KIARA AGUILAR

ESQUIVEL/CRISTHIAN

Fecha: Jueves, 31 de diciembre de 2020

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS GRUESOS

MTC E 223, Basado en la Norma ASTM D-4791.

MATERIAL	AGREGADO GRUESO			PARTÍCULAS CHATAS		PARTÍCULAS ALARGADAS		PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS		PARTÍCULAS NI CHATAS, NI ALARGADAS		
	Abertura	PESO (g)	RETIENE (%)	PASA (%)	PESO (g)	(%)	PESO (g)	(%)	PESO (g)	(%)	PESO (g)	(%)
(pulg)	(mm)											
3"	76.200	-										
2"	50.800	-		100.00							0.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	22.10	39.50	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	1573.50	76.00
1/2"	12.700	1613.0	77.90	3.26	10.50	0.51	3.00	0.14	0.00	0.00	376.50	18.18
3/8"	8.750	390.0	18.84	0.00	8.50	0.41	3.00	0.14	0.00	0.00	56.00	2.70
1/4"	6.350	67.50	3.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nº 04	4.760	0.0	0.00									
Peso Total		2070.5										
Peso de la Muestra de Ensayo (Retenido 3/8")		2070.5										



PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS 2.83%

Laboratorio de Suelos y Materiales
Innovación e Investigación en SUELOS S.A.S.
Sergio Ivan Llanzo Vargas
Ingeniero Civil



		FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS				
		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"						
ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS						
BASADO EN LA NORMA MTC E 210						
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel Cristhian Chauca Quispe				FECHA: 12/12/2020		
LUGAR: Laboratorio UNIVERSAL TESTING						
MATERIAL: Piedra Chancada de 1/2" de Caicay, Cusco						
PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS 1/2"						
CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C = ((B/A)*100)	D (A/TOTAL "A")	E (C*D)
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO DE MUESTRA (gr)	PESO MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS (gr)	% CARAS FRACTURADAS	% RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
3/4"	1/2"	1362.12	1362.12	100.00%	83.71%	83.71%
1/2"	3/8"	265.03	261.89	98.82%	16.29%	16.10%
TOTAL		1627.15			100.00%	99.81%
% PARTÍCULAS CON UNA (1) O MÁS CARAS FRACTURADAS =						99.81%
CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C = ((B/A)*100)	D (A/TOTAL "A")	E (C*D)
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO DE MUESTRA (gr)	PESO MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS (gr)	% CARAS FRACTURADAS	% RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
3/4"	1/2"	1362.12	1350.56	99.15%	83.71%	83.00%
1/2"	3/8"	265.03	223.97	84.51%	16.29%	13.76%
TOTAL		1627.15			100.00%	96.77%
% PARTÍCULAS CON DOS (2) O MÁS CARAS FRACTURADAS =						96.77%

Ing. Evaristo Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES
CIP. 164403



PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

ESTUDIO DE PROPIEDADES DE AGREGADOS

INFORME N° 2012-2974 A

Tesis:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO”



MUESTRAS : Agregado Grueso 3/4"

SOLICITANTE : KIARA AGUILAR ESQUIVEL / CRISTHIAN CHAUCA QUISPE

RESPONSABLE : SERGIO I. LIENDO VARGAS
INGENIERO CIVIL
CIP 65074

UBICACIÓN : UBICACIÓN : -
PROVINCIA : -
DEPARTAMENTO : CUSCO.

Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYECTOR A CONSTRUCTORES S.C.R.L.

Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil

Diciembre 2020



CONTENIDO

1. ALCANCE:
2. OBJETIVOS Y FINES
3. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO.
 - 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO:
 - 3.2 NORMAS APLICADAS AL PRESENTE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.
 - 3.3 LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS:
 - 3.3.1 PRUEBAS REALIZADAS
4. CONCLUSIONES
5. RECOMENDACIONES
6. PANEL FOTOGRÁFICO
7. ANEXOS





1. ALCANCE:

A petición de "KIARA AGUILAR ESQUIVEL / CRISTHIAN CHAUCA QUISPE", se procede a evaluar los materiales proveídos en el laboratorio para determinar sus características físicas mecánicas realizándose ensayos físicos mecánico como lo solicita el interesado.

2. OBJETIVOS Y FINES

Los objetivos y fines del presente informe corresponden a determinar las características físico mecánicas de los agregados y verificar que cumpla con los requisitos mínimos de acuerdo al manual de especificaciones técnicas EG-2013, agregados que tendrá uso para la elaboración de mezcla asfáltica en "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO" para tal fin se realizarán pruebas de laboratorio tales como: partículas chatas y alargadas, caras fracturadas.

3. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO.

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO:

❖ Materiales* : (Agregado Grueso)

* Muestra proporcionada por el solicitante.

3.2 NORMAS APLICADAS AL PRESENTE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

El Estudio de Suelos se ha desarrollado siguiendo los lineamientos y recomendaciones que están contenidos en el MANUAL DE CARRETERAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN EG 2013 y el MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS EM-2000, APROBADO MEDIANTE RD N° 028-2001-MTC/15.17 que incluyen las normas de la ASTM (American Society for Testing Materials), la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y las Normas MTC E del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para la realización de los ensayos y análisis de Laboratorio.

3.3 LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS:

El muestreo ha sido trabajo realizado por el solicitante, y trajo las muestras al laboratorio

Los ensayos y evaluación de los agregados están basados como lo indica en las siguientes normas que se han tomado como base legal.



PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

Los resultados de los ensayos realizados fueron verificados de acuerdo a la norma de especificaciones técnicas EG-2013, en la sección 423 de Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente. De acuerdo a las siguientes tablas:

AGREGADO GRUESO

Requerimientos para los agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

3.3.1 PRUEBAS REALIZADAS

M-01

Agregado Grueso (3/4")		
Nº	ENSAYO	NORMA
1	Partículas Chatas y Alargadas	ASTM 4791
2	Caras Fracturadas	MTC E 210
3	Peso Especifico de Gravas y Absorción	MTC E 206





4. CONCLUSIONES

- Los resultados están categorizados en el cuadro adjunto, dejando al profesional responsable determinar la mejor intervención acorde a la importancia del proyecto.

Agregado Grueso (3/4")				
N°	ENSAYO	RESULTADO	REQUISITO	OBSERVACIÓN
1	Partículas Chatas y Alargadas	1.57%	10%max	SI CUMPLE
2	Caras Fracturadas	UNA CARA=99.57% DOS CARAS=94.14%	90/70	SI CUMPLE
3	Peso Específico de Gravas	2.45 gr/cm3	-	-

Fuente: Elaboración Propia.

5. RECOMENDACIONES

- Se deja a criterio del profesional responsable el uso de los resultados.
- Todos los resultados obtenidos a partir de los ensayos realizados en laboratorio, el agregado grueso cumple con los requerimientos mínimos de caras fracturadas excepto para partículas chatas y alargadas de acuerdo a las especificaciones técnicas generales para construcción- EG-2013.
- Se deja criterio del profesional responsable el uso de los resultados obtenidos para el uso de los materiales en la preparación de la mezcla asfáltica.




Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Llamas Vargas
Ingeniero Civil



PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

6. PANEL FOTOGRÁFICO

Partículas Chatas y Alargadas, Caras
Fracturadas, Peso Específico

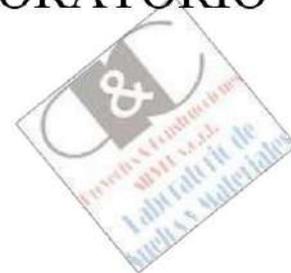



**Laboratorio de
Suelos y Materiales**
PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Llamdo Vargas
Ingeniero Civil



7. ANEXOS

CÁLCULOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO





PRO&CON SILVER S.C.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

- Barrio Profesional C-1 - Cusco, Telf. 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO

Tesis:

Ubicación:

Solicita: KIARA AGUILAR ESQUIVEL/CRISTHIAN CHAUCA QUISPE

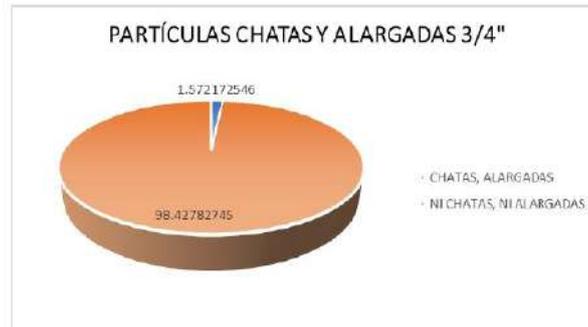
Muestra:

Fecha: martes, 21 de diciembre de 2020

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS GRESOS

MTC E 223, Basado en la Norma ASTM D-4791.

MATERIAL	ABERTURA	AGREGADO GUESO			PARTÍCULAS CHATAS		PARTÍCULAS ALARGADAS		PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS		PARTÍCULAS NI CHATAS, NI ALARGADAS	
		PESO (g)	RETIENE (%)	PASA (%)	PESO (g)	(%)	PESO (g)	(%)	PESO (g)	(%)	PESO (g)	(%)
	(pulg)											
	(mm)											
3"	76.200	-										
2"	50.800	-		100.00							0.00	
1 1/2"	38.100		0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	3674.50	72.21	27.79	22.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	3652.50	71.78
3/4"	19.050	1351.00	26.55	1.24	58.00	1.14	7.50	0.15	0.00	0.00	1285.50	25.26
1/2"	12.700	43.00	0.85	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.00	0.85
3/8"	8.750	20.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.39
1/4"	6.350	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nº 04	4.750	0.0	0.00			1.57%						
Peso Total		5.088										



PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	1.57%
---	-------

Laboratorio de Suelos y Materiales
DIRECTOR & ADMINISTRADOR GENERAL S.C.R.L.

Sergio Ivan Limón Vargas
Ingeniero Civil



PRO&CON SILVER S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

- Barrio Profesional C-1 - Cusco, Tel. 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100

ADICIONANDO GRAFITO

Tesis:

Ubicación: -

Solicita: KIARA AGUILAR ESQUIVEL/CRISTHIAN CHAUCA QUISPÉ

Muestra: -

Fecha: miércoles, 23 de diciembre de 2020

Agregado: -

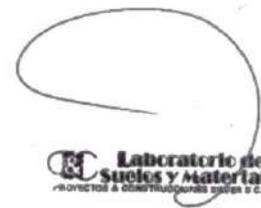
Cantera: -

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS

MTC E 210 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-5821

PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	GRADACIÓN ORIGINAL	PESO SECO DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA (gr)	PARTÍCULAS CON UNA (1) O MÁS CARAS FRACTURADAS		
				PESO SECO (gr)	% TOTAL	% CORREGIDO
1½" (37.5 mm)	1" (25 mm)	0.00%	-	-	-	-
1" (25 mm)	¾" (19 mm)	55.55%	1500.10	1489.42	55.55%	55.15%
¾" (19 mm)	½" (12.5 mm)	44.45%	1200.37	1199.37	44.45%	44.41%
½" (12.5 mm)	⅜" (9.5 mm)	0.00%	-	-	-	-
TOTALES		100.00%	2700.47			99.57%
				CORRECCIÓN AL 100%		99.57%

PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	GRADACIÓN ORIGINAL	PESO SECO DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA (gr)	PARTÍCULAS CON DOS (2) O MÁS CARAS FRACTURADAS		
				PESO SECO (gr)	% TOTAL	% CORREGIDO
1½" (37.5 mm)	1" (25 mm)	0.00%	-	-	-	-
1" (25 mm)	¾" (19 mm)	55.55%	1500.10	1382.48	55.55%	51.19%
¾" (19 mm)	½" (12.5 mm)	44.45%	1200.37	1159.63	44.45%	42.94%
½" (12.5 mm)	⅜" (9.5 mm)	0.00%	-	-	-	-
TOTALES		100.00%	2700.47			94.14%
				CORRECCIÓN AL 100%		94.14%



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYECTOS & CONSULTORIAS SUELOS S.C.A.
Sergio Ivan Llendo Vargas
Ingeniero Civil



PRO&CON SILVER S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

- Barrio Profesional C-1- Cusco, Telf. 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

Tesis:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO

Solicita: KIARA AGUILAR ESQUIVEL/CRISTHIAN CHAUCA QUISPE

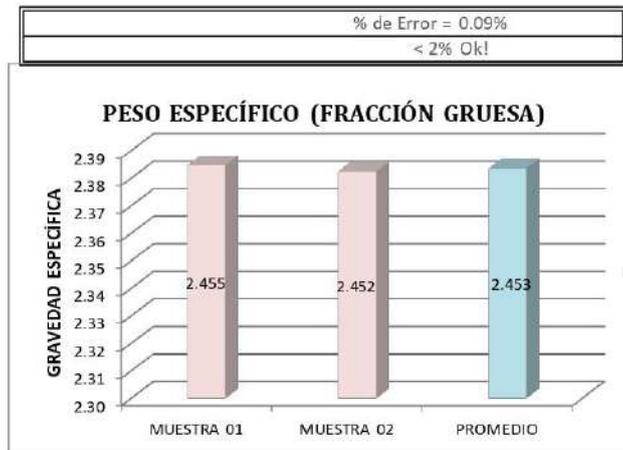
Muestra: -

Fecha: martes, 22 de diciembre de 2020

PESO ESPECÍFICO DE SUELOS (FRACCIÓN GRUESA)

MTC E 206, Basado en la Norma ASTM C-127 y AASHTO T-85

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso de la Muestra Seca (gr)	5050.44	5032.31
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	5099.78	5081.35
Peso en el agua de la muestra saturada (gr)	2992.87	2980.07
Peso Especifico de masa (gr/cm3)	2.45	2.45
Peso Especifico de masa saturada con superficie seca (gr/cm3)	2.42	2.42
Peso Especifico Aparente (gr/cm3)	2.40	2.39
Absorción	0.98%	0.97%
Temperatura del Agua (°C)	15.7	15.7
Factor de corrección por temperatura	1.0007671	1.0007671
Peso Especifico Aparente (gr/cm3)	2.45	2.45



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYECTOS & CONSTRUCCIONES SUELOS S.C.A.S.
Sergio Ivan Uendo Vargas
Ingeniero Civil

PESO ESPECÍFICO DE GRAVAS = 2.45 gr/cm3



	FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"			
ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN			
BASADO EN LA NORMA MITC E 206			
RESPONSABLES: <u>Kira Aguilar Esquivel</u> <u>Cristhian Chauca Quispe</u>		FECHA: <u>08/12/2020</u>	
LUGAR: <u>Laboratorio UNIVERSAL TESTING</u>			
MATERIAL: <u>Agregado Grueso de 1.2" Planta Asfáltica de Cakay, Cusco</u>			
PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO SECO			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº1
A	Peso en el aire del agregado seco al horno	gr	1982.53
B	Peso en el aire del agregado saturado superficialmente seco	gr	2001.04
C	Peso del agregado saturado superficialmente seco sumergido en agua	gr	1212.05
Pe ^o -G ^o	Pe seco aparente (A/A-C)	gr/cm ³	2.57
Pe ^o -G ^o s ^o	Pe de masa saturada con superficie seca (B/B-C)	gr/cm ³	2.54
Pe ^o -G ^o s	Pe seco Bulk (A-(B-C))	gr/cm ³	2.51
Ab	Absorción	%	0.94%

	FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"			
ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN			
BASADO EN LA NORMA MITC E 205			
RESPONSABLES: <u>Kira Aguilar Esquivel</u> <u>Cristhian Chauca Quispe</u>		FECHA: <u>08/12/2020</u>	
LUGAR: <u>Laboratorio UNIVERSAL TESTING</u>			
MATERIAL: <u>Arena Triturada de Cakay, Cusco</u>			
PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO TRITURADA			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº1
A	Peso en el aire del agregado seco al horno	gr	537.21
B	Peso del Picnómetro + Agua	gr	1296.43
C	Peso del Picnómetro + Agregado + Agua hasta la marca	gr	1615.43
D	Peso del material saturado superficialmente seco	gr	539.87
Pe ^o -G ^o	Pe seco aparente (A/(B-A))	gr/cm ³	2.462
Pe ^o -G ^o s ^o	Pe de masa saturada con superficie seca (D/(B-D-C))	gr/cm ³	2.444
Pe ^o -G ^o s	Pe seco Bulk (A/(B-D-C))	gr/cm ³	2.432
Ab	Absorción ((D-A)/(D-A))	gr/cm ³	0.495%



	Universidad Andina del Cusco	FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"			
ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN BASADO EN LA NORMA MTC E 205			
RESPONSABLES: <u>Kaira Aguilar Esquivel</u> <u>Cristhian Chaca Quispe</u>		FECHA: <u>08/12/2020</u>	
LUGAR: <u>Laboratorio UNIVERSAL TESTING</u>			
MATERIAL: <u>Arena Lavada de Caicay, Cusco</u>			
PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO LAVADA			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº1
A	Peso en el aire del agregado seco al horno	gr	522.98
B	Peso del Pícnometro + Agua	gr	1296.43
C	Peso del Pícnometro + Agregado + Agua hasta la marca	gr	1656.81
D	Peso del material saturado superficialmente seco	gr	525.58
Pe-gra	Pe seco aparente (A (B-A-C))	gr/cm ³	3.216
Pe-grash	Pe de masa saturada con superficie seca (D(B-D+C))	gr/cm ³	3.181
Pe-grsb	Pe seco bulk (A(B+D-C))	gr/cm ³	3.166
Ab	Absorción ((D-A)100/A)	%	0.497%



 Iván Américo Álvarez Escalante
 INGENIERO ESPECIALISTA



	FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO" ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS BASADO EN LA NORMA MITC E 110				
RESPONSABLES: Kian Aguilar Esquivel Cristhian Chaca Quispe		FECHA: 11/12/2020		
LUGAR: Laboratorio UNIVERSAL TESTING MATERIAL: Arena Triturada y Arena Lavada de Cuzco, Cuzco				
LÍMITES DE CONSISTENCIA PARA EL AGREGADO FINO				
	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO
Tara Número:	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda (A) gr	50.69	57.94	54.79	-
Peso Tara + Muestra Seca (B) gr	45.85	53.02	50.75	-
Peso de la Tara (C) gr	22.95	29.56	29.28	-
Peso de la Muestra Seca (Pms=B-C) gr	22.90	23.46	21.47	-
Peso del Agua (Pa=A-B) gr	4.84	4.92	4.04	-
Contenido de Humedad (Pa/Pms)	21.14%	20.97%	18.82%	-
Número de Golpes	15	25	30	

Para Un Punto	
1	2
$LL = W^N \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$	$LL = kW^N$
Numero de golpes (N):	25
Contenido de humedad (Wn):	20.31%
Factor k:	1
1	2
LL =	20.31%
LL =	20.31%

Número de golpes	Contenido de humedad (%)
25	20.31%
25	20.31%

Límites de Consistencia	
Limite Líquido:	20.31%
Limite Plástico:	NP

N (Número de golpes)	K (Factor para limite líquido)
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

LÍMITE LÍQUIDO

Ing. Emiliano Alvarez Escalante
 INGENIERO ESPECIALISTA
 EN INGENIERÍA CIVIL TERRESTRE
 C.I. 164703



**INFORME TÉCNICO DE CALIDAD DE AGREGADOS PARA USO EN
ASFALTO**

INFORME N° 2101 - 2971 A

TESIS:

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"



SOLICITANTE : KIARA AGUILAR ESQUIVEL
CRISTHIAN CHAUCA QUISPE

RESPONSABLE : SERGIO I. LIENDO VARGAS
INGENIERO CIVIL
CIP 65074

UBICACIÓN :

Distrito : Cusco.
Provincia : Cusco.
Departamento : Cusco

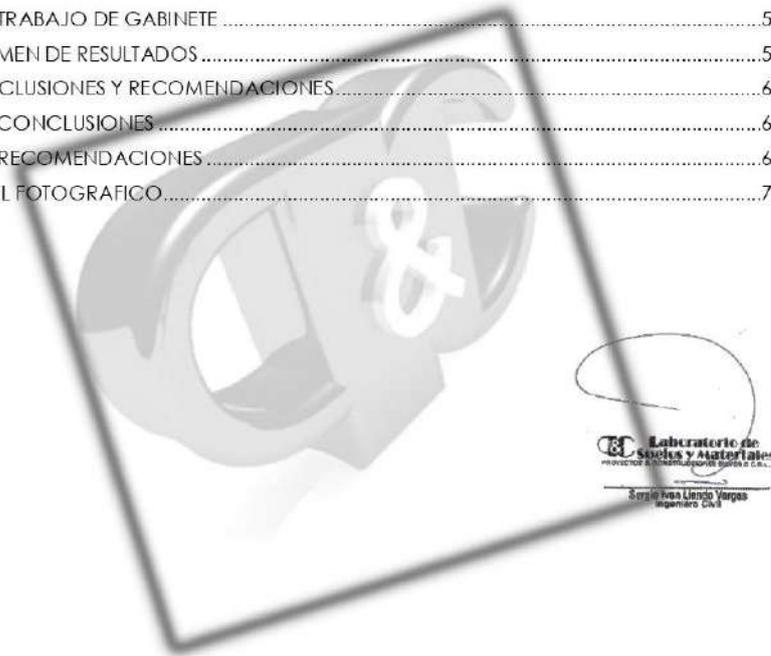
ENERO DEL 2021





Contenido

1. OBJETIVOS Y FINES	3
2. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO	3
2.1. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL:	3
2.2. NORMAS APLICADAS AL PRESENTE ESTUDIO	3
2.3. LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS	3
2.4. FRECUENCIA Y REQUISITOS DE CALIDAD PARA EL MATERIAL EN ESTUDIO	3
3. SECUENCIA DEL ESTUDIO REALIZADO	4
3.1. TRABAJO DE LABORATORIO	4
3.2. TRABAJO DE GABINETE	5
4. RESUMEN DE RESULTADOS	5
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	6
5.1. CONCLUSIONES	6
5.2. RECOMENDACIONES	6
6. PANEL FOTOGRAFICO	7





1. OBJETIVOS Y FINES

Los objetivos y fines del presente informe corresponden a determinar sus características físicas y mecánicas y químicas de **Agregados que será usados en la producción de mezcla asfáltica en caliente.**

2. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO.

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL:

USO : Mezcla asfáltica en caliente adicionando grafito.
CANTERA:-

Las Muestra proporcionada por el solicitante indicando la procedencia y utilidad.

2.2. NORMAS APLICADAS AL PRESENTE ESTUDIO

El Estudio de Agregados se ha desarrollado siguiendo los lineamientos y recomendaciones que están contenidos en la NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.037 (Especificaciones Normalizadas para agregado de Concreto), MANUAL DE CARRETERAS – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN – EG 2013 y EL MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS EM-2016, APROBADO MEDIANTE RD N° 028-2001-MTC/15.17 que incluyen las normas de la ASTM (American Society for Testing Materials), la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y las Normas MTC E del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para la realización de los ensayos y análisis de Laboratorio.

2.3. LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS.

- ✓ Durabilidad al sulfato de magnesio (Agregado grueso y fino) - MTC E 209.
- ✓ Angularidad - MTC E 222

2.4. FRECUENCIA Y REQUISITOS DE CALIDAD PARA EL MATERIAL EN ESTUDIO.

A continuación, se describen algunos aspectos considerados en las diferentes normas consultadas.

ENSAYOS, FRECUENCIA Y REQUISITOS DE LOS MATERIALES PARA EL CONCRETO EG-2013



**Laboratorio de
Suelos y Materiales**
PROYCONSILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Llanos Vargas
Ingeniero Civil



Requerimientos para los agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Requerimientos para los agregados finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N.° 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N.° 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción* *	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

Fuente: Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - EG-2013

3. SECUENCIA DEL ESTUDIO REALIZADO.

Los estudios cumplen un orden secuencial para la determinación de las características, siendo estas: los trabajos de campo, los trabajos de laboratorio y de gabinete.

La secuencia del mismo puede ser alterada al momento de requerir verificaciones en campo o en laboratorio.

3.1. TRABAJO DE LABORATORIO

A continuación, se detallan los trabajos-Ensayos realizados en laboratorio según los





peticionados por el solicitante:

a) Del material analizado:

Según los requerimientos, se han efectuado una secuencia de ensayos en laboratorio como se detalla a continuación:

- ✓ Durabilidad al sulfato de magnesio (Grueso y Fino).
- ✓ Angularidad

3.2. TRABAJO DE GABINETE

Una vez finalizado todos los trabajos de laboratorio, se procedió a realizar los cálculos en gabinete, los mismos que nos permitieron continuar con la evaluación del material en estudio según las exigencias y requerimientos.

4. RESUMEN DE RESULTADOS

El procesamiento de datos de laboratorio se realiza de acuerdo a las recomendaciones y lineamientos de las diferentes normas usadas en la elaboración de este informe y nos apoyamos en la elaboración de las hojas de cálculo, las mismas que se anexan al presente estudio.

Realizado el procesamiento de los datos en gabinete se procedió a realizar el resumen que se muestra a continuación, en donde se detalla los valores característicos alcanzados por los materiales.

(Agregado Fino)	
Propiedades Físicas	
Angularidad	43.48%
Durabilidad al sulfato de Magnesio	5.52%

Fuente: Elaboración Propia

(Agregado Grueso)	
Propiedades Físicas	
Durabilidad al sulfato de Magnesio	0.77%



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCONSILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Llanco Vargas
Ingeniero Civil



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ❖ Los resultados están registrados en el cuadro adjunto, dejando al proyectista determinar la mejor intervención acorde a la importancia del proyecto.

(Agregado Fino)			
ENSAYO	RESULTADO	REQUISITO DE CALIDAD	OBSERVACIÓN
Angularidad	49.22%	40	Si Cumple
Durabilidad al sulfato de Magnesio	14.36	18% Max.	Si Cumple

(Agregado Grueso)			
ENSAYO	RESULTADO	REQUISITO DE CALIDAD	OBSERVACIÓN
Durabilidad al sulfato de Magnesio	2.38%	15% Max.	Si Cumple

Fuente: Elaboración Propia

5.2. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda el material para la producción de concreto, dejando al proyectista tener en cuenta la tabla de resultados anteriormente expuesta.



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCONSILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Lleno Virgo
Ingeniero Civil



6. PANEL FOTOGRÁFICO

ENSAYOS DE LABORATORIO





REFERENCIAS.

- 1) NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.037 (Especificaciones Normalizadas para agregado de Concreto)
- 2) EG-2013, MANUAL DE CARRETERAS- Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción.
- 3) EM-2016, MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES
- 4) JOSEPH E. BOWLES: "MANUAL DE LABORATORIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES".





CÁLCULOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO



PRO&CON SILVER S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

- Barrio Profesional C-1 - Cusco, Telf. 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO

Proyecto:

Ubicación: CUSCO

Solicita: KIARA AGUILAR ESQUIVEL - CRISTHIAN CHAUCA
QUISPE

Material

Muestra: Piedra Chancada de 3/4" - 30% y de 1/2" - 70%

Agregado: Grueso

Fecha: ENERO DEL 2021

Cantera: -

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

MTC E 209 - 2016, Basado en la Norma ASTM C-88 y AASHTO T-104

PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO REQUERIDO (gr)	TOLERANCIA (gr)	PESO SECO DE LA FRACCIÓN ENSAYADA (gr)	CUMPLE	TAMIZ PARA REMOVER EL RESIDUO
2½" (63 mm)	1½" (37.5 mm)	5000	± 300	-	NO	1½" (31.75 mm)
1½" (37.5 mm)	¾" (19 mm)	1500	± 50	1000.40	NO	5/8" (16 mm)
¾" (19 mm)	1/2" (9.5 mm)	1000	± 10	670.32	NO	5/16" (8 mm)
1/2" (9.5 mm)	3/8" (9.5 mm)	300	± 5	300.48	SI	Nº 5 (4 mm)
TOTALES		7800	-	1971.20	-	-

PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	GRADACIÓN ORIGINAL	PESO SECO DESPUÉS DEL ENSAYO (gr)	PÉRDIDA TOTAL
2½" (63 mm)	1½" (37.5 mm)	0.00%	-	-
1½" (37.5 mm)	¾" (19 mm)	50.75%	990.65	0.97%
¾" (19 mm)	1/2" (9.5 mm)	34.01%	668.26	0.31%
1/2" (9.5 mm)	3/8" (9.5 mm)	15.24%	297.17	1.10%
TOTALES		100.00%	1956.08	2.38%

CORRECCIÓN AL 100%	2.38%
--------------------	-------



PÉRDIDA EN SULFATO DE MAGNESIO = 2.38%

Laboratorio de Suelos y Materiales
Instituto de Estudios y Obras Públicas S.A. S.R.L.
Surgio Ivan Leonis Vargas
Ingeniero Civil



PRO&CON SILVER S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

- Barrio Profesional C-1 - Cusco, Telf. 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO

Ubicación: CUSCO

Solicitante: KIARA AGUILAR ESQUIVEL - CRISTHIAN CHAUCA QUISPE

Muestra: Arena Triturada 78.72% - Arena Lavada 21.28%

Agregado: Fino

Fecha: Enero del 2021

Cantera: -

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

MTC E 209 - 2016, Basado en la Norma ASTM C-88 y AASHTO T-104

PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO MÍNIMO REQUERIDO (gr)	PESO SECO DE LA FRACCIÓN ENSAYADA (gr)	CUMPLE	TAMIZ PARA REMOVER EL RESIDUO
3/8" (9.5 mm)	Nº 4 (4.75 mm)	100	100.06	SI	Nº 4 (4.75 mm)
Nº 4 (4.75 mm)	Nº 8 (2.36 mm)	100	100.06	SI	Nº 8 (2.36 mm)
Nº 8 (2.36 mm)	Nº 16 (1.18 mm)	100	100.05	SI	Nº 16 (1.18 mm)
Nº 16 (1.18 mm)	Nº 30 (0.6 mm)	100	100.03	SI	Nº 30 (0.6 mm)
Nº 30 (0.6 mm)	Nº 50 (0.3 mm)	100	100.05	SI	Nº 50 (0.3 mm)
TOTALES		500	500.25	-	-

PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO SECO DESPUÉS DEL ENSAYO (gr)	PÉRDIDA TOTAL
3/8" (9.5 mm)	Nº 4 (4.75 mm)	98.60	1.46%
Nº 4 (4.75 mm)	Nº 8 (2.36 mm)	96.24	3.82%
Nº 8 (2.36 mm)	Nº 16 (1.18 mm)	96.60	3.45%
Nº 16 (1.18 mm)	Nº 30 (0.6 mm)	97.82	2.21%
Nº 30 (0.6 mm)	Nº 50 (0.3 mm)	96.62	3.43%
TOTALES		485.88	14.36%

CORRECCIÓN AL 100%	14.36%
--------------------	--------



PÉRDIDA EN SULFATO DE MAGNESIO =14.36 %

Laboratorio de Suelos y Materiales
Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas
Sergio Ibaño Vargas
Ingeniero Civil



PRO&CON SILVER S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Barrio Profesional C-1 - Cusco, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO

Tesis:

Ubicación: CUSCO

Solicita: KIARA AGUILAR ESQUIVEL - CRISTHIAN CHAUCA

QUISPE Muestra: Arena Triturada 78.72% - Arena Lavada 21.28%

Fecha: Enero del 2021

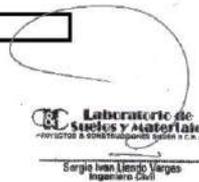
ANGULARIDAD DE ARENA CHANCADA

MTC E 222 - 2016, Basado en la Norma NATIONAL AGGREGATES ASSOCIATION

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01
Peso del Molde (gr)	7155.00
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	11552.00
Peso de la Muestra Suelta (gr)	4397.00
Altura del Molde (cm)	16.72
Diámetro del Molde (cm)	15.24
Volumen del Molde (cm ³)	3049.97
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	1.44165
Peso Específico (gr/cm ³)	2.84
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1441.65
Angularidad (%)	49.22%

% de Error		
Peso Unitario Suelto	0.00%	Ok!
Porcentaje de Vacíos	0.00%	Ok!

ANGULARIDAD = 49.22%





Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.

INFORME TÉCNICO
N°2002 – 2971 A

“PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS DE ESPECÍMENES”
NORMATIVA INTERNACIONAL ASTM D1559, ASTM D1188

TESIS: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 CON RESPECTO A LA MUESTRA PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO”



SOLICITANTE : KIARA AGUILAR ESQUIVEL/ CRISTHIAN CHAUCA QUISPE
RESPONSABLE : SERGIO I. LIENDO VARGAS
INGENIERO CIVIL
CIP 65074

DISTRITO : -
PROVINCIA : -
DEPARTAMENTO : CUSCO

Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYECTOR A CONSULTORIOS PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil

FEBRERO DEL 2021

Cusco: Barrio Profesional C-1 - Cusco, Tlf.: (084) 254730, Claro: 984621489, Movistar: 984727700
www.proyconsilver.com, ggeneral@proyconsilver.com



CONTENIDO

1. GENERALIDADES	3
2. UBICACIÓN DE LA OBRA	3
3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	3
4. OBJETIVOS.....	3
5. ESPECIFICACIONES Y NORMATIVAS	3
5.1. ESPECIFICACIONES	3
5.2. ENSAYOS NORMADOS.....	3
6. CONSIDERACIONES DE ESTUDIO	4
6.1. CONSIDERACIONES GENERALES	4
6.2. CONTROL DE LA TEMPERATURA EN OBRA.....	4
6.3. REQUERIMIENTOS NORMATIVOS PARA LA GRADACIÓN DE LOS AGREGADOS USADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE.....	4
6.4. REQUERIMIENTOS NORMATIVOS PARA EL CEMENTO ASFÁLTICO	5
6.5. REQUERIMIENTOS NORMATIVOS PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA.....	6
6.6. TRABAJO DE LABORATORIO.....	7
6.7. TRABAJO DE GABINETE.....	7
6.7.1. CONTROL DE CALIDAD DE PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS (MTC E504).....	7
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y NORMATIVAS.....	8
8. PANEL FOTOGRÁFICO	9
9. CÁLCULOS	9





1. GENERALIDADES

El presente informe comprende el ensayo de parámetros volumétricos de mezclas compactadas (AASHTO T166-AASHTO T19) del proyecto **"Análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito"**.

2. UBICACIÓN DE LA OBRA

DISTRITO : -
PROVINCIA : -
REGIÓN : CUSCO

3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

Se ha considerado para el desarrollo del presente estudio las características generales* de la tesis: **"análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 con respecto a la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito"** considerando lo siguiente:

✓ Tipo de Mezcla : Mezcla Asfáltica en Caliente

**Información de la Memoria Descriptiva proporcionada por los responsables de la tesis en mención.*

4. OBJETIVOS

La determinación de los parámetros volumétricos de mezclas compactadas

5. ESPECIFICACIONES Y NORMATIVAS

5.1. ESPECIFICACIONES

El presente estudio se rige a las especificaciones, requisitos, lineamientos y recomendaciones señaladas en las siguientes referencias:

MTC (2016) "Manual de Ensayos de Materiales" – Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, aprobado mediante RD N° 18 – 2016 – MTC/14 que incluyen las Normas de la ASTM (American Society for Testing Materials) y la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

5.2. ENSAYOS NORMADOS

NORMAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONTENIDO DE ASFALTO Y GRADACIÓN DE LOS AGREGADOS

MTC E 501 "Toma de Muestras de Mezclas Asfálticas para Pavimentos"
MTC E 502 "Extracción Cuantitativa de Asfalto en Mezclas Asfálticas para Pavimentos"
MTC E 503 "Análisis Mecánico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas"

NORMAS PARA EL CONTROL DEL FLUJO Y ESTABILIDAD MARSHALL

MTC E504 "Resistencia de Mezclas Bituminosas empleando el Aparato Marshall"
ASTM D1559 "Test Method for Resistance of Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus"

Laboratorio de
Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Llamas Vargas
Ingeniero Civil



6. CONSIDERACIONES DE ESTUDIO

6.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Se realizaron 32 probetas para el ensayo de parámetros volumétricos de mezclas compactadas para la tesis "análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100, con respecto a la muestra asfáltica en caliente PEN 85/100 adicionando grafito".

6.2. CONTROL DE LA TEMPERATURA EN OBRA

Se tomó lecturas de temperatura de Mezcla Asfáltica.

Se realizó la toma de temperaturas con 02 tipos de termómetros, 01 termómetro análogo y 01 termómetro láser.

6.3. REQUERIMIENTOS NORMATIVOS PARA LA GRADACIÓN DE LOS AGREGADOS USADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

La gradación de los agregados pétreos para la producción de mezcla asfáltica en caliente deberá ajustarse a alguna de las siguientes gradaciones. La mezcla de los agregados grueso y fino y polvo mineral deberá ajustarse a las exigencias de la respectiva especificación. Ver **Tabla 1**.

Alternativamente pueden emplearse las gradaciones especificadas en la **ASTM D 3515** e Instituto del Asfalto. **Tabla 2**.

Tabla 1 Gradaciones de los Agregados para Mezclas Asfálticas en Caliente (MAC)

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG – 2013)

Tabla 2 Gradaciones de los Agregados para Mezclas Asfálticas en Caliente (ASTM)





Sieve Size	Dense Mixtures								
	D-1	D-2	D-3	D-4	Mix Designation		D-7	D-8	D-9
	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1½ in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (¾ in.)	D-5 12.5 mm (½ in.)	D-6 9.5 mm (¾ in.)	D-7 4.75 mm (No. 4) (Sand Asphalt)	D-8 2.36 mm (No. 8)	D-9 1.18 mm (No. 16) (Sheet Asphalt)
Grading of Total Aggregate (Coarse Plus Fine, Plus Filler if Required) Amounts Finer Than Each Laboratory Sieve (Square Opening), Weight %									
63-mm (2½ in.)	100	---	---	---	---	---	---	---	---
50-mm (2 in.)	90 to 100	100	---	---	---	---	---	---	---
37.5-mm (1½ in.)	---	90 to 100	100	---	---	---	---	---	---
25.0-mm (1 in.)	60 to 80	---	90 to 100	100	---	---	---	---	---
19.0-mm (¾ in.)	---	56 to 80	---	90 to 100	100	---	---	---	---
12.5-mm (½ in.)	35 to 65	---	56 to 80	---	90 to 100	100	---	---	---
9.5-mm (¾ in.)	---	---	---	56 to 80	---	90 to 100	100	---	---
4.75-mm (No. 4)	17 to 47	23 to 53	29 to 59	35 to 65	44 to 74	55 to 85	80 to 100	---	100
2.36-mm (No. 8) ^A	10 to 36	15 to 41	19 to 45	23 to 49	28 to 58	32 to 67	65 to 100	---	95 to 100
1.18-mm (No. 16)	---	---	---	---	---	---	40 to 80	---	85 to 100
600-µm (No. 30)	---	---	---	---	---	---	25 to 65	---	70 to 95
300-µm (No. 50)	3 to 15	4 to 16	5 to 17	5 to 19	5 to 21	7 to 23	7 to 40	---	45 to 75
150-µm (No. 100)	---	---	---	---	---	---	3 to 20	---	20 to 40
75-µm (No. 200) ^B	0 to 5	0 to 6	1 to 7	2 to 8	2 to 10	2 to 10	2 to 10	---	9 to 20

Fuente: ASTM D 3515 (Composition of Bituminous Paving Mixtures)

Según Minaya y Ordoñez, "Manual de Laboratorio de Ensayos para Pavimentos" – UNI, la gradación es una de las más importantes propiedades de los agregados, el cual afecta casi todas las propiedades importantes de una mezcla asfáltica, incluyendo dureza, estabilidad, durabilidad, permeabilidad, trabajabilidad, resistencia a la fatiga, resistencia al rozamiento, y resistencia a la humedad. Teóricamente, es razonable que la mejor gradación es la densa o bien gradada.

6.4. REQUERIMIENTOS NORMATIVOS PARA EL CEMENTO ASFÁLTICO

El cemento asfáltico a emplear en los riegos de liga y en las mezclas asfálticas elaboradas en caliente será clasificado por viscosidad absoluta y por penetración. Su empleo será según las características climáticas de la región, la correspondiente carta viscosidad del cemento asfáltico y tal como lo indica la **Tabla 3**.

Tabla 3 Selección del Tipo de Cemento Asfáltico

TEMPERATURA MEDIA ANUAL			
24°C ó (+)	24° - 15°C	15°-5°C	(-) de 5°C
PEN 40 – 50 60 – 70 Modificado	PEN 60 – 70	PEN 85 – 100 120 – 150	Asfalto Modificado

Fuente: Minaya González & Ordoñez Huamán, Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos, 2006





6.5. REQUERIMIENTOS NORMATIVOS PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA

Tabla 4 Requisitos para Mezcla de Concreto Bituminoso según el Manual de Carreteras EG - 2013

PARÁMETRO DE DISEÑO MARSHALL MTC E 504	CLASE DE MEZCLA		
	A	B	C
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínima)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1)	3-5	3-5	3-5
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (2)	1.700 – 4.000		
INMERSIÓN - COMPRESIÓN (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión (Mpa mín)	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida% (mín)	75	75	75

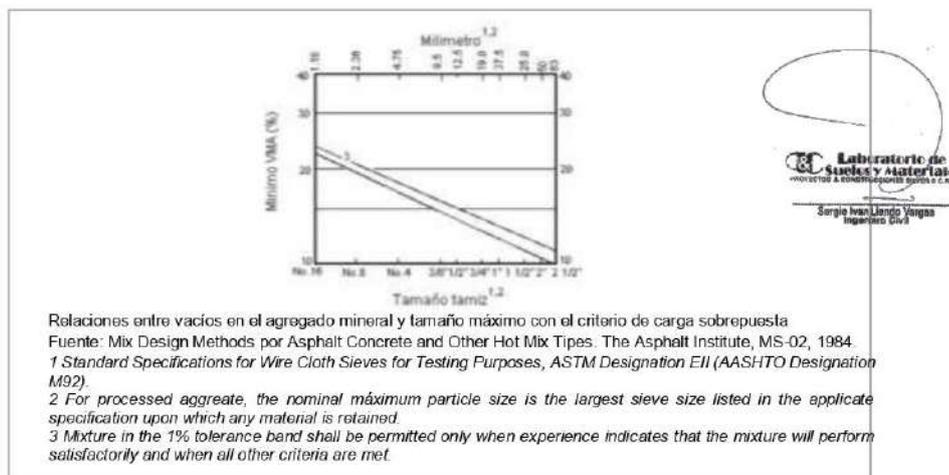
(1) A la fecha, se tienen tramos efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorias en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.
(2) Para zonas de clima frío es deseable que la relación Estabilidad/Flujo sea de menor magnitud posible.

En la **Tabla 5** se muestra el criterio de Diseño Marshall para superficies y bases, según The Asphalt Institute.

Tabla 5 Criterio de Diseño Marshall para superficies y bases según el Instituto del Asfalto

CRITERIO DE MEZCLAS MÉTODO MARSHALL	TRÁFICO					
	LIGERO		MEDIO		PESADO	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
COMPACTACION N° Golpes/Cara	35		50		75	
ESTABILIDAD lb (N)	750 (333)		1200 (5333)		1800 (8000)	
FLUJO 0.01pulg. (0.25mm)	8	18	8	16	8	14
VTM (%)	3	5	3	5	3	5
VMA (%)	Ver el gráfico siguiente					

Fuente: Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot Mix Types. The Asphalt Institute, MS-02, 1984.



Cusco: Barrio Profesional C-1 - Cusco, Tlf.: (084) 254730, Claro: 984621489, Movistar: 984727700
www.proyconsilver.com, ggeneral@proyconsilver.com



6.6. TRABAJO DE LABORATORIO

En Laboratorio PROYCON SILVER (Cusco), se realizó el ensayo de parámetros volumétricos de mezclas compactadas, un total de 32 muestras.

6.7. TRABAJO DE GABINETE

Una vez finalizado los ensayos de laboratorio, se procedió a realizar los cálculos en gabinete.

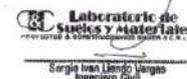
Después de realizar el procesamiento de los datos en gabinete se culminó con los objetivos del presente informe.

6.7.1. CONTROL DE CALIDAD DE PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS (MTC E504)

RESULTADOS PARA PROBETAS SIN GRAFITO

%	Nº	Gmb
PORCENTAJE DE ASFALTO	PROBETA	GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DEL ESPÉCIMEN
6	1	2.259
	2	2.317
	3	2.323
	4	2.320
	PROMEDIO	2.305
6.5	1	2.306
	2	2.303
	3	2.270
	4	2.254
	PROMEDIO	2.283
7	1	2.287
	2	2.293
	3	2.322
	4	2.326
	PROMEDIO	2.307
7.5	1	2.339
	2	2.282
	3	2.326
	4	2.332
	PROMEDIO	2.320

Fuente: Propia





RESULTADOS PARA PROBETAS CON GRAFITO

%	Nº	Gmb
PORCENTAJE DE GRAFITO	PROBETA	GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DEL ESPÉCIMEN
5	1	2.302
	2	2.294
	3	2.362
	4	2.374
	PROMEDIO	2.333
10	1	2.354
	2	2.307
	3	2.296
	4	2.333
	PROMEDIO	2.323
15	1	2.326
	2	2.298
	3	2.299
	4	2.281
	PROMEDIO	2.301
20	1	2.252
	2	2.304
	3	2.285
	4	2.286
	PROMEDIO	2.282

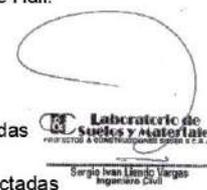
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y NORMATIVAS

Recursos Bibliográficos

- Menéndez Acurio, J. R. (2016). "Ingeniería de Pavimentos" (5ta Edición ed.). (I. d. ICG, Ed.) Fondo Editorial ICG.
- Minaya González, S., & Ordoñez Huamán, A. (2001). "Manual de Ensayos para Pavimentos" (Vol. I). Lima.
- Minaya González, S., & Ordoñez Huamán, A. (2006). "Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos" (Segunda ed.). Lima.
- Montejo Fonseca, A. (2002). "Ingeniería de Pavimentos para Carreteras". Bogotá, D.C., Colombia: Agora editores.
- Yang, H. H. (2004). "Pavement Analysis and Design". United States: Prentice Hall.

Normas para el Control de Calidad de los Parámetros Volumétricos

- ASTM C127 "Gravedad Específica Bulk de los Agregados Finos"
- ASTM C128 "Gravedad Específica Bulk de los Agregados Gruesos"
- ASTM D1188 "Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas"
- ASTM D2041 "Gravedad Específica Teórica Rice"
- MTC E 505 "Porcentaje de Vacíos de Aire en Mezclas Asfálticas Compactadas"
- MTC E 514 "Peso Específico Aparente y Peso Unitario de Mezclas Asfálticas compactadas empleando Espécimen Saturados con Superficie Seca"





9. CÁLCULOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"					
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS - % ASFALTO ÓPTIMO					
BASADO EN LA NORMA AASHTO T166					
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel			FECHA: 15/02/2021		
Cristhian Chauca Quispe					
LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.					
MATERIAL: Probetas adicionadas sin Grafito, Cusco					
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK PROMEDIO DE LAS PROBETAS COMPACTADAS					
%	N°	WD	WSUB	WSSD	Gmb
PORCENTAJE DE ASFALTO	PROBETA	PESO AL AIRE (g)	PESO SUMERGIDO (g)	PESO EN SU CONDICIÓN SSD EN EL AIRE (g)	GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DEL ESPECÍMEN
6	1	1211.940	680.000	1216.500	2.259
	2	1213.190	692.500	1216.000	2.317
	3	1215.180	695.000	1218.000	2.323
	4	1226.040	702.000	1230.500	2.320
	-	PROMEDIO			2.305
6.5	1	1210.520	688.000	1213.000	2.306
	2	1230.910	701.500	1236.000	2.303
	3	1216.820	682.000	1218.000	2.270
	4	1195.770	670.500	1201.000	2.254
	-	PROMEDIO			2.283
7	1	1228.230	697.000	1234.000	2.287
	2	1201.450	681.000	1205.000	2.293
	3	1219.010	698.000	1223.000	2.322
	4	1214.010	696.000	1218.000	2.326
	-	PROMEDIO			2.307
7.5	1	1211.350	695.000	1213.000	2.339
	2	1204.900	682.000	1210.000	2.282
	3	1209.650	691.000	1211.000	2.326
	4	1229.190	703.000	1230.000	2.332
	-	PROMEDIO			2.320

Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio Inca Llanos Vargas
Ingeniero Civil



TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"					
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DE MEZCLAS ASFÁLTICAS - % GRAFITO ÓPTIMO					
BASADO EN LA NORMA AASHTO T166					
RESPONSABLES: Kiara Aguilar Esquivel			FECHA: 02/03/2021		
Cristhian Chauca Quispe					
LUGAR: Laboratorio PRO&CON SILVER S.C.R.L.					
MATERIAL: Probetas adicionadas con Grafito, Cusco					
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK PROMEDIO DE LAS PROBETAS COMPACTADAS					
%	Nº	WD	WSUB	WSSD	Gmb
PORCENTAJE DE GRAFITO	PROBETA	PESO AL AIRE (g)	PESO SUMERGIDO (g)	PESO EN SU CONDICIÓN SSD EN EL AIRE (g)	GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK DEL ESPÉCIMEN
5	1	1206.220	685.000	1209.000	2.302
	2	1227.310	696.000	1231.000	2.294
	3	1203.300	696.000	1205.500	2.362
	4	1181.060	686.500	1184.000	2.374
	-	PROMEDIO			
10	1	1205.420	696.000	1208.000	2.354
	2	1202.010	685.500	1206.500	2.307
	3	1182.460	673.500	1188.500	2.296
	4	1202.570	689.000	1204.500	2.333
	-	PROMEDIO			
15	1	1221.110	698.000	1223.000	2.326
	2	1206.420	683.000	1208.000	2.298
	3	1211.680	689.000	1216.000	2.299
	4	1218.280	687.500	1221.500	2.281
	-	PROMEDIO			
20	1	1207.280	674.500	1210.500	2.252
	2	1197.880	680.000	1200.000	2.304
	3	1203.230	680.000	1206.500	2.285
	4	1209.170	683.000	1212.000	2.286
	-	PROMEDIO			


Laboratorio de
Suelos y Materiales
Movistar y Telefonos del Sur S.C.A.
Sergio Ivan Llamas Vargas
Ingeniero Civil



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.

INFORME TÉCNICO

N°2002 – 2971 A

“ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL”

NORMATIVA NACIONAL MTC E504

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO"



SOLICITANTE : KIARA AGUILAR ESQUIVEL
CRISTHIAN CHAUCA QUISPE
RESPONSABLE : SERGIO I. LIENDO VARGAS
INGENIERO CIVIL
CIP 65074

MARZO del 2021


Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio I. Liendo Vargas
Ingeniero Civil



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.

PROYCON SILVER S.C.R.L. Laboratorio de Suelos y Materiales					
	PROYECTO:	Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 con respecto a la mezcla asfáltica PEN 85/100 adicionando grafito			
	UBICACIÓN:	Cusco			
	SOLICITA:	Kiara Aguilar Esquivel/Cristhian Chauca Quispe			
	MUESTRA:	Mezcla Asfáltica en Caliente sin grafito			
	FECHA:	Marzo del 2021			
ESPECIMENES FABRICADOS IN SITU ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL					
Código	Estabilidad corregida	Estabilidad Promedio	Altura aproximada del espécimen	Flujo Marshall	Flujo Promedio
Probeta	kN		cm	mm	mm
M-1	20.660	16.518	6.611	3.550	3.703
M-2	15.610		6.579	3.650	
M-3	15.110		6.706	3.660	
M-4	14.690		6.732	3.950	





Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.

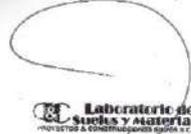
PROYCON SILVER S.C.R.L. Laboratorio de Suelos y Materiales					
	PROYECTO: Analisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 con respecto a la mezcla asfáltica PEN 85/100 adicionando grafito.				
	UBICACIÓN: Cusco				
	SOLICITA: Kiara Aguilar Esquivel/Cristhian Chauca Quispe				
	MUESTRA: Mezcla Asfáltica en Caliente sin grafito				
FECHA: Marzo del 2021					
CONTROL DE CALIDAD DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE ESPECÍMENES FABRICADOS IN SITU					
	CONSIDERACIÓN	UNIDAD	C.A.	ESPECIFICACIONES EG - 2013	CUMPLE/NO CUMPLE
			6.50%		
FLUJO Y ESTABILIDAD MARSHALL	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO	kN	16.52	Mínimo 8.15 kN	CUMPLE
	FLUJO PROMEDIO	mm	3.703	8 - 14	NO CUMPLE
	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	kg/cm	4461.175	1700.00 - 4000.00	NO CUMPLE

Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Uendo Vargas
Ingeniero Civil



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.

PROYCON SILVER S.C.R.L. Laboratorio de Suelos y Materiales					
	PROYECTO:	Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 con respecto a la mezcla asfáltica PEN 85/100 adicionando grafito			
	UBICACIÓN:	Cusco			
	SOLICITA:	Kiara Aguilar Esquivel/ Cristhian Chauca Quispe			
	MUESTRA:	Mezcla Asfáltica en Caliente con grafito			
	FECHA:	Marzo del 2021			
ESPECÍMENES FABRICADOS IN SITU ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL					
Código	Estabilidad corregida	Estabilidad Promedio	Altura aproximada del espécimen	Flujo Marshall	Flujo Promedio
Probeta	kN		cm	mm	mm
M-1	13.210	12.628	6.425	5.460	5.610
M-2	11.090		6.361	5.770	
M-3	15.110		6.567	5.110	
M-4	11.100		6.453	6.100	



Laboratorio de Suelos y Materiales
Sergio Ivan Llendo Vargas
Ingeniero Civil



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.

PROYCON SILVER S.C.R.L. Laboratorio de Suelos y Materiales					
	PROYECTO:	Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 con respecto a la mezcla asfáltica PEN 85/100 adicionando grafito			
	UBICACIÓN:	Cusco			
	SOLICITA:	Kiara Aguilar Esquivel/ Cristhian Chauca Quispe			
	MUESTRA:	Mezcla Asfáltica en Caliente con grafito			
	FECHA:	Marzo del 2021			
CONTROL DE CALIDAD DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE ESPECIMENES FABRICADOS IN SITU					
	CONSIDERACIÓN	UNIDAD	C.G.	ESPECIFICACIONES EG - 2013	CUMPLE/NO CUMPLE
			15.0%		
FLUJO Y ESTABILIDAD MARSHALL	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO	kN	12.628	Mínimo 8.15 kN	CUMPLE
	FLUJO PROMEDIO	mm	5.610	8-14	NO CUMPLE
	RELACION ESTABILIDAD/FLUJO	kg/cm	2250.891	1700.00 - 4000.00	CUMPLE

Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Llerdo Vargas
Ingeniero Civil



PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

ESTUDIO DE CÁNTABRO O PERDIDA POR DESGASTE
INFORME TÉCNICO
N° 2002-2971 A

PROYECTO:
"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100, CON RESPECTO A LA
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO
GRAFITO"



SOLICITANTE : KIARA AGUILAR ESQUIVEL/ CRISTHIAN CHAUCA QUISPE
RESPONSABLE : SERGIO I. LIENDO VARGAS
INGENIERO CIVIL
CIP 65074
UBICACIÓN : CUSCO

MARZO del 2021



Cusco: Urb. Los licenciados L-3 – San Sebastián - Cusco, Telf.: (084) 254730, Cel. Entel: 984 727700
www.proyconsilver.com, ggeneral@proyconsilver.com



1. OBJETIVOS Y FINES.

Los objetivos y fines del presente informe corresponden a determinar el desgaste que presenta el material a petición de **KIARA AGUILAR ESQUIVEL Y CRISTHIAN CHAUCA QUISPE**, para tal fin se realizó pruebas de laboratorio tales como: Ensayo de cántabro.

2. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO.

2.2. LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS:

- 1) MTC E 515 -2016-AGREGADOS. Determinación de la resistencia a la disgregación de la mezcla, ante los efectos abrasivos y de succión originados por el tráfico.

Esta Norma establece el procedimiento para ensayar a las mezclas asfálticas en caliente, a las mezclas porosas o de granulometría abierta, cuyo tamaño máximo sea inferior a 25 ms.





CONCLUSIONES

- ❖ Las muestras fueron proporcionadas por los interesados

<i>PROBETA</i>	<i>CA %</i>	<i>ADICIONAN TÉ</i>	<i>PROMEDIO (%)</i>
<i>M-1</i>	6.5	CON GRAFITO	4.5345
<i>M-2</i>			
<i>M-3</i>			
<i>M-4</i>			
<i>M-1</i>	6.5	SIN GRAFITO	4.68475
<i>M-2</i>			
<i>M-3</i>			
<i>M-4</i>			

- ❖ El resultado por desgaste de cántabro fue del **4.5345%** (adicionado con grafito, y de **4.68475%** (sin grafito).





PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

PANEL FOTOGRÁFICO
ENSAYOS DE LABORATORIO



Cusco: Urb. Los licenciados L-3 – San Sebastián - Cusco, Telf.: (084) 254730, Cel. Entel: 984 727700
www.proyconsilver.com, ggeneral@proyconsilver.com



PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales



CÁLCULOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Cusco: Urb. Los licenciados L-3 – San Sebastián - Cusco, Telf.: (084) 254730, Cel. Entel: 984 727700
www.proyconsilver.com, ggeneral@proyconsilver.com



PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

PROYCON SILVER S.C.R.L. Laboratorio de Suelos y Materiales						
16	PROYECTO:		Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente PEN 85/100 con respecto a la mezcla asfáltica PEN 85/100 adicionando grafito			
	UBICACIÓN:		Cusco			
	SOLICITA:		Kiara Aguilar Esquivel/ Cristhian Chauca Quispe			
	MUESTRA:		Mezcla Asfáltica en Caliente con grafito y sin grafito			
	FECHA:		Marzo del 2021			
ESPECÍMENES FABRICADOS IN SITU ENSAYO DE CÁNTABRO						
Código	CA	Adicionante	Peso Inicial	Peso final	Perdida por Desgaste	Perdida por Desgaste promedio
	%		Kg	Kg	%	%
M-1	6.500	Con grafito	1200.200	1035.720	13.704	7.035
M-2			1223.770	1154.590	5.653	
M-3			1216.060	1165.130	4.188	
M-4			1216.680	1160.800	4.593	
M-1	6.500	Sin Grafito	1245.000	1193.770	4.115	4.685
M-2			1207.130	1137.230	5.791	
M-3			1219.430	1168.770	4.154	
M-4			1223.850	1166.590	4.679	



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Llamas Vargas
Ingeniero Civil



INFORME TÉCNICO DE SUSCEPTIBILIDAD A LA HUMEDAD

INFORME N° 2103 - 3030 A

TESIS:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 ADICIONANDO GRAFITO”



CANtera : -

SOLICITANTE : KIARA AGUILAR ESQUIVEL
CRISTHIAN CHAUCA
QUISPE

RESPONSABLE : SERGIO I. LIENDO VARGAS
INGENIERO CIVIL
CIP 65074

UBICACIÓN :

Distrito : Cusco.
Provincia : Cusco.
Departamento : Cusco.

MARZO DEL 2021





Contenido

1. OBJETIVOS Y FINES	3
2. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO	3
2.1. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL:	3
2.2. NORMAS APLICADAS AL PRESENTE ESTUDIO	3
2.3. LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS	3
2.4. FRECUENCIA Y REQUISITOS DE CALIDAD PARA EL MATERIAL EN ESTUDIO	4
3. SECUENCIA DEL ESTUDIO REALIZADO	5
3.1. TRABAJO DE LABORATORIO	5
3.2. TRABAJO DE GABINETE	5
4. RESUMEN DE RESULTADOS	5
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	6
5.1. CONCLUSIONES	6
5.2. RECOMENDACIONES	6
6. PANEL FOTOGRAFICO	7





1. GENERALIDADES

Este método cubre la preparación de especímenes y la medida del cambio de la resistencia a la tensión diametral que resulta de los efectos de la saturación del agua y acondicionamiento en agua acelerado con un ciclo de congelamiento – deshielo, de mezclas asfálticas compactadas. Los resultados pueden ser empleados para predecir la susceptibilidad al desprendimiento a largo plazo de las mezclas asfálticas y evaluar los aditivos líquidos anti desprendimiento que son adicionados a la mezcla asfáltica ó sólidos polvorientos, tales como la cal hidratada ó cemento Portland, los que son adicionados al agregado mineral.

2. OBJETIVOS Y FINES

Evaluar la susceptibilidad de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción directa. La finalidad es evaluar los efectos de saturación y acondicionamiento acelerado en agua con un ciclo de congelamiento-deshielo de mezclas asfálticas compactadas. Este método puede ser empleado para probar: (a) mezclas de asfalto en conjunto con ensayos de diseño de mezcla (mezclado en laboratorio, compactado en laboratorio); (b) mezclas asfálticas producidas en plantas mezcladoras (mezcladas en campo, compactadas en laboratorio); y (c) núcleos de mezcla asfáltica obtenidos del mismo pavimento a cualquier edad (mezclado en campo y compactado en campo).

3. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO.

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL:

USO : Mezcla asfáltica en caliente sin grafito.
Mezcla asfáltica en caliente con grafito

CANtera: -



Las Muestra proporcionada por el solicitante indicando la procedencia y utilidad.

3.2. NORMAS APLICADAS AL PRESENTE ESTUDIO

El Estudio de Agregados se ha desarrollado siguiendo los lineamientos y recomendaciones que están contenidos en la NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.037 (Especificaciones Normalizadas para agregado de Concreto), MANUAL DE CARRETERAS – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN - EG 2013 Y EL MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS EM-2016, APROBADO MEDIANTE RD N° 028-2001-MTC/15.17 que incluyen las normas de la ASTM (American Society for Testing Materials), la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y las Normas MTC E del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para la realización de los ensayos y análisis de Laboratorio.

3.3. LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS.

✓ Resistencia de Mezclas Asfálticas Compactadas al Daño Inducido por Humedad. MTC E 522-2016



- ✓ Resistencia de Mezclas Bituminosas empleando el aparato Marshall. MTC E 504-2016
- ✓ Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas densas y abiertas. MTC E 505-2016
- ✓ Espesor o altura de especímenes Compactados de mezclas de pavimento asfáltico. MTC E 507-2016
- ✓ Peso específico teórico máximo de mezclas asfálticas para pavimentos. MTC E 508-2016
- ✓ Peso específico aparente y peso unitario de mezclas asfálticas compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca. MTC E 514-2016

3.4. FRECUENCIA Y REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN ESTUDIO.

A continuación, se describen algunos aspectos considerados en las diferentes normas consultadas.

ENSAYOS, FRECUENCIA Y REQUISITOS DE LOS MATERIALES PARA EL CONCRETO EG-2013

Requisitos para mezcla de concreto bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	<u>Ver Tabla 423-10</u>		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		





Requisitos de adherencia

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		< 3.000	> 3.000*
Adherencia (Agregado grueso)	MTC E 517	+95	-
Adherencia (Agregado fino)	MTC E 220	4 mín.**	-
Adherencia (mezcla)	MTC E 521	-	+95
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	AASHTO T 283	-	80 Min.

Fuente: Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - EG-2013

4. SECUENCIA DEL ESTUDIO REALIZADO.

Los estudios cumplen un orden secuencial para la determinación de las características, siendo estas: los trabajos de campo, los trabajos de laboratorio y de gabinete.

La secuencia del mismo puede ser alterada al momento de requerir verificaciones en campo o en laboratorio.

4.1. TRABAJO DE LABORATORIO

A continuación, se detallan los trabajos-Ensayos realizados en laboratorio según los pedidos por el solicitante:

- a) Del material analizado:

Según los requerimientos, se han efectuado una secuencia de ensayos en laboratorio como se detalla a continuación:

- ✓ Resistencia de Mezclas Asfálticas Compactadas al Daño Inducido por Humedad.

4.2. TRABAJO DE GABINETE

Una vez finalizado todos los trabajos de laboratorio, se procedió a realizar los cálculos en gabinete, los mismos que nos permitieron continuar con la evaluación del material en estudio según las exigencias y requerimientos.

5. RESUMEN DE RESULTADOS

El procesamiento de datos de laboratorio se realiza de acuerdo a las recomendaciones y lineamientos de las diferentes normas usadas en la elaboración de este informe y nos apoyamos en la elaboración de las hojas de cálculo, las mismas que se anexan al presente estudio.

Realizado el procesamiento de los datos en gabinete se procedió a realizar el





resumen que se muestra a continuación, en donde se detalla los valores característicos alcanzados por los materiales.

Mezcla Asfáltica Con Grafito	
Razón de Esfuerzo a Tensión (TSR)	
TSR	64.08%

Mezcla Asfáltica Sin Grafito	
Razón de Esfuerzo a Tensión (TSR)	
TSR	55.76%

Fuente: Elaboración Propia

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- ❖ Los resultados están registrados en el cuadro adjunto, dejando al proyectista determinar la mejor intervención acorde a la importancia del proyecto.

BRICQUETA A CONDICIONADA A HUMEDAD	TSR
Sin Grafito	55.76%
Con Grafito	64.08%

Fuente: Elaboración Propia

6.2. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda el material para la producción de concreto, dejando al proyectista tener en cuenta la tabla de resultados anteriormente expuesta.



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCONSILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Vargas
Ingeniero Civil



7. PANEL FOTOGRÁFICO

ENSAYOS DE LABORATORIO







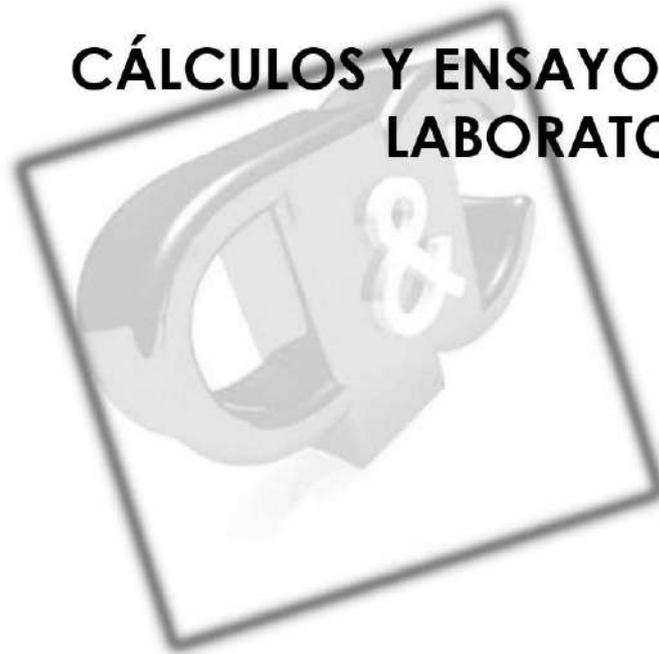
REFERENCIAS.

- 1) NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.037 (Especificaciones Normalizadas para agregado de Concreto)
- 2) EG-2013, MANUAL DE CARRETERAS- Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción.
- 3) EM-2016, MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES
- 4) JOSEPH E. BOWLES: "MANUAL DE LABORATORIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES".





CÁLCULOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO





PROYCON SILVER S.C.R.L.
Laboratorio de Suelos y Materiales

- Ramo Profesional C-1, Teléfono 084-204736, Cel. Movistar 985-626298, Claro 984-727789

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85/100 CON RESPECTO A LA MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE 85/100 ADICIONANDO GRAFITO

TESIS:

UBICACIÓN:

SOLICITANTE:

MUESTRA:

FECHA:

KIARA AGUILAR ESQUIVEL - GRISTHAN CHAUCA QUISPE
Mezcla Asfáltica
Jueves, 11 de marzo de 2021

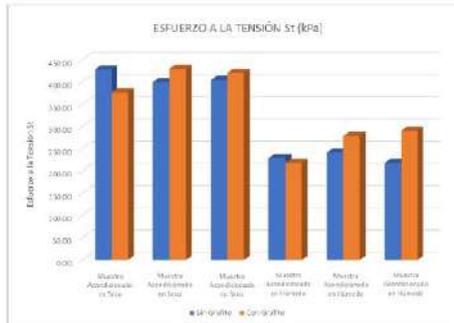
EN MANTENIMIENTO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON AGREGADOS AL PASEO INDUCIDO POR HUMEDAD

MTC E202, Basado en la Norma AS/NZS 1363

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Valor de Aire en Porcentaje	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Altura de la Biqujeta (mm)	78.50	64.27	65.05	63.35	64.67	65.93	64.26	63.41	64.77	64.51	66.36	68.17
Diámetro de la Biqujeta (mm)	701.83	103.89	103.00	103.38	102.95	101.73	103.02	103.38	102.93	104.79	101.60	107.55
Volumen de Especimen (cm ³)	637.83	642.40	642.02	637.76	639.12	636.26	637.64	636.26	638.95	636.50	638.24	650.23
Volumen de Vados de Aire (cm ³)	21.61	21.70	21.69	21.27	21.52	21.45	21.51	21.29	21.68	21.68	21.62	22.41

DESCRIPCIÓN	Muestra Acondicionado en Seco			Muestra Acondicionado en Húmedo		
	M4	M5	M6	M10	M11	M12
Peso de la Biqujeta SS (g)	1231.70	1213.34	1205.38	1222.37	1225.39	1216.81
Peso de la Biqujeta SS (g)	1238.95	1242.46	1235.14	1238.21	1241.21	1235.88
Volumen Absorbido de Agua (cm ³)	16.95	17.12	16.89	15.84	15.82	16.57
Grado de Saturación (%)	73.79	75.21	76.47	74.47	73.50	77.71

DESCRIPCIÓN	Sin Grafito			Sin Grafito			Con Grafito			Con Grafito		
	BRIQUETAS ACONDICIONADAS EN SECO						BRIQUETAS ACONDICIONADAS EN HÚMEDO					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Carga Máxima(N)	44090.00	41000.00	42170.00	23840.00	24900.00	22710.00	38870.00	43640.00	43640.00	2250.00	26210.00	31790.00
Deflex por Humedad	3	-	1	2	3	3	-	-	-	-	-	-
Altura de la Biqujeta(mm)	66.50	64.27	65.05	63.35	64.67	65.93	64.26	63.41	64.77	64.51	66.36	68.17
Diámetro de la Biqujeta(mm)	101.83	103.89	103.00	103.38	102.95	101.73	103.02	103.38	102.93	104.79	101.60	107.55
Esfuerzo a la Tensión (kPa) S _t	420.00	369.93	400.89	228.76	240.86	217.46	378.44	426.22	420.16	217.24	277.96	290.13
Esfuerzo a la Tensión (kPa) S _t Promedio	410.80			228.80			426.50			261.78		
Razón de Esfuerzo a Tensión TSR				55.76%						64.67%		



Laboratorio de Suelos y Materiales
Ingeniería y Construcción Civil S.R.L.
Sergio Ivan Llamas Vargas
Ingeniero Civil