

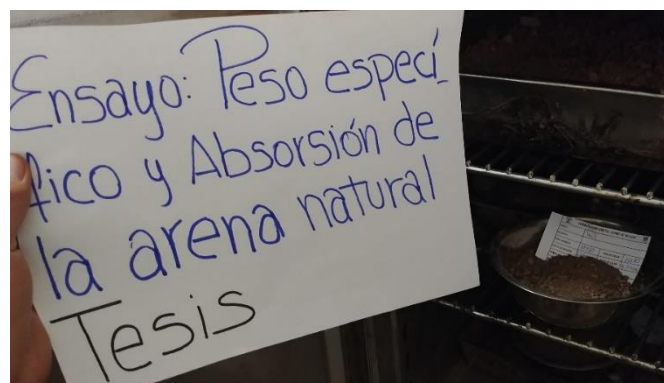


*Figura 80:* Arena superficialmente seca

Seguidamente se toman 500 gr de muestra para poner al horno y así poder calcular el contenido de humedad.



*Figura 81:* Muestra para el ensayo



*Figura 82:* Muestra en el horno

Luego se toma otros 500 gr de muestra para realizar el ensayo.

Se pesa la fiola con el agua llena hasta su pestaña, se vacía el agua en un recipiente y se vacía en la fiola los 500 gr de muestra.



*Figura 83:* Vaciado de la muestra a la fiola

Se vuelve a llenar con agua y se procede a sacar los vacíos con la bomba de vacíos.



*Figura 84:* Fiola con material con agua



*Figura 85:* Extracción de vacíos con la bomba de vacíos

Una vez extraído el aire se vuelve a llenar el agua hasta la pestaña y se pesa.



*Figura 86:* Peso de la fiola con el material y agua sin vacíos



c) Toma de datos

Tabla 54: Toma de datos ensayo de peso específico y absorción del agregado fino – arena natural

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
<b>PESO ESPECIFICO Y ABRSORCION DEL AGREGADO FINO - ARENA NATURAL</b>			
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"		
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY		
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
FECHA:	28/03/2018		
CANTERA:	MORRO BLANCO	MUESTRA (gr.)	
UBICACIÓN:	PISAC	1000	
<b>Peso específico y absorción del agregado fino</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores</b>
A	Peso en el aire de la muestra seca	gr	488.00
B	Peso del picnómetro con agua	gr	643.00
C	Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración	gr	953.00
D	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	gr	500.00
$P_{em} (A/(B+D-C))$	Peso específico de la masa	gr/cm <sup>3</sup>	
$P_{eSSS} (D/(B+D-C))$	Peso específico saturado superficialmente seco	gr/cm <sup>3</sup>	
$P_{ea} (A/(B+A-C))$	Peso específico aparente	gr/cm <sup>3</sup>	
$A_b (((D-A)/A)*100)$	Absorción	%	
<b>RESULTADO DE DESGASTE</b>			
PESO ESPECIFICO DE LA MASA			gr/cm <sup>3</sup>
ABSORCION			(%)
<b>REQUERIMIENTO</b>			
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS		Según Diseño	(%)
EG. 2013		0.5% max.	(%)
<b>OBSERVACION</b>			



Tabla 55: Toma de datos ensayo de peso específico y absorción del agregado fino – arena triturada

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
<b>PESO ESPECIFICO Y ABRSORCION DEL AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA</b>			
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"		
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY		
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
<b>FECHA:</b>	28/03/2018		
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO	<b>MUESTRA (gr.)</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC		
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores</b>
A	Peso en el aire de la muestra seca	gr	490.14
B	Peso del picnómetro con agua	gr	643.00
C	Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración	gr	952.00
D	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	gr	500.00
Pem (A/(B+D-C))	Peso específico de la masa	gr/cm <sup>3</sup>	
PeSSS (D/(B+D-C))	Peso específico saturado superficialmente seco	gr/cm <sup>3</sup>	
Pea (A/(B+A-C))	Peso específico aparente	gr/cm <sup>3</sup>	
Ab (((D-A)/A)*100)	Absorción	%	
<b>RESULTADO DE DESGASTE</b>			
PESO ESPECIFICO DE LA MASA			gr/cm <sup>3</sup>
ABSORCION			(%)
<b>REQUERIMIENTO</b>			
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS		Según Diseño	(%)
EG. 2013		0.5% max.	(%)
<b>OBSERVACION</b>			



#### 3.4.1.2.4. Ensayo de determinación del límite líquido de los suelos MTC E 110

##### a) Equipos

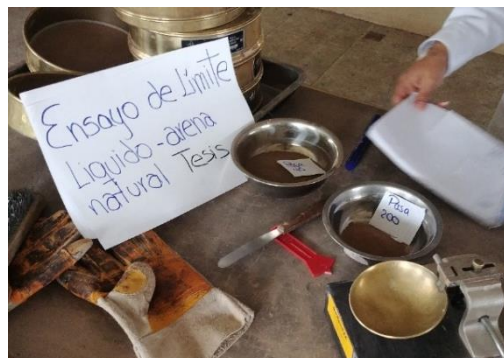
- Vasija de porcelana
- Aparato de Casagrande
- Acanalador
- Taras
- Espátula
- Pizeta con agua
- Balanza

##### b) Procedimiento



*Figura 87: Ensayo de límite líquido*

Se realizará el ensayo con el material que pasa el tamiz N°40 y queda retenido en el tamiz N° 100 y también con aquel que pasa por el tamiz N°200.



*Figura 88: Material pasante el tamiz N°40 y N°200*

Primero se ensayó el material retenido en el tamiz N°100, se separó una pequeña porción en la vasija de porcelana para luego verter un poco de agua con ayuda de la pizeta hasta con una consistencia homogénea que no esté muy húmeda ni muy seca.



*Figura 89:* Preparación de la mezcla en la vasija de porcelana

Luego se coloca la mezcla homogénea en el dispositivo de Casagrande en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible



*Figura 90:* Colocación de la muestra en el aparato de casa grande

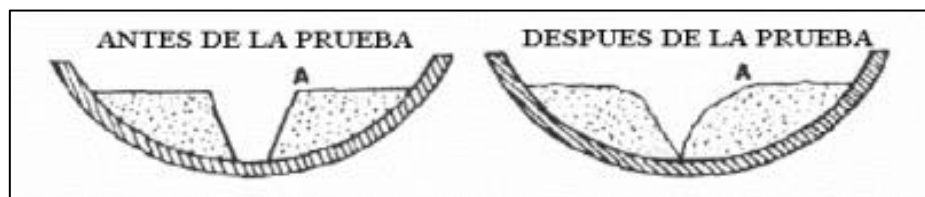


*Figura 91:* Muestra en el aparato de Casagrande



Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través de la mezcla siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el acanalador contra la superficie de la copa y trazar un arco, manteniendo la corriente perpendicular a la superficie de la copa en todo su movimiento.

Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm, como se muestra en la siguiente imagen:



*Figura 92:* Forma de la muestra antes y después del ensayo  
Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones,, 2016)



*Figura 93:* Muestra antes del ensayo



*Figura 94:* Muestra después del ensayo

Seguidamente se anota el número de golpes  $N$ , requeridos para cerrar la ranura y con la espátula tomar una tajada de la muestra de aproximadamente de ancho de la espátula,



extendiéndola de extremo a extremo de la torta de suelo en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto, colocarlo en un recipiente de peso conocido, tapanlo y pesar.

Regresar el suelo remanente a la vasija de porcelana. Lavar y secar la copa y el acanalador y fijar la copa nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba.

Mezclar nuevamente todo el espécimen en la vasija de porcelana añadiéndole agua para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Repetir el procedimiento para una prueba de cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Se repite el procedimiento descrito para el material que pasa el tamiz N°200 y se pesan las muestras



Figura 95: Ensayo del material pasante el tamiz n° 200



Figura 96: Peso antes de llevar la muestra al horno





Se llevan al horno todas las muestras a una temperatura constante de 110°C y se pesa hasta obtener un peso constante para luego tomar de dato el peso.



Figura 97: Muestras llevadas al horno



Figura 98: Peso seco después del horno

c) Toma de datos

Tabla 56: Toma de datos ensayo de determinación del límite líquido de los suelos – arena triturada – pasa malla N°40

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS MTC E 110</b>							
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR, AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FECHA:	10/04/2018						
CANTERA:	MORRO BLANCO						
UBICACIÓN:	PSAC						
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°40</b>							
Número de golpes	Peso tara + agregado húmedo	Peso tara + agregado	Peso tara	Peso muestra húmeda	Peso muestra seca	Peso húmedo	Porcentaje de humedad
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	[(F/E)*100]
<b>NO PRESENTA</b>							
<b>RESULTADOS - LIMITE LIQUIDO LL (%)</b>							
"LL"							



Tabla 57: Toma de datos ensayo de determinación del límite líquido de los suelos – arena triturada – pasa malla N°200

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS</b>							
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
<b>FECHA:</b>	10/04/2018						
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO	<b>MUESTRA (gr.)</b>					
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC	-					
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°200</b>							
Número de golpes	Peso tara + agregado húmedo	Peso tara + agregado seco	Peso tara	Peso muestra húmeda	Peso muestra seca	Peso húmedo	Porcentaje de humedad
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)
13	22.26	20.84	16.1				
18	22.35	20.96	15.99				
24	20.80	19.83	16.07				
29	20.9	19.85	15.93				
34	21.11	20.04	15.9				
<b>RESULTADOS - LIMITE LIQUIDO "LL" (%)</b>							
"LL"							



Tabla 58: Toma de datos ensayo de determinación del límite líquido de los suelos – arena natural – pasa malla N°40

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>						
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS</b>							
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
<b>FECHA:</b>	10/04/2018						
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO				<b>MUESTRA (gr.)</b>		
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC				-		
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS - ARENA NATURAL - MALLA N°40</b>							
Número de golpes	Peso tara + agregado húmedo	Peso tara + agregado seco	Peso tara	Peso muestra húmeda	Peso muestra seca	Peso húmedo	Porcentaje de humedad
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)
18	28.87	26.88	15.95				
21	26.13	24.56	15.94				
28	26.65	25.07	15.97				
32	29.08	26.93	15.81				
25							
<b>RESULTADOS - LIMITE LIQUIDO "LL" (%)</b>							
<b>"LL"</b>							



Tabla 59: Toma de datos ensayo de determinación del límite líquido de los suelos – arena natural – pasa malla N°200

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS</b>							
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
<b>FECHA:</b>	10/04/2018						
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO	<b>MUESTRA (gr.)</b>					
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC						
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS - ARENA NATURAL - MALLA N°200</b>							
Número de golpes	Peso tara + agregado húmedo	Peso tara + agregado seco	Peso tara	Peso muestra húmeda	Peso muestra seca	Peso húmedo	Porcentaje de humedad
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	$((F/E)*100)$
15	23.78	22.04	15.96				
20	24.27	22.37	15.86				
23	26.37	24.16	16.06				
36	23.3	21.73	15.81				
25							
<p>Título del gráfico</p>							
<b>RESULTADOS - LIMITE LIQUIDO "LL" (%)</b>							
<b>"LL"</b>							



3.4.1.2.5. Ensayo determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.) MTC E 111

a) Equipos

- Balanza
- Superficie de rodadura de vidrio
- Recipientes para contenido de humedad

b) Procedimiento

Se realizará el ensayo con el material que pasa el tamiz N°40 y queda retenido en el tamiz N° 100 y también con aquel que pasa por el tamiz N°200.

Primero se ensayó el material retenido en el tamiz N° 100, se separó una pequeña porción, se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera, se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.



*Figura 99:* Material en forma de esfera



*Figura 100:* Realización de los cilindros en la superficie de vidrio



Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer un elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro, y dicha muestra se coloca en un recipiente, se sella y se pesa.



*Figura 101:* Muestras de la arena natural pasante el tamiz N°40

Se repite 2 veces más dicho procedimiento.

Para el material pasante le tamiz N°200 se repite lo mismo para obtener las 3 muestras.



*Figura 102:* Ensayo al material pasante el tamiz N°200



*Figura 103:* Muestra de Limite Líquido



Se llevan al horno con temperatura constante de  $100^{\circ}\text{C}$ , todas las muestras hasta obtener un peso constante y se toma el dato del peso.



*Figura 104:* Peso de la muestra antes de ser llevada al horno



*Figura 105:* Peso después de estar en el horno



c) Toma de datos

Tabla 60: *Toma de datos ensayo de determinación del límite plástico de los suelos – arena triturada – pasa malla N°40*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS</b>								
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"							
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY							
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FECHA:	11/04/2018							
CANTERA:	MORRO BLANCO				MUESTRA (gr.)			
UBICACIÓN:	PISAC				-			
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°40</b>								
Número de muestra	Peso tara + agregado húmedo	Peso tara + agregado seco	Peso tara	Peso muestra húmeda	Peso muestra seca	Peso humedad	Porcentaje de humedad	
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)	
<b>NO PRESENTA</b>								
<b>RESULTADOS - LIMITE PLASTICO "LP" (%)</b>								
"LP"								

Tabla 61: *Toma de datos ensayo de determinación del límite plástico de los suelos – arena triturada – pasa malla N°200*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS</b>								
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"							
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY							
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FECHA:	10/04/2018							
CANTERA:	MORRO BLANCO				MUESTRA (gr.)			
UBICACIÓN:	PISAC				-			
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°200</b>								
Número de muestra	Peso tara + agregado húmedo	Peso tara + agregado seco	Peso tara	Peso muestra húmeda	Peso muestra seca	Peso humedad	Porcentaje de humedad	
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)	
1	18.4	18.04	16.48					
2	18.95	18.55	16.68					
3	18.37	18.06	16.41					
					PROMEDIO			
<b>RESULTADOS - LIMITE PLASTICO "LP" (%)</b>								
"LP"								





Tabla 62: Toma de datos ensayo de determinación del límite plástico de los suelos – arena natural – pasa malla N°40

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS</b>									
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"							
<b>TESISTAS:</b>		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY							
<b>LUGAR:</b>		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
<b>FECHA:</b>		10/04/2018							
<b>CANTERA:</b>		MORRO BLANCO				<b>MUESTRA (gr.)</b>			
<b>UBICACIÓN:</b>		PISAC				-			
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS - ARENA NATURAL - MALLA N°40</b>									
Número de muestra	Peso tara + agregado húmedo	Peso tara + agregado seco	Peso tara	Peso muestra húmeda	Peso muestra seca	Peso humedad	Porcentaje de humedad		
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)		
<b>NO PRESENTA</b>									
<b>RESULTADOS - LIMITE PLASTICO "LP" (%)</b>									
"LP"									

Tabla 63: Toma de datos ensayo de determinación del límite plástico de los suelos – arena natural – pasa malla N°200

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS</b>									
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"							
<b>TESISTAS:</b>		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY							
<b>LUGAR:</b>		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
<b>FECHA:</b>		10/04/2018							
<b>CANTERA:</b>		MORRO BLANCO				<b>MUESTRA (gr.)</b>			
<b>UBICACIÓN:</b>		PISAC							
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS - ARENA NATURAL - MALLA N°200</b>									
Número de muestra	Peso tara + agregado húmedo	Peso tara + agregado seco	Peso tara	Peso muestra húmeda	Peso muestra seca	Peso humedad	Porcentaje de humedad		
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)		
1	18.29	17.84	15.94						
2	19.43	18.73	15.9						
3	18.5	17.97	15.85						
PROMEDIO									
<b>RESULTADOS - LIMITE PLASTICO "LP" (%)</b>									
"LP"									



### 3.4.1.2.6. Ensayo Durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio MTC E 209

#### a) Equipos

- Tamices N°4, N°8, N°16, N°30 y N°50
- Envases utilizados para sumergir las muestras de agregados en la solución.
- Balanza con una capacidad no menos de 500 gr. y con una sensibilidad de por lo menos 0.1 gr. para pesar el agregado fino; se usará una balanza con una capacidad no menor de 5000 gr. y con una sensibilidad de por lo menos 1 gr. para pesar el agregado grueso.
- Horno de secado a una temperatura aproximada de 105°C.

#### b) Procedimiento

El agregado fino para el ensayo se pasará por un tamiz normalizado 9,50 mm (3/8"). La muestra será de un peso tal, que una vez tamizada queden por lo menos 100 gr. de material en cada uno de los tamices. Los pesos retenidos serán por lo menos de 5 % de la muestra tamizada, expresados en función de los siguientes tamices nominales:

Tabla 64: *Serie de tamices a utilizar para el agregado fino*

<b>Pasa el tamiz normalizado</b>	<b>Retenido sobre el Tamiz normalizado</b>
600µm (N° 30)	300µm (N° 50)
1,18 mm (N° 16)	600µm (N° 30)
2,36 mm (N° 8)	1,18 mm (N° 16)
4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)
9,50 mm (3/8")	4,75 mm (N° 4)

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones,, 2016)

Para el agregado fino se lava completamente la muestra de agregado fino sobre un tamiz normalizado 300 µm m (N° 50), se seca hasta obtener un peso constante a 105°C o 110°C, y se separa en diferentes tamaños, por tamizado, como sigue se efectuará una separación aproximada de la muestra gradada, por medio de un juego de los tamices.

De las fracciones obtenidas en esta forma se selecciona muestras para disponer de 100 g después de efectuar un tamizado completo. Se pesan las muestras de 100 ± 1 g de cada una de las fracciones después del tamizado final y se colocarán en envases individuales para el ensayo.



Figura 106: *Muestras ya tamizadas*

Se prepara la solución saturada de sulfato de magnesio químicamente puro disolviendo la sal en agua a una temperatura de 25 °C a 30 °C. Se agrega suficiente sal (Nota 2) de la forma anhidra ( $\text{MgSO}_4$ ) o la forma cristalina ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), para asegurar la saturación con la presencia de cristales en exceso cuando la solución esté lista para ser usada en los ensayos.



Figura 107: peso de ( $\text{MgSO}_4$  para preparar la solución)



Figura 108: Preparación de la solución



Se realiza la inmersión de las muestras en la solución: Se introducirán las muestras en la solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, durante no menos de 16 h ni más de 18 h, de una manera tal, que la solución las cubra a una profundidad de por lo menos 1,5 cm.



*Figura 109:* Solución preparada



*Figura 110:* Colocación de la solución en las muestras

Después del periodo de inmersión se saca la muestra de agregado de la solución, se deja escurrir durante  $15 \text{ min} \pm 5 \text{ min}$  y se coloca en el horno de secar, aproximadamente durante 4h.



*Figura 111:* Vaciado de la solución para lavar la muestra



*Figura 112:* Lavado del material por su respectivo tamiz



*Figura 113:* Tamizado y peso final



c) Toma de datos

Tabla 65: Toma de datos: durabilidad del agregado fino-arena tritura al sulfato de magnesio

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>ENSAYO DE DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO AL SULFATO DE MAGNESIO</b>							
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"					
<b>TESISTAS</b>		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY					
<b>LUGAR</b>		LABORATORIO DE ASFALTO Y AGREGADO DEL GOBIERNO MUNICIPAL					
<b>FECHA</b>		03/12/2018 - 07/12/2018					
<b>CANTERA:</b>		MORRO BLANCO			MUESTRA (gr.)		
<b>UBICACIÓN:</b>		PISAC			-		
<b>ENSAYO DE DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA - AL SULFATO DE MAGNESIO</b>							
Tamiz		Peso retenido inicial	Peso después del ensayo	Porcentaje retenido	Pérdida de peso		Pérdida corregida (%)
		A	B	D=(A/C)	gr. E=(A-B)	% F=(E/A)	G=D*F
3/8"	N°4	161	146				
	N°4	154	151				
	N°8	154	151				
	N°16	153	145				
	N°30	161	157				
					PERDIDA TOTAL (C=G1+G2+...)		
<b>RESULTADOS</b>							
PERDIDA TOTAL							(%)
<b>REQUERIMIENTO</b>							
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS						15% max.	(%)
EG. 2013						15% max.	(%)
<b>OBSERVACIÓN</b>							



Tabla 66: Toma de datos: durabilidad del agregado fino-arena natural al sulfato de magnesio

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>ENSAYO DE DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO AL SULFATO DE MAGNESIO</b>						
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"					
<b>TESISTAS</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY					
<b>LUGAR</b>	LABORATORIO DE ASFALTO Y AGREGADO DEL GOBIERNO MUNICIPAL					
<b>FECHA</b>	03/12/2018 - 07/12/2018					
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO	<b>MUESTRA (gr.)</b>				
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC					
<b>ENSAYO DE DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO - ARENA NATURAL - AL SULFATO DE MAGNESIO</b>						
Tamiz	Peso retenido inicial	Peso después del ensayo	Porcentaje retenido	Perdida de peso		Perdida corregida (%)
				gr. E=(A-B)	% F=(E/A)	
	A	B	D=(A/C)			G=D*F
3/8"	N°4	164	142			
	N°4	169	168			
	N°8	166	166			
	N°16	164	103			
	N°30	160	136			
					PERDIDA TOTAL (C=G1+G2+...)	
<b>RESULTADOS</b>						
PERDIDA TOTAL						
<b>REQUERIMIENTO</b>						
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS				15% max.		(%)
EG. 2013				15% max.		(%)

3.4.1.2.7. Ensayo Estándar para el Valor Equivalente de Arena de suelos y agregado fino MTC E 114

a) Equipos y Materiales

- 03 probetas
- Horno, de suficiente tamaño, y capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .
- Tamiz N°4
- Solución Stock



b) Procedimiento

Muestrear el material a ser ensayado, obtener como mínimo 1500 g de material pasante el tamiz N°4 (4,75mm).

Posteriormente realizamos un segundo cuarteo de dicho material para extraer 03 muestras requeridas de 120 gr. cada una aproximadamente, para realizar el ensayo.



*Figura 114: Cuarteo de material*



*Figura 115: Taras con 120 gr*

Verter la solución de trabajo (Solución Stock) en los tres cilindros de plástico.



*Figura 116: Llenado de la solución*





*Figura 117:* Probetas con 4 und de solución

Verter los especímenes de ensayo en el cilindro de plástico usando el embudo para evitar derramarlo.

Golpear ligeramente el fondo del cilindro sobre la palma de la mano varias veces para liberar las burbujas de aire y para conseguir el humedecimiento total del espécimen. Mantener al espécimen humedecido y al cilindro indisturbado por  $10 \pm 1$  min.



*Figura 118:* Llenado de material a las probetas

Al final de los 10 min del periodo de humedecimiento, parar el cilindro, y aflojar luego al material del fondo invirtiendo parcialmente el cilindro y agitándolo simultáneamente.

Durante el procedimiento de irrigación, mantenga el cilindro vertical y la base en contacto con la superficie de trabajo. Insertar el tubo irrigador en la parte superior del cilindro, remover los sujetadores de la manguera, y enjuague el material de las paredes del cilindro cuando el irrigador está siendo bajado. Forzar el irrigador a través del material en el fondo del cilindro, aplicando una acción de punzonamiento y giro



mientras la solución de trabajo fluye del irrigador. Esto hace que el material fino entre en suspensión sobre las partículas de arena más gruesa.



*Figura 119:* Llenado de las probetas con la solución



*Figura 120:* Reposo de las muestras

Después de aflojar el material del fondo del cilindro, agitar el cilindro de forma manual.

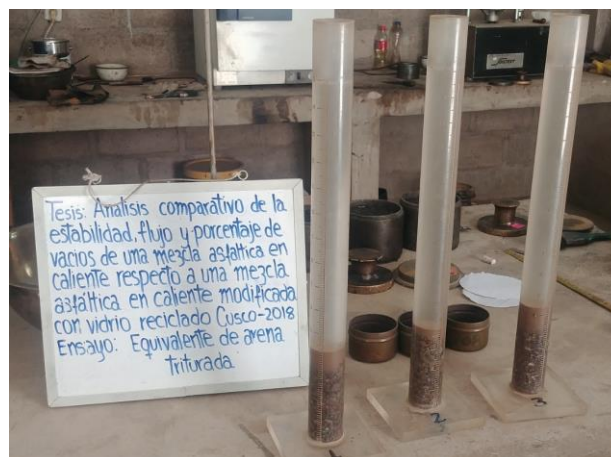
Sostenga el cilindro en una posición horizontal y agítelo vigorosamente en un movimiento horizontal de extremo a extremo. Agite el cilindro 90 ciclos en aproximadamente 30s. Un ciclo se define como un movimiento completo de ida y vuelta. Para agitar apropiadamente el cilindro a esta velocidad, será necesario que el operador agite con el antebrazo solamente, relajando el cuerpo y hombros.



*Figura 121:* Realización de los 90 ciclos

Posteriormente de la operación de agitación, colocar el cilindro sobre la parte superior de la mesa de trabajo y remover el tapón de jebe.

Al final de los 20 min del periodo de sedimentación, leer y registrar el nivel de la parte superior de la suspensión de arcilla. Después que se ha tomado la lectura de arcilla, coloque el dispositivo de pesado de pie sobre el cilindro y baje lentamente el dispositivo, hasta que descansa sobre la arena.



*Figura 122:* Ensayo de equivalente de arena



c) Toma de datos

Tabla 67: Toma de datos equivalente de arena- arena triturada y natural

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>ENSAYO ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO MTC E I</b>							
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
<b>TESISTAS</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON						
	VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
<b>LUGAR</b>	LABORATORIO DE ASFALTO Y AGREGADO DEL GOBIERNO MUNICIPAL						
<b>FECHA</b>	06/12/2018						
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO			<b>MUESTRA (gr.)</b>			
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC			-			
<b>EQUIVALENTE DE ARENA DEL AGREGADO FINO - ARENA NATURAL / ARENA TRITURADA</b>							
	<b>ARENA NATURAL</b>			<b>ARENA TRITURADA</b>			
<b>NÚMERO DE MUESTRAS</b>	1	2	3	1	2	3	
<b>TIEMPO DE REPOSO</b>	02:03	02:04	02:05	02:26	02:27	02:28	
	02:13	02:14	02:15	02:36	02:37	02:38	
<b>TIEMPO DE IRRIGACIÓN</b>	00:02	00:04	00:06	00:02	00:05	00:06	
<b>TIEMPO DE SEDIMENTACIÓN</b>	02:15	02:18	02:21	02:38	02:42	02:44	
	02:35	02:38	02:41	02:58	03:02	03:04	
<b>LECTURA ARCILLA</b>	4.5	4.4	4.4	4.2	4.2	4.4	
<b>LECTURA ARENA</b>	3.3	3.2	3.3	3.3	3.7	3.3	
<b>RESULTADOS PARCIALES</b>							
<b>PROMEDIO</b>							
<b>RESULTADOS</b>							
EQUIVALENTE DE ARENA DEL AGREGADO FINO - ARENA NATURAL						(%)	
EQUIVALENTE DE ARENA DEL AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA						(%)	
<b>REQUERIMIENTO</b>							
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS					50% min.	(%)	
EG. 2013					70% min	(%)	
<b>OBSERVACIÓN</b>							

3.4.2. Ensayos a la mezcla asfáltica

3.4.2.1. Combinación de agregados para mezcla asfáltica para el contenido óptimo de asfalto

a) Equipos

- Balanza
- Juego de tamices



b) Procedimiento

Primero se tamizó el agregado, para combinar el peso de cada tamiz, de cada agregado, lo cual está en función del óptimo porcentaje de asfalto.

Se pesó el peso indicado por cada tamiz del agregado grueso, arena triturada y de la arena natural, luego se juntó en un solo bowl los pesos por cada tamiz de ambas arenas y en otra se puso el peso de cada tamiz del agregado grueso y ambos se llevaron al horno.



*Figura 123:* Peso del material por tamiz



*Figura 124:* Separación del material por tamiz



*Figura 125: Mezcla de arena triturada y natural*

### 3.4.2.2. Ensayo de resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall MTC E 504

#### a) Equipos

- Molde ensamblado para Especímenes: moldes cilíndricos, placas de base y collarines de extensión
- Extractor de Especímenes
- Martillos de Compactación:
- Horno
- Bandejas de metal
- Cucharones de acero
- Espátulas para batido y mezclado a mano.
- Termómetros calibrados
- Balanza
- Guantes
- Máquina de Carga a Compresión
- Dispositivo de Medida de Carga
- Medidor de Flujo.
- Baño de Agua



b) Procedimiento

El asfalto es de la planta de asfalto del Gobierno Regional del Cusco, tipo Pen 85-100



*Figura 126:* Extracción de asfalto de la planta de asfalto del Gobierno Regional del Cusco

Sacar los agregados previamente pesados del horno y luego pesar el contenido de asfalto en caliente.



*Figura 127:* Peso del asfalto

Mezclar los agregados y el material bituminoso rápidamente hasta que estén cubiertos totalmente.



*Figura 128:* Extracción del asfalto para ser calentado



*Figura 129:* Vaciado de agregados en el asfalto



*Figura 130:* Mezcla de agregados y asfalto



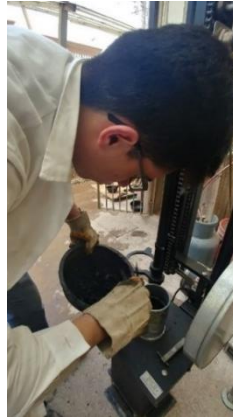


*Figura 131:* Mezcla lista para compactar

Limpiar completamente el molde ensamblado y calentarlo en el horno entre 90 y 150 °C. Colocar un pedazo de papel no absorbente cortado del tamaño de la base del molde antes de introducir la mezcla, colocar la mezcla en el molde, chusear vigorosamente la mezcla con una espátula 15 veces alrededor del perímetro y 10 veces en el interior. Colocar otra pieza de papel no absorbente para que encaje en la parte superior de la mezcla.



*Figura 132:* Corte de los papeles con el tamaño de la base de los moldes



*Figura 133:* Vaciado de la mezcla en el molde



*Figura 134:* Chuseado de la mezcla asfáltica

Aplicar el número requerido de golpes con el martillo especificado de compactación. Remover la placa de base y el collar y voltear y reensamble el molde. Aplicar el mismo número de golpes de compactación en la cara reversa del espécimen. Después de la compactación, remover el collar y la placa de base. Permitir que el espécimen se enfríe lo suficiente para prevenir algún daño y extraer el espécimen de su molde.



*Figura 135:* Muestra extraída del molde



Luego se ensayarán un mínimo de 03 especímenes que tendrán el mismo tipo de agregado, calidad y gradación, el mismo tipo y cantidad de filler, y la misma fuente de ligante, grado y cantidad. Además, tendrán la misma preparación: temperatura, compactación y enfriamiento.



*Figura 136:* Especímenes de mezcla asfáltica

Los especímenes deberán enfriarse a temperatura ambiente después de la compactación. Se realiza la medición de dos alturas y de dos diámetros de cada espécimen, así como también su peso seco, su peso sumergido y superficialmente seco.



*Figura 137:* Medición de los diámetros y alturas de los especímenes



*Figura 138:* Especímen sumergido en agua



Llevar los especímenes a la temperatura especificada por inmersión en agua de 30 a 40 min a 60°C.



*Figura 139:* Especímenes sumergidos en el baño maría



*Figura 140:* Baño María a 60°

Remover un espécimen del agua, remover el exceso con una franela y colocarlo en el segmento inferior del cabezal.

Colocar el segmento superior sobre el espécimen y colocar el conjunto completo en la máquina de carga.



*Figura 141:* Colocación del segmento superior en el espécimen

Se coloca la muestra en la máquina, que al ser digital no necesita dial de deformación, se configura y se realiza el ensayo.



*Figura 142:* Máquina Marshall digital

El tiempo desde la remoción del espécimen del baño a la determinación de la carga máxima no debe exceder los 30 segundos. Aplicar la carga al espécimen por medio de una razón constante de 50 mm/min. Hasta que la carga decrezca según lo indique el dial de carga. Registrar la máxima carga indicada en la máquina de carga o convertirla de la lectura máxima del dial micrómetro como estabilidad Marshall, anotar la lectura del dial micrómetro en el instante en que la máxima carga empieza a decrecer.



c) Toma de datos

Tabla 68: *Toma de datos de Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compacta – Obtención de Patrón*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA										
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA										
NOMBRE DE LA TESIS	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"										
TESISTAS	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY										
LUGAR	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										
FECHA	12/04/2018										
<b>Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas, ASTM D1188</b>											
Porcentaje de Asfalto	%	4.5%					5.0%				
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5
Peso al aire de especimen seco	Wd (A)	1291	1269	1283	1287	1296	1289	1288	1291	1292	1292
Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	Wssd (B)	1292	1271	1285	1290	1299	1291	1289	1292	1293	1293
Peso del especimen saturado superficialmente seco sumergido	Wsumergido (C.)	747.4	729.8	737.6	730.7	745.6	746.3	742.9	751.8	749.8	745.6
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas	Gmb (A/(B-C))										
<b>PROMEDIO</b>	<b>Gmb</b>										
<b>Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas, ASTM D1188</b>											
Porcentaje de Asfalto	%	5.5%					6.0%				
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5
Peso al aire de especimen seco	Wd (A)	1291	1274	1298	1293	1303	1281	1266	1296	1297	1288
Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	Wssd (B)	1293	1276	1299	1294	1304	1282	1267	1298	1298	1289
Peso del especimen saturado superficialmente seco sumergido	Wsumergido (C.)	747.8	743.1	756.6	752.9	755.3	742.3	733.5	748.8	749.8	747.9
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas	Gmb (A/(B-C))										
<b>PROMEDIO</b>	<b>Gmb</b>										
<b>Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas, ASTM D1188</b>											
Porcentaje de Asfalto	%	6.5%					7.0%				
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5
Peso al aire de especimen seco	Wd (A)	1286	1295	1221	1296	1295	1295	1291	1295	1330	1287
Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	Wssd (B)	1286	1296	1222	1297	1296	1296	1292	1295	1330	1287
Peso del especimen saturado superficialmente seco sumergido	Wsumergido (C.)	747.4	751.3	698.9	752.6	750.5	750.4	744.2	748.3	768.9	743.1
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas	Gmb (A/(B-C))										
<b>PROMEDIO</b>	<b>Gmb</b>										



Tabla 69: Toma de datos para el factor de estabilidad

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA ESTABILIDAD									
NOMBRE DE LA TESIS:		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"							
TESISTAS:		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY							
LUGAR:		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FECHA:		23/10/2018							
PORCENTAJE	N°MUESTRA	ALTURA 1	ALTURA 2	PROMEDIO	DIAMETRO 1	DIAMETRO 2	PROMEDIO	VOLUMEN	F.C.
		A	B	C=(A+B)/2	D	E	F=(D+E)/2	(((π*D^2)/4)*A)	
4.5%	1	6.65	6.75		10.30	10.30			
	2	6.60	6.65		10.35	10.40			
	3	6.85	6.80		10.25	10.25			
	4	6.80	6.85		10.30	10.40			
	5	6.75	6.70		10.30	10.35			
5.0%	6	6.85	6.80		10.30	10.20			
	7	6.80	6.90		10.20	10.15			
	8	6.75	6.70		10.15	10.20			
	9	6.80	6.85		10.15	10.20			
	10	6.70	6.85		10.35	10.40			
5.5%	11	6.80	6.85		10.15	10.20			
	12	6.60	6.70		10.15	10.20			
	13	6.80	6.80		10.20	10.15			
	14	6.70	6.80		10.15	10.15			
	15	6.90	6.85		10.15	10.10			
6.0%	16	6.60	6.60		10.30	10.35			
	17	6.40	6.55		10.30	10.35			
	18	6.75	6.60		10.30	10.30			
	19	6.60	6.75		10.30	10.30			
	20	6.55	6.65		10.30	10.45			
6.5%	21	6.70	6.70		10.20	10.20			
	22	6.80	6.75		10.15	10.20			
	23	6.60	6.55		10.20	10.20			
	24	6.75	6.80		10.15	10.20			
	25	6.60	6.70		10.20	10.25			
7.0%	26	6.75	6.80		10.25	10.25			
	27	6.75	6.80		10.20	10.15			
	28	6.80	6.80		10.15	10.15			
	29	6.90	6.95		10.15	10.20			
	30	6.75	6.75		10.15	10.20			



Tabla 70: Toma de datos de ensayo Marshall con 4.5% de asfalto

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA							
NOMBRE DE LA TESIS	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"							
TESISTAS	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY							
FECHA	OCTUBRE - 2018							
<b>ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559</b>								
<b>Numero de Briquetas</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>PROMEDIO</b>	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%		
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla							
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla							
4	% Filler							
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente							
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk							
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk							
8	Peso Especifico Del Cemento							
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados							
10	Peso deL especimen en el Aire (gr.)							
11	Peso del especimen en el Agua (gr.)							
12	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco							
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta $(10/(12-11))$							
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041							
15	Va - VTM % De Vacios $(100-(13/14)*100)$							
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)$							
17	VMA $(100-((13*(100-1))/9))$							
18	% De Vacios Llenados con C.A. $100(17-15)/17$							
19	Peso Especifico Del Agregado Total $(100-1)/((100/14)-(1-5))$							
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $(100*5(19-16))/19*16)$							
21	% De Asfalto Efectivo $1-((20*(2+3+4))/100)$							
22	VFA Vacios Llenos con asfalto $((17-15)/17)$							
23	Flujo (mm)	7.216	8.794	6.568	7.693	7.256		
24	Estabilidad (KN.)	17.1	12.07	14.05	15.972	16.93		
25	Factor de Estabilidad							
26	Flujo (cm) $(23*0.1)$							
27	Estabilidad Corregida (KN.) $24*25$							
28	Estabilidad Corregida (Kg.) $(7*1000/9.81)$							
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)	1700 - 4000 (EG - 2013)							
<b>OBSERVACION</b>								





Tabla 71: Toma de datos de ensayo Marshall con 5% de asfalto

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA							
NOMBRE DE LA TESIS	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"							
TESISTAS	ROMAN OJEDA CESAR AARON							
	VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY							
FECHA	OCTUBRE - 2018							
<b>ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559</b>								
<b>Numero de Briquetas</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>PROMEDIO</b>	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%		
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla							
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla							
4	% Filler							
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente							
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk							
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk							
8	Peso Especifico Del Cemento							
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados							
10	Peso del especimen en el Aire (gr.)							
11	Peso del especimen en el Agua (gr.)							
12	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco							
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))							
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041							
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)							
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)							
17	VMA (100-((13*(100-1))/9)							
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17							
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))							
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/19*16)							
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100)							
22	VFA Vacios llenos con asfalto ((17-15)/17)							
23	Flujo (mm)	7.439	5.451	6.911	5.79	6.747		
24	Estabilidad (KN.)	11.65	13.52	17.85	16.01	15.247		
25	Factor de Estabilidad							
26	Flujo (cm) (23*0.1)							
27	Estabilidad Corregida (KN.) 24*25							
28	Estabilidad Corregida (Kg.) (7*1000/9.81)							
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)						
<b>OBSERVACION</b>								



Tabla 72: Toma de datos de ensayo Marshall con 5.5% de asfalto



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA					
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"					
<b>TESISTAS</b>		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY					
<b>FECHA</b>		OCTUBRE - 2018					
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559							
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla						
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla						
4	% Filler						
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente						
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk						
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk						
8	Peso Especifico Del Cemento						
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados						
10	Peso del especimen en el Aire (gr.)						
11	Peso del especimen en el Agua (gr.)						
12	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco						
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))						
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041						
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)						
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)						
17	VMA (100-((13*(100-1))/9)						
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17						
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))						
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/19*16)						
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100)						
22	VFA Vacios Llenos con asfalto ((17-15)/17)						
23	Flujo (mm)	5.792	7.213	6.085	8.45	4.671	
24	Estabilidad (KN.)	12.38	11.04	13.8	13.15	12.5	
25	Factor de Estabilidad						
26	Flujo (cm) (23*0.1)						
27	Estabilidad Corregida (KN.) 24*25						
28	Estabilidad Corregida (Kg.) (7*1000/9.81)						
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)					
<b>OBSERVACION</b>							



Tabla 73: Toma de datos de ensayo Marshall con 6% de asfalto



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
		DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA						
NOMBRE DE LA TESIS		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
TESISTAS		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
FECHA		OCTUBRE - 2018						
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559								
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	PROMEDIO	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%		
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla							
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla							
	% Filler							
4	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente							
5	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk							
6	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk							
	Peso Especifico Del Cemento							
7	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados							
8	Peso del espécimen en el Aire (gr.)							
9	Peso del espécimen en el Agua (gr.)							
10	Peso al aire del espécimen saturado superficialmente seco							
11	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))							
12	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041							
13	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)							
14	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)							
15	VMA (100-((13*(100-1))/9)							
16	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17							
17	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))							
18	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16))/19*16)							
19	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100							
20	VFA Vacios llenos con asfalto ((17-15)/17)							
21	Flujo (mm)	7.646	6.565	7.24	6.853	8.08		
22	Estabilidad (KN.)	11.7	8.99	10.2	9.6	10.85		
23	Factor de Estabilidad							
24	Flujo (cm) (23*0.1)							
26	Estabilidad Corregida (KN.) 24*25							
27	Estabilidad Corregida (Kg.) (7*1000/9.81)							
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)						
OBSERVACION								



Tabla 74: Toma de datos de ensayo Marshall con 6.5% de asfalto

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA						
NOMBRE DE LA TESIS	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
TESISTAS	ROMAN OJEDA CESAR AARON						
	VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
FECHA	OCTUBRE						
<b>ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559</b>							
<b>Numero de Briquetas</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>PROMEDIO</b>
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla						
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla						
	% Filler						
4	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente						
5	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk						
6	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk						
	Peso Especifico Del Cemento						
7	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados						
8	Peso del especimen en el Aire (gr.)						
9	Peso del especimen en el Agua (gr.)						
10	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco						
11	Peso Especifico Bulk de la Briqueta $(10/(12-11))$						
12	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041						
13	Va - VTM % De Vacios $(100-(13/14)*100)$						
14	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)$						
15	VMA $(100-((13*(100-1))/9))$						
16	% De Vacios Llenados con C.A. $100(17-15)/17$						
17	Peso Especifico Del Agregado Total $(100-1)/((100/14)-(1-5))$						
18	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $(100*5(19-16))/19*16$						
19	% De Asfalto Efectivo $1-((20*(2+3+4))/100)$						
20	VFA Vacios Llenos con asfalto $((17-15)/17)$						
21	Flujo (mm)	8.01	8.026	6.635	8.136	9.47	
22	Estabilidad (KN.)	11.25	10.55	13.45	10.6	10.1	
23	Factor de Estabilidad						
24	Flujo (cm) $(23*0.1)$						
26	Estabilidad Corregida (KN.) $24*25$						
27	Estabilidad Corregida (Kg.) $(7*1000/9.81)$						
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)	1700 - 4000 (EG - 2013)						
<b>OBSERVACION</b>							



Tabla 75: Toma de datos de ensayo Marshall con 7% de asfalto

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA					
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VÍDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"					
<b>TESISTAS</b>		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY					
<b>FECHA</b>		OCTUBRE - 2018					
<b>ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559</b>							
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla						
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla						
	% Filler						
4	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente						
5	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk						
6	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk						
	Peso Especifico Del Cemento						
7	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados						
8	Peso del especimen en el Aire (gr.)						
9	Peso del especimen en el Agua (gr.)						
10	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco						
11	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))						
12	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041						
13	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)						
14	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/7+4/8)						
15	VMA (100-((13*(100-1))/9)						
16	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17						
17	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))						
18	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/19*16)						
19	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100)						
20	VFA Vacios llenos con asfalto ((17-15)/17)						
21	Flujo (mm)	12.164	8.478	8.435	9.66	8.28	
22	Estabilidad (KN.)	10.25	8.05	8.2	10.21	10.45	
23	Factor de Estabilidad						
24	Flujo (cm) (23*0.1)						
26	Estabilidad Corregida (KN.) 24*25						
27	Estabilidad Corregida (Kg.) (7*1000/9.81)						
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)					
<b>OBSERVACION</b>							



### 3.4.2.3. Ensayos para la mezcla asfáltica con vidrio

#### 3.4.2.3.1. Molienda del vidrio

##### a) Equipos

- Comba
- Máquina de los ángeles

##### b) Procedimiento

El vidrio reciclado se consiguió de los restos de las vidrierías



*Figura 143:* Vidrio reciclado



*Figura 144:* Vidrio reciclado de las vidrierías

Primeramente, se colocó el vidrio en un balde y se trituró lo más posible, para luego colocarlo en la máquina de los ángeles para su molienda.



*Figura 145:* Trituración del vidrio reciclado



*Figura 146:* Vidrio reciclado triturado



*Figura 147:* Molienda de vidrio en la máquina de los ángeles



#### 3.4.2.4. Combinación de agregados con vidrio para mezcla asfáltica

##### a) Equipos

- Balanza
- Juego de tamices

##### b) Procedimiento

Primero se tamizó el agregado, para combinar el peso de cada tamiz, de cada agregado, lo cual está en función del óptimo porcentaje de asfalto, luego se tamizó el vidrio triturado.



*Figura 148:* Tamizado del vidrio reciclado

Se pesó el agregado grueso por tamices y se colocó en un burl para llevarlo al horno. Para el agregado fino, se pesó la parte no reemplazada de las arenas por tamiz y se mezcló en un burl, luego se pesó el vidrio por tamices y se colocó en el mismo burl.



*Figura 149:* Separación del vidrio reciclado triturado por tamices





*Figura 150:* Peso por tamiz de los agregados y el vidrio reciclado triturado



*Figura 151:* Agregado fino con sustitución de vidrio reciclado triturado

3.4.2.5. Ensayo de resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall MTC E 504, con el 6% de contenido óptimo de asfalto

a) Equipos

- Molde ensamblado para Especímenes: moldes cilíndricos, placas de base y collarines de extensión
- Extractor de Especímenes
- Martillos de Compactación:
- Horno
- Termómetros calibrados
- Balanza
- Máquina de Carga a Compresión
- Dispositivo de Medida de Carga
- Medidor de Flujo.
- Baño de Agua



b) Procedimiento

Primeramente, el cemento asfáltico será calentado para producir viscosidad

Se retiró los boulds con agregados y vidrio reciclado triturado previamente pesados por tamices del horno para mezclar los agregados y el material bituminoso, se debe de hacer rápidamente hasta que estén cubiertos totalmente.



*Figura 152:* Mezclado de los agregados y vidrio con el asfalto

Limpiar completamente el molde ensamblado y calentarlo en el horno entre 90 y 150 °C. Colocar un pedazo de papel no absorbente cortado del tamaño de la base del molde antes de introducir la mezcla, colocar la mezcla en el molde, chusear vigorosamente la mezcla con una espátula 15 veces alrededor del perímetro y 10 veces en el interior. Colocar otra pieza de papel no absorbente para que encaje en la parte superior de la mezcla



*Figura 153:* Vaciado de la mezcla al molde



Aplicar el número requerido de golpes con el martillo especificado de compactación. Remover la placa de base y el collar y voltear y reensamble el molde. Aplicar el mismo número de golpes de compactación en la cara reversa del espécimen. Después de la compactación, remover el collar y la placa de base. Permitir que el espécimen se enfríe lo suficiente para prevenir algún daño y extraer el espécimen de su molde.



*Figura 154:* Compactación del espécimen



*Figura 155:* Extracción del espécimen

Luego se ensayarán un mínimo de 03 especímenes que tendrán el mismo tipo de agregado, calidad y gradación, el mismo tipo y cantidad de filler, y la misma fuente de ligante, grado y cantidad. Además, tendrán la misma preparación: temperatura, compactación y enfriamiento. Los especímenes deberán enfriarse a temperatura ambiente después de la compactación.



Se realiza la medición de dos alturas y de dos diámetros de cada espécimen, así como también su peso seco, su peso sumergido y superficialmente seco.



*Figura 156:* Medición de alturas y diámetros



*Figura 157:* Especímenes de asfalto



*Figura 158:* Especímen sumergido en agua

Llevar los especímenes a la temperatura especificada por inmersión en agua de 30 a 40 min a 60 grados, en una maquina digital.



*Figura 159:* Colocación de los especímenes en el baño maría



*Figura 160:* Especímenes sumergidos en el baño maría



*Figura 161:* Especímenes en el baño maría



*Figura 162:* Baño María a 60°

Remover un espécimen del agua, remover el exceso con una franela y colocarlo en el segmento inferior del cabezal.

Colocar el segmento superior sobre el espécimen y colocar el conjunto completo en la máquina de carga.



*Figura 163:* Colocación del segmento superior en el espécimen



*Figura 164:* Colocación del espécimen en la maquina Marshall



Colocar el dial de deformaciones en posición sobre una de las líneas guías y ajustarlo al valor cero mientras se sostiene firmemente contra el segmento superior del cabezal mientras el ensayo se está ejecutando.



*Figura 165:* Colocación del dial de deformaciones



*Figura 166:* Realización del ensayo de Marshall



*Figura 167:* Laboratorio de materiales y asfalto del Gobierno regional de Cusco

El tiempo desde la remoción del espécimen del baño a la determinación de la carga máxima no debe exceder los 30 segundos. Aplicar la carga al espécimen por medio de una razón constante de 50 mm/min. hasta que la carga decrezca según lo indique el dial



de carga. Registrar la máxima carga indicada en la máquina de carga o convertirla de la lectura máxima del dial micrómetro como estabilidad Marshall. Liberar el flujómetro o anotar la lectura del dial micrómetro en el instante en que la máxima carga empieza a decrecer.

c) Toma de datos

Tabla 76: Toma de datos para el factor de estabilidad para los porcentajes de vidrio establecidos

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO											
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA											
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
		FACTOR DE CORRECCIÓN DE ESTABILIDAD											
NOMBRE DE LA TESIS		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"											
TESISTAS		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY											
FECHA		OCTUBRE - 2018											
PORCENTAJE	N°MUESTRA	ALTURA 1 (a)	ALTURA 2 (b)	ALTURA 3 (c)	ALTURA 4 (d)	PROMEDIO "A" $((a+b+c+d)/4)$	DIAMETRO 1 (e)	DIAMETRO 2 (f)	DIAMETRO 1 (g)	DIAMETRO 2 (h)	PROMEDIO "D" $((c+d)/2)$	VOLUMEN $((\pi * D^2 / 4) * A)$	F.C.
% ASFALTO		ALTURA 1	ALTURA 2	ALTURA 3	ALTURA 4	PROMEDIO	DIAMETRO 1	DIAMETRO 2	DIAMETRO 3	DIAMETRO 4	PROMEDIO	VOLUMEN	
5.0%	1	7.05	7.10	7.00	6.95		10.20	10.20	10.20	10.25			
	2	7.10	6.95	7.10	7.10		10.20	10.20	10.20	10.15			
	3	6.90	6.90	7.00	6.90		10.20	10.20	10.25	10.20			
	4	6.90	6.90	6.90	6.85		10.20	10.20	10.20	10.20			
	5	6.75	6.70	6.80	6.75		10.20	10.15	10.20	10.20			
	6	6.70	6.70	6.65	6.70		10.20	10.15	10.20	10.20			
	7	6.85	6.85	6.80	6.80		10.20	10.20	10.15	10.20			
8.0%	1	6.00	6.00	5.90	6.10		10.15	10.20	10.20	10.20			
	2	6.90	6.90	6.95	7.00		10.15	10.15	10.10	10.10			
	3	6.85	6.90	6.90	6.90		10.15	10.15	10.10	10.15			
	4	6.85	6.85	6.80	6.85		10.20	10.20	10.20	10.15			
	5	6.80	6.80	6.80	6.90		10.20	10.20	10.15	10.20			
	6	6.75	6.70	6.70	6.75		10.15	10.10	10.15	10.15			
	7	6.80	6.80	6.80	6.95		10.20	10.20	10.20	10.25			
10.0%	1	6.00	6.10	6.00	6.10		10.15	10.20	10.15	10.20			
	2	7.20	7.25	7.20	7.20		10.20	10.15	10.20	10.15			
	3	6.80	6.75	6.80	6.80		10.15	10.20	10.20	10.20			
	4	6.70	6.70	6.80	6.85		10.15	10.20	10.25	10.25			
	5	6.80	6.80	6.80	6.90		10.20	10.20	10.20	10.20			
	6	6.80	6.80	6.80	6.85		10.20	10.20	10.20	10.20			
	7	6.80	6.80	6.80	6.90		10.20	10.20	10.20	10.25			
12.0%	1	7.00	6.95	7.00	6.90		10.15	10.15	10.15	10.20			
	2	6.80	6.85	6.80	6.85		10.20	10.15	10.20	10.15			
	3	6.85	6.90	6.85	6.90		10.20	10.20	10.20	10.20			
	4	6.90	6.95	6.90	6.95		10.15	10.20	10.15	10.20			
	5	6.85	6.90	6.85	6.90		10.20	10.15	10.20	10.15			
	6	6.80	6.85	6.80	6.85		10.20	10.15	10.20	10.15			
	7	6.30	6.30	6.25	6.25		10.20	10.20	10.15	10.20			
15.0%	1	6.70	6.70	6.80	6.70		10.20	10.20	10.25	10.20			
	2	6.70	6.90	6.75	6.95		10.20	10.20	10.15	10.20			
	3	6.90	6.80	6.70	6.75		10.15	10.15	10.15	10.20			
	4	6.55	6.45	6.50	6.40		10.20	10.20	10.20	10.25			
	5	6.80	6.70	6.75	6.70		10.20	10.20	10.20	10.15			
	6	6.90	6.90	6.85	6.90		10.20	10.20	10.15	10.20			
	7	6.80	6.80	6.85	6.85		10.20	10.20	10.20	10.15			





Tabla 77: Toma de datos de Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compacta con vidrio en porcentajes de 5%, 8%, 10%, 12% y 15%

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO													
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA													
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
		GRAVEDAD ESPECIFICA BULK DE CADA ESPECIMEN COMPACTADO, CON UN CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO DE 5.6%													
NOMBRE DE LA TESIS		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"													
TESISTAS		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY													
FECHA		NOVIEMBRE - 2018													
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas, ASTM D1188															
Porcentaje de Vidrio	%	5.0%							8.0%						
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7
Peso al aire de especimen seco	Wd (A)	1281	1295	1266.40	1296.4	1297	1292.5	1287.50	1294.30	1290.60	1285.5	1295.1	1221.3	1295.8	1295.1
Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	Wssd (B)	1281.8	1296.2	1267.40	1297.5	1298	1293.5	1288.80	1295.20	1291.70	1286.2	1295.7	1221.8	1296.6	1295.9
Peso del especimen sumergido	Wsumergido (C)	742.3	752.9	733.50	748.8	749.8	747.1	747.90	748.20	746.40	747.4	751.3	698.9	752.6	750.5
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas	Gmb (A/(B-C))														
<b>PROMEDIO</b>	<b>Gmb</b>														
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas, ASTM D1188															
Porcentaje de Vidrio	%	10.0%							12.0%						
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7
Peso al aire de especimen seco	Wd (A)	1291.2	1289.4	1287.60	1289.6	1290.9	1292.1	1292.20	1295.10	1291.20	1293.7	1294.6	1329.5	1286.8	1291.8
Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	Wssd (B)	1292.2	1290.6	1289.00	1290.5	1291.6	1292.9	1293.30	1295.80	1291.70	1294.1	1294.8	1329.7	1287	1292.2
Peso del especimen sumergido	Wsumergido (C)	747.2	746.3	742.90	744.9	751.8	749.8	745.60	750.40	744.20	747.8	748.3	768.9	743.1	750.4
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas	Gmb (A/(B-C))														
<b>PROMEDIO</b>	<b>Gmb</b>														
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas, ASTM D1188															
Porcentaje de Vidrio	%	15.0%													
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7							
Peso al aire de especimen seco	Wd (A)	1289.6	1291.3	1274.40	1293.9	1297.9	1293.2	1303.30							
Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	Wssd (B)	1294.8	1292.6	1275.50	1294.8	1298.9	1293.9	1304.20							
Peso del especimen sumergido	Wsumergido (C)	749.7	747.8	743.10	752.3	756.6	752.9	755.30							
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas	Gmb (A/(B-C))														
<b>PROMEDIO</b>	<b>Gmb</b>														



Tabla 78: Toma de datos de ensayo Marshall con 5% de vidrio

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
		DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA							
NOMBRE DE LA TESIS:		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"							
TESISTAS:		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY							
FECHA:		NOVIEMBRE - 2018							
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559									
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla								
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla								
4	% Filler								
5	Peso Especifico Del Cemento Asfáltico - Aparente								
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk								
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk								
8	Peso Especifico Del Cemento								
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados								
10	Peso deL especimen en el Aire (gr.)								
11	Peso del especimen en el Agua (gr.)								
12	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco								
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))								
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041								
15	Va - VTM % De Vacios (1-(13/14)*100)								
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3)/(2/5+3/6)								
17	VMA (100*(1-((13*(1-9))/7)))								
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100*(17-15)/17								
19	Peso Especifico Del Agregado Total (1-1)/((1/14)-(1-5))								
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5*(19-16)/19*16)								
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3))/100)								
22	VFA Vacios Llenos con asfalto ((17*15)/17)								
23	Flujo (mm)	18.00	18.00	19.00	14.00	17.00	16.00	17.00	
24	Estabilidad - Máquina	171.00	161.00	190.00	196.00	180.00	216.00	170.00	
25	Estabilidad (lb) 01 FORMULA								
26	Estabilidad (Kg.)								
27	Estabilidad (KN.)								
28	Factor de Estabilidad								
29	Flujo (mm)								
30	Flujo (cm)								
31	Estabilidad Corregida (KN.)								
32	Estabilidad Corregida (Kg.)								
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)							
<b>OBSERVACION</b>									



Tabla 79: Toma de datos de ensayo Marshall con 8% de vidrio

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA							
NOMBRE DE LA TESIS:		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"							
TESISTAS:		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY							
FECHA:		NOVIEMBRE - 2018							
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559									
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla								
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla								
4	% Filler								
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente								
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk								
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk								
8	Peso Especifico Del Cemento								
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados								
10	Peso del espécimen en el Aire (gr.)								
11	Peso del espécimen en el Agua (gr.)								
12	Peso al aire del espécimen saturado superficialmente seco								
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta $(10/(12-11))$								
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041								
15	Va - VTM % De Vacios $(1-(13/14)*100)$								
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3)/(2/5+3/6)$								
17	VMA $(100*(1-((13*(1-9))/7)))$								
18	% De Vacios Llenados con C.A. $100*(17-15)/17$								
19	Peso Especifico Del Agregado Total $(1-1)/((1/14)-(1-5))$								
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $(100*5*(19-16)/19*16)$								
21	% De Asfalto Efectivo $1-((20*(2+3))/100)$								
22	VFA Vacios llenos con asfalto $((17*15)/17)$								
23	Flujo (mm)	13.00	13.00	17.00	17.00	17.00	16.00	19.00	
24	Estabilidad - Máquina	112.00	159.00	154.00	206.00	218.00	210.00	240.00	
25	Estabilidad (lb) 01 FORMULA								
26	Estabilidad (Kg.)								
27	Estabilidad (KN.)								
28	Factor de Estabilidad								
29	Flujo (mm)								
30	Flujo (cm)								
31	Estabilidad Corregida (KN.)								
32	Estabilidad Corregida (Kg.)								
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)							
<b>OBSERVACION</b>									



Tabla 80: Toma de datos de ensayo Marshall con 10% de vidrio

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
		DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA							
NOMBRE DE LA TESIS:		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"							
TESISTAS:		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY							
FECHA:		NOVIEMBRE - 2018							
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559									
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla								
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla								
4	% Filler								
5	Peso Especifico Del Cemento Asfáltico - Aparente								
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk								
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk								
8	Peso Especifico Del Cemento								
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados								
10	Peso deL especimen en el Aire (gr.)								
11	Peso del especimen en el Agua (gr.)								
12	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco								
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))								
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041								
15	Va - VTM % De Vacios (1-(13/14)*100)								
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3)/(2/5+3/6)								
17	VMA (100*(1-((13*(1-9))/7)))								
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100*(17-15)/17								
19	Peso Especifico Del Agregado Total (1-1)/((1/14)-(1-5))								
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5*(19-16)/19*16)								
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3))/100)								
22	VFA Vacios Llenos con asfalto ((17*15)/17)								
23	Flujo (mm)	33.00	16.00	21.00	17.00	18.00	19.00	19.00	
24	Estabilidad - Máquina	88.00	283.00	194.00	176.00	234.00	231.00	212.00	
25	Estabilidad (lb) 01 FORMULA								
26	Estabilidad (Kg.)								
27	Estabilidad (KN.)								
28	Factor de Estabilidad								
29	Flujo (mm)								
30	Flujo (cm)								
31	Estabilidad Corregida (KN.)								
32	Estabilidad Corregida (Kg.)								
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)							
<b>OBSERVACION</b>									





Tabla 81: Toma de datos de ensayo Marshall con 12% de vidrio

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
		DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA							
NOMBRE DE LA TESIS:		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"							
TESISTAS:		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY							
FECHA:		NOVIEMBRE - 2018							
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559									
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla								
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla								
4	% Filler								
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente								
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk								
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk								
8	Peso Especifico Del Cemento								
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados								
10	Peso deL especimen en el Aire (gr.)								
11	Peso del especimen en el Agua (gr.)								
12	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco								
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))								
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041								
15	Va - VTM % De Vacios (1-(13/14)*100)								
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3)/(2/5+3/6)								
17	VMA (100*(1-((13*(1-9))/7)))								
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100*(17-15)/17								
19	Peso Especifico Del Agregado Total (1-1)/((1/14)-(1-5))								
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5*(19-16)/19*16)								
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3))/100)								
22	VFA Vacios llenos con asfalto ((17*15)/17)								
23	Flujo (mm)	19.00	15.00	14.00	22.00	20.00	18.00	45.00	
24	Estabilidad - Máquina	219.00	238.00	235.00	194.00	190.00	205.00	122.00	
25	Estabilidad (lb) 01 FORMULA								
26	Estabilidad (Kg.)								
27	Estabilidad (KN.)								
28	Factor de Estabilidad								
29	Flujo (mm)								
30	Flujo (cm)								
31	Estabilidad Corregida (KN.)								
32	Estabilidad Corregida (Kg.)								
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)							
<b>OBSERVACION</b>									



Tabla 82: Toma de datos de ensayo Marshall con 15% de vidrio

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
		DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA							
NOMBRE DE LA TESIS:		*ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018*							
TESISTAS:		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY							
FECHA:		NOVIEMBRE - 2018							
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559									
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla								
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla								
4	% Filler								
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente								
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk								
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk								
8	Peso Especifico Del Cemento								
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados								
10	Peso deL especimen en el Aire (gr.)								
11	Peso del especimen en el Agua (gr.)								
12	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco								
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))								
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041								
15	Va - VTM % De Vacios (1-(13/14)*100)								
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3)/(2/5+3/6)								
17	VMA (100*(1-((13*(1-9))/7)))								
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100*(17-15)/17								
19	Peso Especifico Del Agregado Total (1-1)/((1/14)-(1-5))								
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5*(19-16)/19*16)								
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3))/100)								
22	VFA Vacios Llenos con asfalto ((17*15)/17)								
23	Flujo (mm)	30.00	19.00	20.00	16.00	25.00	19.00	18.00	
24	Estabilidad - Máquina	220.00	189.00	183.00	230.00	230.00	168.00	176.00	
25	Estabilidad (lb) 01 FORMULA								
26	Estabilidad (Kg.)								
27	Estabilidad (KN.)								
28	Factor de Estabilidad								
29	Flujo (mm)								
30	Flujo (cm)								
31	Estabilidad Corregida (KN.)								
32	Estabilidad Corregida (Kg.)								
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)							
<b>OBSERVACION</b>									



3.5. Procedimientos de Análisis de datos

3.5.1. Análisis de los componentes de la mezcla asfáltica

3.5.1.1. Análisis del ensayo de granulometría del agregado grueso

a) Cálculos

Tabla 83: *Ensayo granulométrico del agregado grueso*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO MTC E 204</b>						
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"					
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY					
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
<b>FECHA:</b>	22/03/2018					
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO			<b>MUESTRA (gr.)</b>		
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC			4970		
<b>GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO</b>						
<b>Malla</b>		<b>Peso ret (gr)</b>	<b>Peso ret corregido (gr)</b>	<b>% Peso Ret (E.)</b>	<b>% Peso Acumulado</b>	<b>% Que pasa</b>
<b>Tamiz</b>	<b>mm.</b>	<b>A</b>	<b>D=A+(B-C)/3</b>	<b>D/C</b>	<b>F=E1+E2+...</b>	<b>100%-F</b>
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.0000%	0%	100.000%
1/2"	12.70	1499.40	1501.07	30.2025%	30%	69.797%
3/8"	9.53	2532.20	2533.87	50.9832%	81%	18.814%
N° 4	4.75	933.40	935.07	18.8142%	100%	0.000%
<b>TOTAL</b>		4965.00	4970.00			
<b>T.M.</b>		3/4"				
<b>T.M.N.</b>		1/2"				
<b>GRÁFICO</b>						
<b>CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO</b>						



b) Análisis del ensayo

El resultado obtenido nos muestra que el material no se retiene en el tamiz N° 3/4”, esto nos da a entender que el agregado presenta un tamaño máximo nominal de 1/2” y un tamaño máximo de 3/4”; siendo propicio para ser usado para fabricar mezclas asfálticas de huso granulométrico MAC – 2 especificada en el Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG – 2013”.

3.5.1.2. Análisis del ensayo de granulometría del agregado fino – arena triturada

a) Cálculos

Tabla 84: *Ensayo granulométrico del agregado fino – arena triturada*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																									
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO MTC E 204</b>																													
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"																												
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY																												
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																												
<b>FECHA:</b>	22/03/2018																												
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO			<b>MUESTRA (gr.)</b>																									
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC			1002																									
<b>GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA</b>																													
Malla	Peso ret (gr)	Peso ret corregido (gr)	% Peso Ret (E.)	% Peso Acumulado	% Que pasa																								
<b>Tamiz</b>	<b>mm.</b>	<b>A</b>	<b>D=A+(B-C)/3</b>	<b>D/C</b>	<b>F=E1+E2+..</b>	<b>100%-F</b>																							
N° 4	4.75	86.74	86.76	8.66%	0.09	91.34%																							
N° 10	2.00	326.46	326.48	32.58%	0.41	58.76%																							
N° 40	0.43	301.64	301.66	30.11%	0.71	28.65%																							
N° 100	0.15	150.50	150.52	15.02%	0.86	13.63%																							
N° 200	0.08	70.55	70.57	7.04%	0.93	6.59%																							
FONDO	-	66.03	66.03	6.59%																									
<b>TOTAL</b>		1001.92	1002.00																										
<b>DIFERENCIA DE PESOS MAX. 0.5%</b>		0.01	935.97																										
<b>GRÁFICO</b>																													
<b>CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA</b>																													
<p>El gráfico muestra la curva granulométrica del agregado fino - arena triturada. El eje horizontal representa la abertura en mm (logarítmico) y el eje vertical representa el porcentaje que pasa (%). Se marcan los puntos de retención para los tamices N° 200, N° 100, N° 40, N° 10 y N° 4.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamiz</th> <th>Abertura (mm)</th> <th>% Retenido</th> <th>% Que Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° 200</td> <td>0.075</td> <td>6.59%</td> <td>93.41%</td> </tr> <tr> <td>N° 100</td> <td>0.15</td> <td>15.02%</td> <td>85.38%</td> </tr> <tr> <td>N° 40</td> <td>0.425</td> <td>30.11%</td> <td>69.89%</td> </tr> <tr> <td>N° 10</td> <td>2.0</td> <td>32.58%</td> <td>67.42%</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>4.75</td> <td>8.66%</td> <td>91.34%</td> </tr> </tbody> </table>						Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Que Pasa	N° 200	0.075	6.59%	93.41%	N° 100	0.15	15.02%	85.38%	N° 40	0.425	30.11%	69.89%	N° 10	2.0	32.58%	67.42%	N° 4	4.75	8.66%	91.34%
Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Que Pasa																										
N° 200	0.075	6.59%	93.41%																										
N° 100	0.15	15.02%	85.38%																										
N° 40	0.425	30.11%	69.89%																										
N° 10	2.0	32.58%	67.42%																										
N° 4	4.75	8.66%	91.34%																										





b) Análisis del ensayo

El porcentaje de partículas del agregado fino – arena triturada - que pasan las mallas indicadas, independientemente no cumple con el huso granulométrico MAC – 2 especificada en el Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG – 2013”.

3.5.1.3. Análisis del ensayo de granulometría del agregado fino – arena natural

a) Cálculos

Tabla 85: *Ensayo granulométrico del agregado fino – arena natural*

Malla		Peso ret (gr)	Peso ret corregido (gr)	% Peso Ret (E.)	% Peso Acumulado	% Que pasa
Tamiz	mm.	A	$D=A+(B-C)/3$	D/C	$F=E1+E2+..$	$100\%-F$
N° 4	4.75	44.29	44.47	4.43%	0.04	95.57%
N° 10	2.00	233.02	233.20	23.25%	0.28	72.32%
N° 40	0.43	444.12	444.30	44.29%	0.72	28.03%
N° 100	0.15	217.62	217.80	21.71%	0.94	6.31%
N° 200	0.08	41.23	41.41	4.13%	0.98	2.18%
FONDO	-	21.91	21.91	2.18%		
<b>TOTAL</b>		1002.19	1003.10			
<b>DIFERENCIA DE PESOS MAX. 0.5%</b>		0.09	981.19			

**GRÁFICO**

**CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO FINO - ARENA NATURAL**

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado
N°200	0.08	4.13%	0.98%
N°100	0.15	21.71%	0.94%
N°40	0.43	44.29%	0.72%
N°10	2.00	23.25%	0.28%
N°4	4.75	4.43%	0.04%



b) Análisis del ensayo

El porcentaje de partículas del agregado fino – arena natural - que pasan las mallas indicadas, independientemente no cumple con el huso granulométrico MAC – 2 especificada en el Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG – 2013”.

3.5.1.4. Análisis del ensayo abrasión del agregado grueso

a) Cálculos

Tabla 86: *Ensayo de abrasión del agregado grueso*

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>			
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>ABRACION DEL AGREGADO GRUESO MTC E 207</b>				
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"			
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY			
<b>LUGAR.</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
<b>FECHA:</b>	23/03/2018			
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO	<b>MUESTRA (gr.)</b>		
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC	5000		
<b>GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO</b>				
<b>QUE PASA</b>		<b>RETENIDO SOBRE</b>		<b>GRADACION</b>
<b>Tamiz</b>	<b>mm.</b>	<b>Tamiz</b>	<b>mm.</b>	<b>B</b>
1"	25.00	3/4"	19.05	
3/4"	19.05	1/2"	12.70	2500.00
1/2"	12.70	3/8"	9.53	2500.00
3/8"	9.53	N° 4	4.75	
<b>TOTAL (A) B1+B2+...</b>				5000.00
<b>PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N°10 (C.)</b>				4063.20
<b>N° DE ESFERAS</b>				11
<b>N° DE REVOLUCIONES</b>				500
<b>TIEMPO DE ROTACION</b>				15 min
<b>PESO DEL MATERIAL DESGASTADO (D=A-C)</b>				936.80
<b>RESULTADO DE DESGASTE</b>				
% DE ABRACION - ENSAYO = (D/A)*100			18.736	(%)
<b>REQUERIMIENTO</b>				
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS			35 % max.	(%)
EG. 2013			35 % max.	(%)
<b>OBSERVACION</b>				
CUMPLE				



b) Análisis del ensayo

El material usado en el ensayo tiene características granulométricas para el método B del ensayo de abrasión, el cual indica que el número de esferas es 11, las revoluciones 500 y la cantidad de material es de 5 kilogramos aproximadamente.

El resultado de porcentaje de desgaste en el ensayo de abrasión del agregado grueso es de 18.74% cumpliendo con los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales de Construcción EG – 2013” y por la norma técnica CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones, los cuales indican un valor máximo de 35 % de desgaste.

3.5.1.5. Análisis del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso

a) Cálculos

Tabla 87: *Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
<b>PESO ESPECIFICO Y ABRSORCION DEL AGREGADO GRUESO MTC E 206</b>			
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"		
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY		
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
<b>FECHA:</b>	27/03/2018		
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO	<b>MUESTRA (gr.)</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC	-	
<b>Peso específico y absorción del agregado grueso</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores</b>
A	Peso de la muestra seca en el aire	gr.	3955.60
B	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	gr.	4001.50
C	Peso en el agua de la muestra saturada	gr.	2521.90
Pem (A/(B-C))	Peso específico de la masa	gr/cm <sup>3</sup>	2.67
PeSSS (B/(B-C))	Peso específico saturado superficialmente seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.70
Pea(A/(A-C))	Peso específico aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.76
Ab (((B-A)/A)*100)	Absorción	%	1.16
<b>RESULTADO DEL ENSAYO</b>			
PESO ESPECIFICO DE LA MASA		2.67	gr/cm <sup>3</sup>
ABSORCIÓN		1.16	(%)
<b>REQUERIMIENTO</b>			
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS		Según Diseño	(%)
EG. 2013		1.00 % max.	(%)
<b>OBSERVACION</b>			
CUMPLE			



b) Análisis del ensayo

El valor obtenido del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso, no cumple con lo establecido por el Manual de Especificaciones Técnicas Generales de Construcción EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC); sin embargo, es aceptable para fines de diseño para altitudes mayores a los 3000 msnm según la norma CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.5.1.6. Análisis del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino – arena natural

a) Cálculos

Tabla 88: *Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino – arena natural*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO MTC E 205</b>			
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"		
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY		
<b>LUGAR.</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
<b>FECHA:</b>	28/03/2018		
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO	<b>MUESTRA (gr.)</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC	1000	
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - ARENA NATURAL</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores</b>
A	Peso en el aire de la muestra seca	gr	488.00
B	Peso del picnómetro con agua	gr	643.00
C	Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración	gr	953.00
D	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	gr	500.00
$P_m (A/(B+D-C))$	Peso específico de la masa	gr/cm <sup>3</sup>	2.57
$P_{eSS} (D/(B+D-C))$	Peso específico saturado superficialmente seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.63
$P_{ea} (A/(B+A-C))$	Peso específico aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.74
$Ab (((D-A)/A)*100)$	Absorción	%	2.46
<b>RESULTADO DE DESGASTE</b>			
PESO ESPECIFICO DE LA MASA		2.57	gr/cm <sup>3</sup>
ABSORCION		2.46	(%)
<b>REQUERIMIENTO</b>			
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS		Según Diseño	(%)
EG. 2013		0.5% max.	(%)
<b>OBSERVACION</b>			
CUMPLE			



b) Análisis del ensayo

El valor obtenido del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino – arena natural, no cumple con lo establecido por el Manual de Especificaciones Técnicas Generales de Construcción EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC); sin embargo, es aceptable para fines de diseño para altitudes mayores a los 3000 msnm según la norma CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.5.1.7. Análisis del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino – arena triturada

a) Cálculos

Tabla 89: *Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino – arena triturada*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO MTC E 205</b>			
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"		
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY		
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
<b>FECHA:</b>	28/03/2018		
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO	<b>MUESTRA (gr.)</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC	1000	
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores</b>
A	Peso en el aire de la muestra seca	gr	490.14
B	Peso del picnómetro con agua	gr	643.00
C	Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración	gr	952.00
S	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	gr	500.00
Pem (A/(B+D-C))	Peso específico de la masa	gr/cm3	2.57
PeSSS (D/(B+D-C))	Peso específico saturado superficialmente seco	gr/cm3	2.62
Pea (A/(B+A-C))	Peso específico aparente	gr/cm3	2.71
Ab (((D-A)/A)*100)	Absorción	%	2.01
<b>RESULTADO DE DESGASTE</b>			
PESO ESPECIFICO DE LA MASA		2.57	gr/cm3
ABSORCION		2.01	(%)
<b>REQUERIMIENTO</b>			
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS		Según Diseño	(%)
EG. 2013		0.5% max.	(%)
<b>OBSERVACION</b>			
CUMPLE			



b) Análisis del ensayo

El valor obtenido del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino – arena triturada, no cumple con lo establecido por el Manual de Especificaciones Técnicas Generales de Construcción EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC); sin embargo, es aceptable para fines de diseño para altitudes mayores a los 3000 msnm según la norma CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.5.1.8. Análisis del ensayo de índice de aplanamiento y alargamiento del agregado grueso

a) Cálculos

Tabla 90: Ensayo de índice de aplanamiento y alargamiento del agregado grueso

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
<b>ÍNDICE DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO DEL AGREGADO GRUESO MTC E 221</b>						
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"					
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY					
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FECHA:	26/03/2018					
CANTERA:	MORRO BLANCO		MUESTRA (gr.)			
UBICACIÓN:	PISAC		1000			
<b>ÍNDICE DE ALARGAMIENTO</b>						
Tamiz		Peso	Porcentaje retenido	PARTÍCULAS ALARGADAS		Promedio
Pasa	Retenido			Peso	Porcentaje por malla	
		A	$D = (A/C) * 100$	B	$F = (B/A) * 100$	$G = F * D$
3/4"	1/2"	2136	54.02	122	5.71	308.55
1/2"	3/8"	1121	28.35	82	7.31	207.38
3/8"	1/4"	627	15.86	58	9.25	146.69
1/4"	Nº4	70	1.77	15	21.43	37.94
	TOTAL (C)	3954	100.00	277	Rpt: $H1 = (G1 + G2...)/C2$	7.01
<b>ÍNDICE DE APLANAMIENTO</b>						
Tamiz		Peso	Porcentaje retenido	PARTÍCULAS ALARGADAS		Promedio
Pasa	Retenido			Peso	Porcentaje por malla	
		A	$D = (A/C) * 100$	B	$F = (B/A) * 100$	$G = F * D$
3/4"	1/2"	2136	54.02	50	2.34	126.45
1/2"	3/8"	1121	28.35	32	2.85	80.93
3/8"	1/4"	627	15.86	24	3.83	60.70
1/4"	Nº4	70	1.77	2	2.86	5.06
	TOTAL (C)	3954	100.00	108	Rpt: $H2 = (G1 + G2...)/C2$	2.73
<b>RESULTADOS</b>						
ÍNDICE DE APLANAMIENTO					2.73	9.74
ÍNDICE DE ALARGAMIENTO					7.01	
<b>REQUERIMIENTO</b>						
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS					10	%
EG. 2013					10	%
<b>OBSERVACIÓN</b>						
SI CUMPLE						



b) Análisis del ensayo

El porcentaje de partículas chatas en el agregado grueso es de 2.73% y el de partículas alargadas en el agregado grueso es de 7.01%, dando un total de 9.74% de partículas chatas y alargadas, esto nos indica que el presente material cumple con los parámetros establecidos en el EG – 2013 y la norma CE.010 Pavimentos Urbanos, ya que ambos establecen un máximo del 10% de partículas chatas y alargadas en el agregado grueso.

3.5.1.9. Análisis del ensayo de porcentaje de partículas fracturadas

a) Cálculos

Tabla 91: *Ensayo de porcentaje de caras fracturadas*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>ENSAYO DE PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS MTC E 210</b>							
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
<b>FECHA:</b>	28/03/2018						
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO			<b>MUESTRA (gr.)</b>			
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC			-			
<b>CON UNA CARA FRACTURADA</b>							
TAMIZ		PESO MUESTRA	PESO MATERIAL CON CARA FRACTURADA	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE RETENIDO GRADACION ORIGINAL	PROMEDIO CARAS FRACTURADAS	
PASA	QUEDA						A
3/4"	1/2"	2418	2341	96.82	0.30	29.24	
1/2"	3/8"	1258	1256	99.84	0.51	50.90	
3/8"	N°4	54	54	100.00	0.19	18.81	
TOTAL (C.)		3730			1.00	98.96	
						PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURA (F1=C5/C4)	
						99	
<b>CON DOS A MAS CARAS FRACTURADAS</b>							
TAMIZ		PESO MUESTRA	PESO MATERIAL CON CARA FRACTURADA	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE RETENIDO GRADACION ORIGINAL	PROMEDIO CARAS FRACTURADAS	
PASA	QUEDA						A
3/4"	1/2"	2418	2209	91.36	0.30	27.59	
1/2"	3/8"	1258	1182	93.96	0.51	47.90	
3/8"	N°4	54	53	98.15	0.19	18.47	
TOTAL (C.)		3730			1.00	93.96	
						PORCENTAJE CON DOS O MAS CARAS FRACTURAS (F2=C5/C4)	
						94	
<b>RESULTADOS</b>							
CARAS FRACTURADAS						99/94	
<b>REQUERIMIENTO</b>							
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS						90/70	
EG. 2013						90/70	
<b>OBSERVACION</b>							
CUMPLE							



b) Análisis del ensayo

El porcentaje obtenido de partículas con una cara fracturada es del 99 %, mientras que el porcentaje de partículas con dos o más caras fracturadas es del 94%, esto nos indica que el agregado cumple con los requisitos del ensayo “porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso” exigidos por el EG – 2013 y la norma CE.010 Pavimentos Urbanos, ya que ambos establecen los porcentajes de 90% y 70% respectivamente. Esto debido a que el agregado es producto de una trituración mecánica.

3.5.1.10. Análisis del ensayo de determinación del índice de plasticidad de los suelos

a) Cálculos

Tabla 92: *Ensayo de determinación del límite líquido de los suelos – arena triturada pasa malla N°40*

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>						
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS MTC E 110</b>							
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
<b>FECHA:</b>	10/04/2018						
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO	<b>MUESTRA (gr.)</b>					
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC	-					
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°40</b>							
NUMERO DE GOLPES	PESO TARA + AGREGADO HUMEDO	PESO TARA + AGREGADO SECO	PESO TARA	PESO MUESTRA HUMEDA	PESO MUESTRA SECA	PESO HUMEDAD	PORCENTAJE DE HUMEDAD
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)
<b>NO PRESENTA</b>							
<b>RESULTADOS - LIMITE LIQUIDO "LL" (%)</b>							
"LL"						NP	





Tabla 93: *Ensayo de determinación del límite plástico de los suelos – arena triturada pasa malla N°40*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS MTC E 111</b>							
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FECHA:	11/04/2018						
CANTERA:	MORRO BLANCO			MUESTRA (gr.)			
UBICACIÓN:	PISAC			-			
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°40</b>							
NUMERO DE MUESTRA	PESO TARA + AGREGADO HUMEDO	PESO TARA + AGREGADO SECO	PESO TARA	PESO MUESTRA HUMEDA	PESO MUESTRA SECA	PESO HUMEDAD	PORCENTAJE DE HUMEDAD
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)
<b>NO PRESENTA</b>							
<b>RESULTADOS - LIMITE PLASTICO "LP" (%)</b>							
"LP"						NP	

Tabla 94: *Índice de plasticidad de los suelos – arena triturada pasa malla N°40*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E 111</b>							
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FECHA:	11/04/2018						
CANTERA:	MORRO BLANCO			MUESTRA (gr.)			
UBICACIÓN:	PISAC			-			
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°40</b>							
<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>							
		LL	LP	IP = LL - LP			
		NP	NP	NP			
<b>RESULTADOS - INDICE DE PLASTICIDAD "IP" (%)</b>							
"IP"						NP	
<b>REQUERIMIENTO</b>							
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS						MALLA N°40 = NP	
EG. 2013						MALLA N°40 = NP	
<b>OBSERVACION</b>							
<b>CUMPLE</b>							



Tabla 95: *Ensayo de determinación del límite líquido de los suelos – arena triturada, pasa malla N°200*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS MTC E 110</b>							
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FECHA:	10/04/2018						
CANTERA:	MORRO BLANCO						
UBICACIÓN:	PISAC						
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°200</b>							
NUMERO DE GOLPES	PESO TARA + AGREGADO HUMEDO	PESO TARA + AGREGADO SECO	PESO TARA	PESO MUESTRA HUMEDA	PESO MUESTRA SECA	PESO HUMEDAD	PORCENTAJE DE HUMEDAD
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)
13	22.26	20.84	16.1	6.16	4.74	1.42	29.96
18	22.35	20.96	15.99	6.36	4.97	1.39	27.97
24	20.80	19.83	16.07	4.73	3.76	0.97	25.80
29	20.9	19.85	15.93	4.97	3.92	1.05	26.79
34	21.11	20.04	15.9	5.21	4.14	1.07	25.85
25							27.02
<b>RESULTADOS - LIMITE LIQUIDO "LL" (%)</b>							
"LL"							<b>27.02</b>

Tabla 96: *Ensayo de determinación del límite plástico de los suelos – arena triturada pasa malla N°200*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS MTC E 111</b>							
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FECHA:	10/04/2018						
CANTERA:	MORRO BLANCO						
UBICACIÓN:	PISAC						
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°200</b>							
NUMERO DE MUESTRA	PESO TARA + AGREGADO HUMEDO	PESO TARA + AGREGADO SECO	PESO TARA	PESO MUESTRA HUMEDA	PESO MUESTRA SECA	PESO HUMEDAD	PORCENTAJE DE HUMEDAD
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)
1	18.4	18.04	16.48	1.92	1.56	0.36	23.08
2	18.95	18.55	16.68	2.27	1.87	0.40	21.39
3	18.37	18.06	16.41	1.96	1.65	0.31	18.79
PROMEDIO							21.09
<b>RESULTADOS - LIMITE PLASTICO "LP" (%)</b>							
"LP"							<b>21.09</b>



Tabla 97: *Ensayo de determinación del índice de plasticidad de los suelos – arena triturada pasa malla N°200*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E 111</b>			
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"		
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY		
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
<b>FECHA:</b>	10/04/2018		
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO	<b>MUESTRA (gr.)</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC	-	
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL INDICE DE PLASTICIDAD - ARENA TRITURADA - MALLA N°200</b>			
<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>			
	LL	LP	IP = LL - LP
	27.02	21.09	5.93
<b>RESULTADOS - INDICE DE PLASTICIDAD "IP" (%)</b>			
	"IP"	5.93	
<b>REQUERIMIENTO</b>			
	CE.010 PAVIMENTOS URBANOS	MALLA N°200 = NP	
	EG. 2013	MALLA N°200 = NP	
<b>OBSERVACION</b>			
NO CUMPLE			

Tabla 98: *Ensayo de determinación del límite líquido de los suelos – arena natural pasa malla N°40*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS MTC E 110</b>							
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
<b>FECHA:</b>	10/04/2018						
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO	<b>MUESTRA (gr.)</b>					
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC	-					
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°200</b>							
<b>NUMERO DE GOLPES</b>	<b>PESO TARA + AGREGADO HUMEDO</b>	<b>PESO TARA + AGREGADO SECO</b>	<b>PESO TARA</b>	<b>PESO MUESTRA HUMEDA</b>	<b>PESO MUESTRA SECA</b>	<b>PESO HUMEDAD</b>	<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD</b>
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)
18	28.87	26.88	15.95	12.92	10.93	1.99	18.207
21	26.13	24.56	15.94	10.19	8.62	1.57	18.213
28	26.65	25.07	15.97	10.68	9.1	1.58	17.363
32	29.08	26.93	15.81	13.27	11.12	2.15	19.335
25							18.292
<b>RESULTADOS - LIMITE LIQUIDO "LL" (%)</b>							
	"LL"	18.29					



Tabla 99: Ensayo de determinación del límite plástico de los suelos arena natural pasa malla N°40

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS MTC E 111</b>							
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FECHA:	10/04/2018						
CANTERA:	MORRO BLANCO		MUESTRA (gr.)				
UBICACIÓN:	PISAC		-				
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°200</b>							
NUMERO DE MUESTRA	PESO TARA + AGREGADO HUMEDO	PESO TARA + AGREGADO SECO	PESO TARA	PESO MUESTRA HUMEDA	PESO MUESTRA SECA	PESO HUMEDAD	PORCENTAJE DE HUMEDAD
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)
<b>NO PRESENTA</b>							
RESULTADOS - LIMITE PLASTICO "LP" (%)							
"LP"						NP	

Tabla 100: Índice de plasticidad – arena natural, pasa malla N°40

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E 111</b>					
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"				
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY				
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FECHA:	10/04/2018				
CANTERA:	MORRO BLANCO		MUESTRA (gr.)		
UBICACIÓN:	PISAC		-		
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS - ARENA NATURAL - MALLA N°40</b>					
		INDICE DE PLASTICIDAD			
		LL	LP	IP = LL - LP	
		18.29	NP	NP	
RESULTADOS - INDICE DE PLASTICIDAD "IP" (%)					
"IP"				NP	
REQUERIMIENTO					
CE.010 PAVIMENTOS URBANOS				MALLA N°40 = NP	
EG. 2013				MALLA N°40 = NP	
OBSERVACION					
CUMPLE					



Tabla 101: *Ensayo de determinación del límite líquido de los suelos – arena natural, pasa malla N°200*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA								
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS MTCE 110</b>										
NOMBRE DE LA TESIS:		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"								
TESISTAS:		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY								
LUGAR:		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
FECHA:		10/04/2018								
CANTERA:		MORRO BLANCO				MUESTRA (gr)				
UBICACIÓN:		PISAC								
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°200</b>										
NUMERO DE GOLPES	PESO TARA + AGREGADO HUMEDO	PESO TARA + AGREGADO SECO	PESO TARA	PESO MUESTRA HUMEDA	PESO MUESTRA SECA	PESO HUMEDAD	PORCENTAJE DE HUMEDAD			
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)			
15	23.78	22.04	15.96	7.82	6.08	1.74	28.62			
20	24.27	22.37	15.86	8.41	6.51	1.90	29.19			
23	26.37	24.16	16.06	10.31	8.1	2.21	27.28			
36	23.3	21.73	15.81	7.49	5.92	1.57	26.52			
25								27.73		
<b>RESULTADOS - LIMITE LIQUIDO "LL" (%)</b>										
"LL"								<b>27.73</b>		

Tabla 102: *Ensayo de determinación del límite plástico de los suelos – arena natural, pasa malla N°200*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA								
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS MTCE 111</b>										
NOMBRE DE LA TESIS:		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"								
TESISTAS:		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY								
LUGAR:		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
FECHA:		10/04/2018								
CANTERA:		MORRO BLANCO				MUESTRA (gr)				
UBICACIÓN:		PISAC								
<b>ENSAYO DE DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS - ARENA TRITURADA - MALLA N°200</b>										
NUMERO DE MUESTRA	PESO TARA + AGREGADO HUMEDO	PESO TARA + AGREGADO SECO	PESO TARA	PESO MUESTRA HUMEDA	PESO MUESTRA SECA	PESO HUMEDAD	PORCENTAJE DE HUMEDAD			
	A	B	C	D=A-C	E=B-C	F=D-E	((F/E)*100)			
1	18.29	17.84	15.94	2.35	1.9	0.45	23.68			
2	19.43	18.73	15.9	3.53	2.83	0.70	24.73			
3	18.5	17.97	15.85	2.65	2.12	0.53	25.00			
PROMEDIO								24.47		
<b>RESULTADOS - LIMITE PLASTICO "LP" (%)</b>										
"LP"								<b>24.47</b>		



Tabla 103: *Ensayo de determinación del índice de plasticidad de los suelos – arena natural, pasa malla N°200*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
ENSAYO DE DETERMINACION DEL INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E 111			
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"		
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY		
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
FECHA:	10/04/2018		
CANTERA:	MORRO BLANCO	MUESTRA (gr.)	
UBICACIÓN:	PISAC	-	
ENSAYO DE DETERMINACION DEL INDICE DE PLASTICIDAD - ARENA NATURAL - MALLA N°200			
	INDICE DE PLASTICIDAD		
	LL	LP	IP = LL - LP
	27.73	24.47	3.26
RESULTADOS - INDICE DE PLASTICIDAD "IP" (%)			
	"IP"	3.26	
REQUERIMIENTO			
	CE.010 PAVIMENTOS URBANOS	MALLA N°200 = NP	
	EG. 2013	MALLA N°200 = NP	
OBSERVACION			
NO CUMPLE			

b) Análisis del ensayo

El índice de plasticidad de los agregados finos arroja los siguientes valores; para la arena triturada pasante la malla N°200 un valor de 5.93 %; para la arena natural pasante la malla N°200 un valor de 3.26 %, mientras que el material pasante la malla N°40 de ambas arenas no presenta índice de plasticidad.

Por consiguiente, el material que pasa la malla N°40 de ambas arenas cumple con lo establecido en el EG – 2013 y la norma CE.010 Pavimentos Urbanos, caso contrario pasa con el material que pasa la malla N°200 de ambas arenas; sin embargo la norma indica que se aceptarán valores por encima del permitido sólo si se asegura la durabilidad de la mezcla asfáltica.



3.5.1.11. Análisis de la combinación de agregados

a) Cálculos

Tabla 104: Análisis de la combinación de agregados

DATOS		AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA		AGREGADO FINO - ARENA NATURAL			
		32.00%		55.00%		13.00%			
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PORCENTAJE RETENIDO DEL AGREGADO GRUESO	PORCENTAJE RETENIDO DEL AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA	PORCENTAJE RETENIDO DEL AGREGADO FINO - ARENA NATURAL	PORCENTAJE RETENIDO DE LA COMBINACION DE AGREGADOS	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES - MAC 2	
	A - G	B - T	C - N	D	E	F			
19.050	3/4"	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
12.700	1/2"	30.20%	0.00%	0.00%	9.66%	9.66%	90.34%	80%	100%
9.525	3/8"	50.98%	0.00%	0.00%	16.31%	25.98%	74.02%	70%	88%
4.750	Nº 4	18.81%	8.66%	4.43%	11.36%	37.34%	62.66%	51%	68%
2.000	Nº 10	0.00%	32.58%	23.25%	20.94%	58.28%	41.72%	38%	52%
0.425	Nº 40	0.00%	30.11%	44.29%	22.32%	80.60%	19.40%	17%	28%
0.150	Nº 100	0.00%	15.02%	21.71%	11.08%	91.68%	8.32%	8%	17%
0.075	Nº 200	0.00%	7.04%	4.13%	4.41%	96.09%	3.91%	4%	8%
		0.00%	6.59%	2.18%	3.91%	100.00%	0.00%		
		100.000%	100.000%	100.000%	100.000%				

GRÁFICO									
COMBINACIÓN DE AGREGADOS									

b) Análisis



Los porcentajes de combinación de los agregados constan de un 32% de agregado grueso, 55% de arena triturada y un 13% de arena natural; cumpliendo de esta manera con las especificaciones granulométricas MAC-2.



3.5.1.12. Análisis del diseño de mezcla asfáltica

a) Cálculos

Tabla 105: Análisis del diseño de mezcla asfáltica

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA						
NOMBRE DE LA TESIS:		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
TESISTAS:		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
CANTERA:		MORRO BLANCO						
UBICACIÓN:		PISAC						
DATOS		AGREGADO GRUESO	32%	AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA	55%	AGREGADO FINO - ARENA NATURAL	13%	
PESO DE LA MUESTRA	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	
PORCENTAJE DE ASFALTO	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	7.0%	
% AGREGADO	90.0%	89.5%	89.0%	88.5%	88.0%	87.5%	87.0%	
% AGREGADO GRUESO	30.05%	29.89%	29.73%	29.57%	29.41%	29.25%	29.09%	
% AGREGADO FINO	59.95%	59.61%	59.27%	58.93%	58.59%	58.25%	57.91%	
% COMBINADO	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	
% FILLER	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	
PESO DEL FILLER TOTAL	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	
% DEL FILLER AGREGADO	3.91%	3.91%	3.91%	3.91%	3.91%	3.91%	3.91%	
PESO FILLER AGREGADO	50.81	50.81	50.81	50.81	50.81	50.81	50.81	
PESO FILLER FALTANTE	2.09%	2.09%	2.09%	2.09%	2.09%	2.09%	2.09%	
% DEL FILLER FALTANTE	27.19	27.19	27.19	27.19	27.19	27.19	27.19	
PESO DEL AGREGADO	1220.81	1214.31	1207.81	1201.31	1194.81	1188.31	1181.81	
PESO DEL ASFALTO	52.00	58.50	65.00	71.50	78.00	84.50	91.00	
PESO DEL AGREGADO	1220.81	1214.31	1207.81	1201.31	1194.81	1188.31	1181.81	
PESO DEL AREGADO GRUESO (g)	390.66	388.58	386.50	384.42	382.34	380.26	378.18	
PESO DE LA ARENA TRITURADA (g)	671.44	667.87	664.29	660.72	657.14	653.57	649.99	
PESO DE LA ARENA NATURAL (g)	158.71	157.86	157.02	156.17	155.33	154.48	153.64	
PESO TOTAL	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	
AGREGADO GRUESO								
TAMIZ	RETENIDO	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	7.0%
3/4"	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	30.20%	117.99	117.36	116.73	116.10	115.48	114.85	114.22
3/8"	50.98%	199.17	198.11	197.05	195.99	194.93	193.87	192.81
Nº 4	18.81%	73.50	73.11	72.72	72.33	71.93	71.54	71.15
Nº 10	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		390.66	388.58	386.50	384.42	382.34	380.26	378.18
AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA								
TAMIZ	RETENIDO	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	7.0%
Nº 4	8.66%	58.14	57.83	57.52	57.21	56.90	56.59	56.28
Nº 10	32.58%	218.77	217.61	216.44	215.28	214.11	212.95	211.78
Nº 40	30.11%	202.14	201.06	199.99	198.91	197.84	196.76	195.68
Nº 100	15.02%	100.86	100.32	99.79	99.25	98.71	98.18	97.64
Nº 200	7.04%	47.29	47.03	46.78	46.53	46.28	46.03	45.78
		671.44	667.87	664.29	660.72	657.14	653.57	649.99
AGREGADO FINO - ARENA NATURAL								
TAMIZ	RETENIDO	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	7.0%
Nº 4	4.43%	7.04	7.00	6.96	6.92	6.89	6.85	6.81
Nº 10	23.25%	36.90	36.70	36.50	36.31	36.11	35.91	35.72
Nº 40	44.29%	70.30	69.92	69.55	69.17	68.80	68.42	68.05
Nº 100	21.71%	34.46	34.28	34.09	33.91	33.73	33.54	33.36
Nº 200	4.13%	6.55	6.52	6.48	6.45	6.41	6.38	6.34
		158.71	157.86	157.02	156.17	155.33	154.48	153.64





b) Análisis de la combinación de agregados

La combinación de los agregados según el porcentaje de diseño se realizó en función a la granulometría de cada agregado, al porcentaje de asfalto a usar y al peso de un espécimen de 1300 gr. aproximadamente, debido a las pérdidas que se producen en el momento de preparación y colocación de la mezcla.

3.5.1.13. Análisis de la gravedad específica Bulk y Aparente de la combinación de agregados

a) Cálculos

Tabla 106: Análisis de la gravedad específica Bulk y Aparente de la combinación de agregados

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA												
NOMBRE DE LA TESIS:		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"										
TESISTAS:		ROMAN OJEDA CESAR, AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY										
Gravedad Específica Bulk y Aparente de la Combinación de Agregados												
Agregados	Combinación de Diseño	Combinación en función de los Agregados	Combinación en función del agregado fino	Combinación en función del agregado grueso	Gravedad Específica Bulk (Gsb)	Gravedad Específica Aparente (Gsa)	Gravedad Específica Bulk (Gsb) - Comb. A.F.	Gravedad Específica Aparente (Gsa) - Comb. A.F.	Gravedad Específica Bulk (Gsb)	Gravedad Específica Aparente (Gsa)	Gravedad Específica Efectiva del Agregado (Gse)	
A.G.	32.00%	32.00%	-	100%	2.67	2.76	2.67	2.76	2.61	2.73	2.725	
A.F. Arena Triturada	50.23%	62.67%	80.14%	-	2.57	2.71	2.57	2.71				
A.F. Arena Natural	12.44%		19.86%	-	2.57	2.74						
Cemento	5.3%	5.3%	100.00%	-			2.82	2.82				

b) Análisis

Producto de la combinación de agregados se obtuvo la gravedad específica bulk (Gsb), la gravedad específica aparente (Gsa) y la gravedad específica efectiva del agregado (Gse) que cumple con la siguiente condición.

$$Gsa > Gse > Gsb$$



3.5.1.14. Análisis de la gravedad específica teórica máxima de la mezcla, Gmm – RICE

a) Cálculo

Tabla 107: Gravedad específica teórica máxima de la mezcla, Gmm – RICE para cada porcentaje de asfalto

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA			
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"			
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON			
	VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY			
<b>Gravedad específica teórica máxima de la mezcla, Gmm - RICE</b>				
% Asfalto	% Agregado Combinado con cemento	Gravedad Específica Efectiva del Agregado (Gse)	Gravedad Especifica Aparente del Cemento Asfáltico PEN 85-100	Gravedad específica teórica máxima - RICE - Gmm
4.5%	95.50%	2.725	1.05	2.543
5.0%	95.00%	2.725	1.05	2.524
5.5%	94.50%	2.725	1.05	2.505
6.0%	94.00%	2.725	1.05	2.487
6.5%	93.50%	2.725	1.05	2.469
7.0%	93.00%	2.725	1.05	2.452
5.6%	94.40%	2.725	1.05	2.502

b) Análisis de resultados

El resultado obtenido de la gravedad específica teórica máxima por relación matemática está en relación directa a los pesos específicos bulk y pesos específicos aparentes de los agregados y cemento asfáltico, así como también al porcentaje en peso de los agregados y cemento asfáltico del total de la mezcla asfáltica.



3.5.1.15. Análisis de la gravedad específica Bulk y Aparente de la combinación de agregados

a) Cálculos

Tabla 108: Gravedad específica Bulk y Aparente de la combinación de agregados

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA										
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA										
NOMBRE DE LA TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"										
TESISTAS:	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY										
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										
FECHA:	12/04/2018										
<b>Gravedad Especifica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas, ASTM D1188</b>											
Porcentaje de Asfalto	%	4.5%					5.0%				
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5
Peso al aire de especimen seco	Wd (A)	1291	1269	1283	1287	1296	1289	1288	1291	1292	1292
Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	Wssd (B)	1292	1271	1285	1290	1299	1291	1289	1292	1293	1293
Peso del especimen saturado superficialmente seco sumergido	Wsumergido (C)	747.4	729.8	737.6	730.7	745.6	746.3	742.9	751.8	749.8	745.6
Gravedad Especifica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas	Gmb (A/(B-C))	2.369	2.345	2.346	2.301	2.344	2.369	2.358	2.391	2.379	2.359
<b>PROMEDIO</b>	<b>Gmb</b>	<b>2.341</b>					<b>2.371</b>				
<b>Gravedad Especifica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas, ASTM D1188</b>											
Porcentaje de Asfalto	%	5.5%					6.0%				
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5
Peso al aire de especimen seco	Wd (A)	1291	1274	1298	1293	1303	1281	1266	1296	1297	1288
Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	Wssd (B)	1293	1276	1299	1294	1304	1282	1267	1298	1298	1289
Peso del especimen saturado superficialmente seco sumergido	Wsumergido (C)	747.8	743.1	756.6	752.9	755.3	742.3	733.5	748.8	749.8	747.9
Gravedad Especifica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas	Gmb (A/(B-C))	2.370	2.394	2.393	2.390	2.374	2.374	2.372	2.363	2.366	2.380
<b>PROMEDIO</b>	<b>Gmb</b>	<b>2.384</b>					<b>2.371</b>				
<b>Gravedad Especifica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas, ASTM D1188</b>											
Porcentaje de Asfalto	%	6.5%					7.0%				
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5
Peso al aire de especimen seco	Wd (A)	1286	1295	1221	1296	1295	1295	1291	1295	1330	1287
Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	Wssd (B)	1286	1296	1222	1297	1296	1296	1292	1294.8	1330	1287
Peso del especimen saturado superficialmente seco sumergido	Wsumergido (C)	747.4	751.3	698.9	752.6	750.5	750.4	744.2	748.3	768.9	743.1
Gravedad Especifica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas	Gmb (A/(B-C))	2.386	2.379	2.336	2.382	2.375	2.375	2.358	2.369	2.371	2.366
<b>PROMEDIO</b>	<b>Gmb</b>	<b>2.371</b>					<b>2.368</b>				



b) Análisis de datos

La gravedad específica bulk de la mezcla asfáltica compactada, junto con la gravedad específica teórica máxima (RICE) nos ayudará a obtener el porcentaje de vacíos de aire dentro de la mezcla asfáltica (Va o VTM).

3.5.1.16. Análisis del Ensayo Marshall para especímenes con 4.5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% de asfalto

a) Cálculos

Tabla 109: Ensayo Marshall para un espécimen con 4.5% de asfalto

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA						
NOMBRE DE LA TESIS		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
TESISTAS		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
FECHA		OCTUBRE - 2018						
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559								
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	PROMEDIO	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.50%	
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla	29.89%	29.89%	29.89%	29.89%	29.89%	29.89%	
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla	59.61%	59.61%	59.61%	59.61%	59.61%	59.61%	
4	% Filler	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.673	
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.567	
8	Peso Especifico Del Cemento	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.820	
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados	2.613	2.61	2.61	2.61	2.61	2.613	
10	Peso del espécimen en el Aire (gr.)	1290.9	1269.0	1283.2	1286.9	1296.0	1285.200	
11	Peso del espécimen en el Agua (gr.)	747.4	729.8	737.6	730.7	745.6	738.220	
12	Peso al aire del espécimen saturado superficialmente seco	1292.4	1270.9	1284.5	1290.1	1298.5	1287.280	
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))	2.369	2.345	2.346	2.301	2.344	2.341	
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041	2.543	2.543	2.543	2.543	2.543	2.543	
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)	6.848	7.768	7.725	9.527	7.816	7.937	
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/6+4/8)	2.614	2.614	2.614	2.614	2.614	2.614	
17	VMA (100-((13*(100-1))/9)	13.416	14.271	14.231	15.906	14.316	14.428	
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17	48.955	45.566	45.716	40.104	45.401	45.148	
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/16*19)	1.640	1.640	1.640	1.640	1.640	1.640	
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100)	2.93%	2.93%	2.93%	2.93%	2.93%	2.9%	
22	VFA Vacios llenos con asfalto ((17-15)/17)	48.96%	45.57%	45.72%	40.10%	45.40%	45.1%	
23	Flujo (mm)	7.216	8.794	6.568	7.693	7.256	7.51	
24	Estabilidad (KN.)	17.1	12.07	14.05	15.972	16.93	15.224	
25	Factor de Estabilidad	0.93	0.86	0.86	0.83	0.86	0.868	
26	Flujo (cm)	0.72	0.88	0.66	0.77	0.73	0.75	
27	Estabilidad Corregida (KN.) 24*25	15.90	10.38	12.08	13.26	14.56	13.24	
28	Estabilidad Corregida (Kg.)	1621.10	1058.12	1231.70	1351.35	1484.18	1349.29	
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)	2246.54	1203.23	1875.31	1756.60	2045.45	1825.43
<b>OBSERVACION</b>								



Tabla 110: *Ensayo Marshall para un espécimen con 5% de asfalto*



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA						
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
<b>TESISTAS</b>		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
<b>FECHA</b>		OCTUBRE - 2018						
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559								
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	PROMEDIO	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.00%	
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla	29.73%	29.73%	29.73%	29.73%	29.73%	29.73%	
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla	59.27%	59.27%	59.27%	59.27%	59.27%	59.27%	
4	% Filler	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.673	
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.567	
8	Peso Especifico Del Cemento	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.820	
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados	2.613	2.61	2.61	2.61	2.61	2.613	
10	Peso deL especimen en el Aire (gr.)	1289.4	1287.6	1290.9	1292.1	1292.2	1290.440	
11	Peso del especimen en el Agua (gr.)	746.3	742.9	751.8	749.8	745.6	747.280	
12	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	1290.6	1289.0	1291.6	1292.9	1293.3	1291.480	
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))	2.369	2.358	2.391	2.379	2.359	2.371	
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041	2.524	2.524	2.524	2.524	2.524	2.524	
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)	6.143	6.583	5.251	5.739	6.523	6.048	
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/6+4/8)	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	
17	VMA (100-((13*(100-1))/9)	13.859	14.263	13.040	13.488	14.208	13.771	
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17	55.672	53.843	59.732	57.451	54.085	56.157	
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/16*19)	1.836	1.836	1.836	1.836	1.836	1.836	
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100)	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.4%	
22	VFA Vacios Llenos con asfalto ((17-15)/17)	55.67%	53.84%	59.73%	57.45%	54.09%	56.2%	
23	Flujo (mm)	7.439	5.451	6.911	5.79	6.747	6.47	
24	Estabilidad (KN.)	11.65	13.52	17.85	16.01	15.247	14.855	
25	Factor de Estabilidad	0.86	0.89	0.93	0.89	0.86	0.886	
26	Flujo (cm)	0.74	0.55	0.69	0.58	0.67	0.65	
27	Estabilidad Corregida (KN.) 24*25	10.02	12.03	16.60	14.25	13.11	13.20	
28	Estabilidad Corregida (Kg.)	1021.30	1226.59	1692.20	1452.49	1336.64	1345.84	
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)	1372.91	2250.20	2448.56	2508.61	1981.09	2112.27
<b>OBSERVACION</b>								



Tabla 111: *Ensayo Marshall para un espécimen con 5.5% de asfalto*



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA						
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
<b>TESISTAS</b>		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
<b>FECHA</b>		OCTUBRE - 2018						
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559								
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	PROMEDIO	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.50%	
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla	29.57%	29.57%	29.57%	29.57%	29.57%	29.57%	
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla	58.93%	58.93%	58.93%	58.93%	58.93%	58.93%	
4	% Filler	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.673	
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.567	
8	Peso Especifico Del Cemento	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.820	
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados	2.613	2.61	2.61	2.61	2.61	2.613	
10	Peso del espécimen en el Aire (gr.)	1291.3	1274.4	1297.9	1293.2	1303.3	1292.020	
11	Peso del espécimen en el Agua (gr.)	747.8	743.1	756.6	752.9	755.3	751.140	
12	Peso al aire del espécimen saturado superficialmente seco	1292.6	1275.5	1298.9	1293.9	1304.2	1293.020	
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))	2.370	2.394	2.393	2.390	2.374	2.384	
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041	2.505	2.505	2.505	2.505	2.505	2.505	
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)	5.397	4.461	4.476	4.593	5.231	4.832	
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/6+4/8)	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	
17	VMA (100-((13*(100-1))/9)	14.265	13.416	13.429	13.535	14.114	13.752	
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17	62.162	66.749	66.673	66.069	62.935	64.917	
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/16*19)	1.836	1.836	1.836	1.836	1.836	1.836	
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100)	3.87%	3.87%	3.87%	3.87%	3.87%	3.9%	
22	VFA Vacios Llenos con asfalto ((17-15)/17)	62.16%	66.75%	66.67%	66.07%	62.93%	64.9%	
23	Flujo (mm)	5.792	7.213	6.085	8.45	4.671	6.44	
24	Estabilidad (KN.)	12.38	11.04	13.8	13.15	12.5	12.574	
25	Factor de Estabilidad	0.89	0.93	0.89	0.93	0.89	0.906	
26	Flujo (cm)	0.58	0.72	0.61	0.85	0.47	0.64	
27	Estabilidad Corregida (KN.) 24*25	11.02	10.27	12.28	12.23	11.13	11.38	
28	Estabilidad Corregida (Kg.)	1123.16	1046.61	1251.99	1246.64	1134.05	1160.49	
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)	1939.16	1451.00	2057.50	1475.31	2427.85	1870.16
<b>OBSERVACION</b>								



Tabla 112: *Ensayo Marshall para un espécimen con 6% de asfalto*



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA						
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
<b>TESISTAS</b>		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
<b>FECHA</b>		OCTUBRE - 2018						
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559								
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	PROMEDIO	
1	% C.A. en peso de la Mezcla	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.00%	
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla	29.41%	29.41%	29.41%	29.41%	29.41%	29.41%	
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla	58.59%	58.59%	58.59%	58.59%	58.59%	58.59%	
4	% Filler	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.673	
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.567	
8	Peso Especifico Del Cemento	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.820	
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados	2.613	2.61	2.61	2.61	2.61	2.613	
10	Peso del espécimen en el Aire (gr.)	1281.0	1266.4	1296.4	1297.0	1287.5	1285.660	
11	Peso del espécimen en el Agua (gr.)	742.3	733.5	748.8	749.8	747.9	744.460	
12	Peso al aire del espécimen saturado superficialmente seco	1281.8	1267.4	1297.5	1298.0	1288.8	1286.700	
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))	2.374	2.372	2.363	2.366	2.380	2.371	
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041	2.487	2.487	2.487	2.487	2.487	2.487	
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)	4.535	4.633	5.007	4.877	4.299	4.670	
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/6+4/8)	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	
17	VMA (100-((13*(100-1))/9)	14.567	14.655	14.990	14.873	14.356	14.688	
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17	68.869	68.386	66.596	67.212	70.055	68.224	
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/16*19)	1.836	1.836	1.836	1.836	1.836	1.836	
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100)	4.38%	4.38%	4.38%	4.38%	4.38%	4.4%	
22	VFA Vacios Llenos con asfalto ((17-15)/17)	68.87%	68.39%	66.60%	67.21%	70.06%	68.2%	
23	Flujo (mm)	7.646	6.565	7.24	6.853	8.08	7.28	
24	Estabilidad (KN.)	11.7	8.99	10.2	9.6	10.85	10.268	
25	Factor de Estabilidad	0.89	0.93	0.89	0.89	0.89	0.898	
26	Flujo (cm)	0.76	0.66	0.72	0.69	0.81	0.73	
27	Estabilidad Corregida (KN.) 24*25	10.41	8.36	9.08	8.54	9.66	9.21	
28	Estabilidad Corregida (Kg.)	1061.47	852.26	925.38	870.95	984.35	938.88	
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)	1388.27	1298.19	1278.15	1270.90	1218.26	1290.75
<b>OBSERVACION</b>								



Tabla 113: *Ensayo Marshall para un espécimen con 6.5% de asfalto*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA						
NOMBRE DE LA TESIS		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"						
TESISTAS		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY						
FECHA		OCTUBRE - 2018						
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559								
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	PROMEDIO	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	6.50%	
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla	29.25%	29.25%	29.25%	29.25%	29.25%	29.25%	
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla	58.25%	58.25%	58.25%	58.25%	58.25%	58.25%	
4	% Filler	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.673	
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.567	
8	Peso Especifico Del Cemento	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.820	
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados	2.613	2.61	2.61	2.61	2.61	2.613	
10	Peso del espécimen en el Aire (gr.)	1285.5	1295.1	1221.3	1295.8	1295.1	1278.560	
11	Peso del espécimen en el Agua (gr.)	747.4	751.3	698.9	752.6	750.5	740.140	
12	Peso al aire del espécimen saturado superficialmente seco	1286.2	1295.7	1221.8	1296.6	1295.9	1279.240	
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))	2.386	2.379	2.336	2.382	2.375	2.371	
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041	2.469	2.469	2.469	2.469	2.469	2.469	
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)	3.377	3.657	5.411	3.534	3.833	3.962	
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/6+4/8)	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	
17	VMA (100-((13*(100-1))/9)	14.612	14.860	16.410	14.751	15.016	15.130	
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17	76.891	75.393	67.027	76.045	74.472	73.966	
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/16*19)	1.836	1.836	1.836	1.836	1.836	1.836	
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100)	4.89%	4.89%	4.89%	4.89%	4.89%	4.9%	
22	VFA Vacios llenos con asfalto ((17-15)/17)	76.89%	75.39%	67.03%	76.05%	74.47%	74.0%	
23	Flujo (mm)	8.01	8.026	6.635	8.136	9.47	8.06	
24	Estabilidad (KN.)	11.25	10.55	13.45	10.6	10.1	11.190	
25	Factor de Estabilidad	0.89	0.89	0.93	0.89	0.93	0.906	
26	Flujo (cm)	0.80	0.80	0.66	0.81	0.95	0.81	
27	Estabilidad Corregida (KN.) 24*25	10.01	9.39	12.51	9.43	9.39	10.15	
28	Estabilidad Corregida (Kg.)	1020.64	957.14	1275.08	961.67	957.49	1034.40	
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)	1274.21	1192.54	1921.74	1182.00	1011.08	1316.31
<b>OBSERVACION</b>								





Tabla 114: *Ensayo Marshall para un espécimen con 7% de asfalto*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA								
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA								
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"								
<b>TESISTAS</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON								
	VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY								
<b>FECHA</b>	OCTUBRE - 2018								
<b>ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559</b>									
<b>Numero de Briquetas</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>PROMEDIO</b>		
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.00%		
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla	29.09%	29.09%	29.09%	29.09%	29.09%	29.09%		
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla	57.91%	57.91%	57.91%	57.91%	57.91%	57.91%		
4	% Filler	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%		
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050		
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.673		
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.567		
8	Peso Especifico Del Cemento	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.820		
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados	2.613	2.61	2.61	2.61	2.61	2.613		
10	Peso del espécimen en el Aire (gr.)	1295.1	1291.2	1294.6	1329.5	1286.8	1299.440		
11	Peso del espécimen en el Agua (gr.)	750.4	744.2	748.3	768.9	743.1	750.980		
12	Peso al aire del espécimen saturado superficialmente seco	1295.8	1291.7	1294.8	1329.7	1287.0	1299.800		
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))	2.375	2.358	2.369	2.371	2.366	2.368		
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041	2.452	2.452	2.452	2.452	2.452	2.452		
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)	3.138	3.800	3.370	3.296	3.493	3.420		
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/6+4/8)	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601		
17	VMA (100-((13*(100-1))/9)	15.470	16.048	15.673	15.608	15.780	15.716		
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17	79.715	76.320	78.496	78.884	77.862	78.255		
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725		
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/16*19)	1.836	1.836	1.836	1.836	1.836	1.836		
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100)	5.40%	5.40%	5.40%	5.40%	5.40%	5.4%		
22	VFA Vacios Llenos con asfalto ((17-15)/17)	79.72%	76.32%	78.50%	78.88%	77.86%	78.3%		
23	Flujo (mm)	12.164	8.478	8.435	9.66	8.28	9.40		
24	Estabilidad (KN.)	10.25	8.05	8.2	10.21	10.45	9.432		
25	Factor de Estabilidad	0.89	0.89	0.89	0.86	0.89	0.884		
26	Flujo (cm)	1.22	0.85	0.84	0.97	0.83	0.94		
27	Estabilidad Corregida (KN.) 24*25	9.12	7.16	7.30	8.78	9.30	8.33		
28	Estabilidad Corregida (Kg.)	929.92	730.33	743.93	895.07	948.06	849.46		
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)		764.48	861.44	881.96	926.57	1145.00	915.89
<b>OBSERVACION</b>									



Tabla 115: *Análisis de la estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos y densidad de los diferentes contenidos de asfalto*

%ASFALTO	DENSIDAD	VTM	VMA	VFA	ESTABILIDAD	FLUJO	ESTABILIDAD/ FLUJO		
4.5%	2.341	7.937	14.428	45.15%	13.24	7.51	1825.43		
5%	2.371	6.048	13.771	56.16%	13.20	6.47	2112.27	Est. Max	4.5
5.5%	2.384	4.832	13.752	64.92%	11.38	6.44	1870.16	Densi Max.	5.9
6%	2.371	4.670	14.688	68.22%	9.21	7.28	1290.75	Al 4% de vac.	6.3
6.5%	2.371	3.962	15.130	73.97%	10.15	8.06	1316.31	METODO	5.6
7%	2.368	3.420	15.716	78.26%	8.33	9.40	915.89	INST. ASF.	

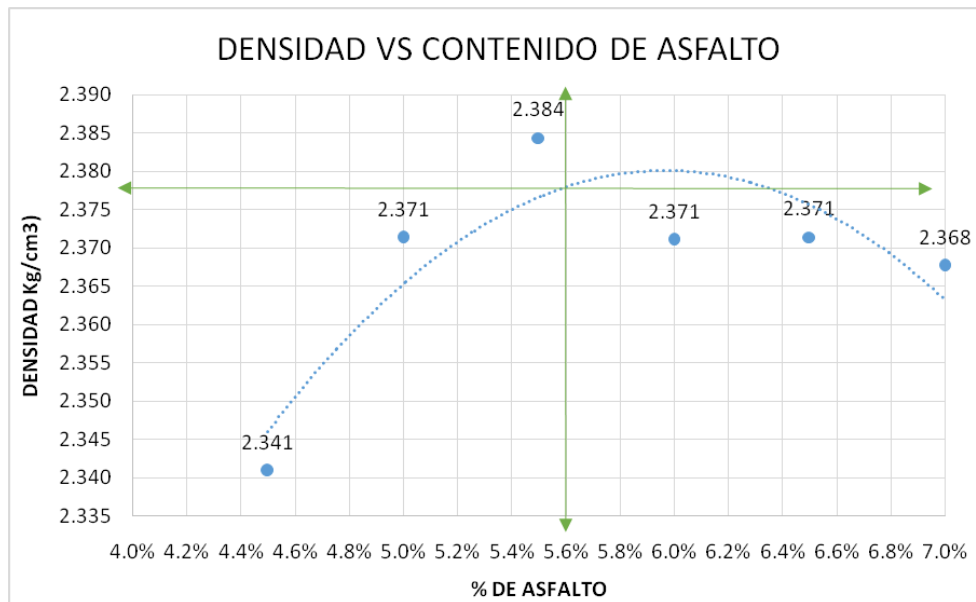


Figura 168: Gráfico de la densidad vs el contenido de asfalto

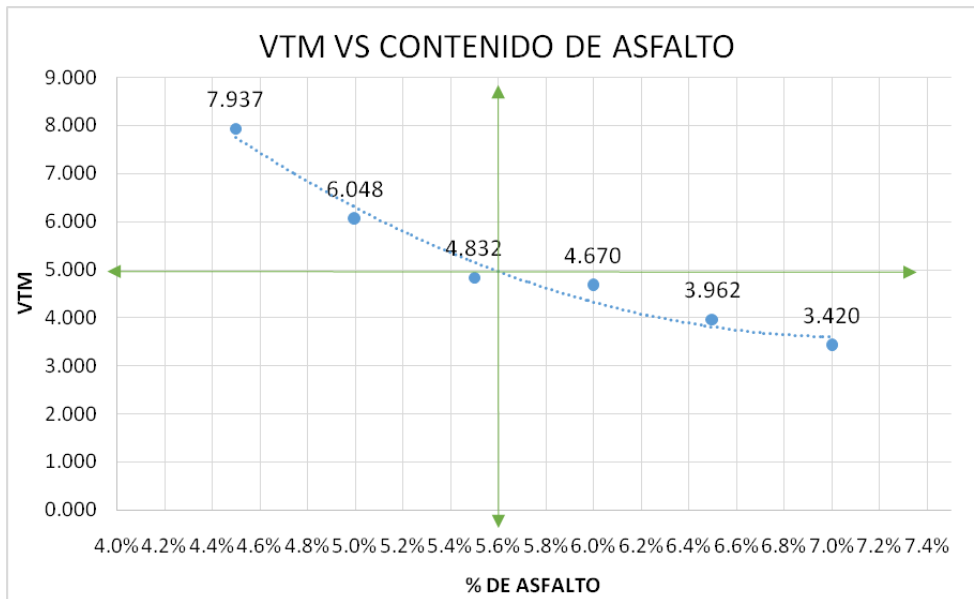


Figura 169: Gráfico de VTM vs contenido de asfalto

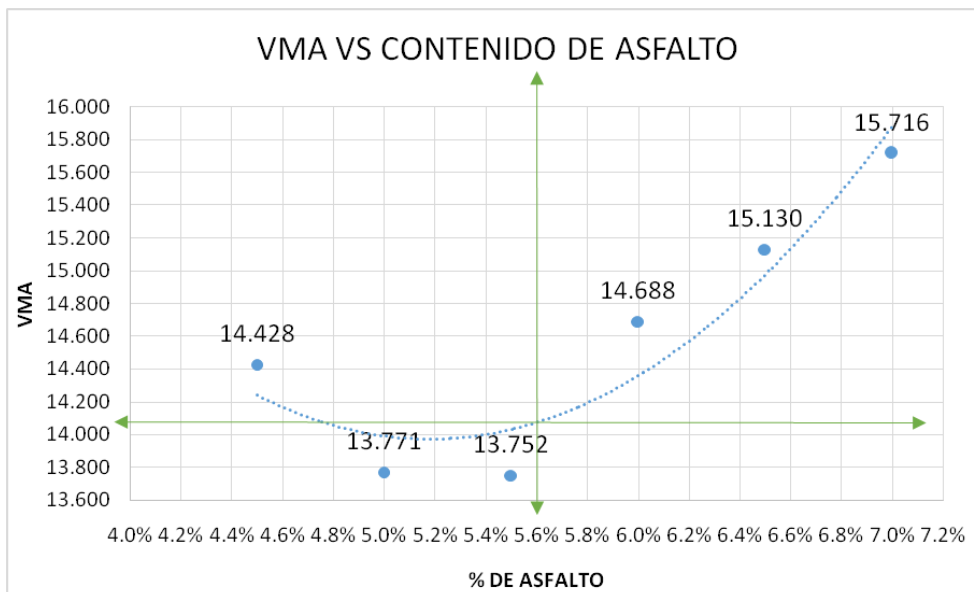


Figura 170: Gráfico de VMA vs contenido de asfalto

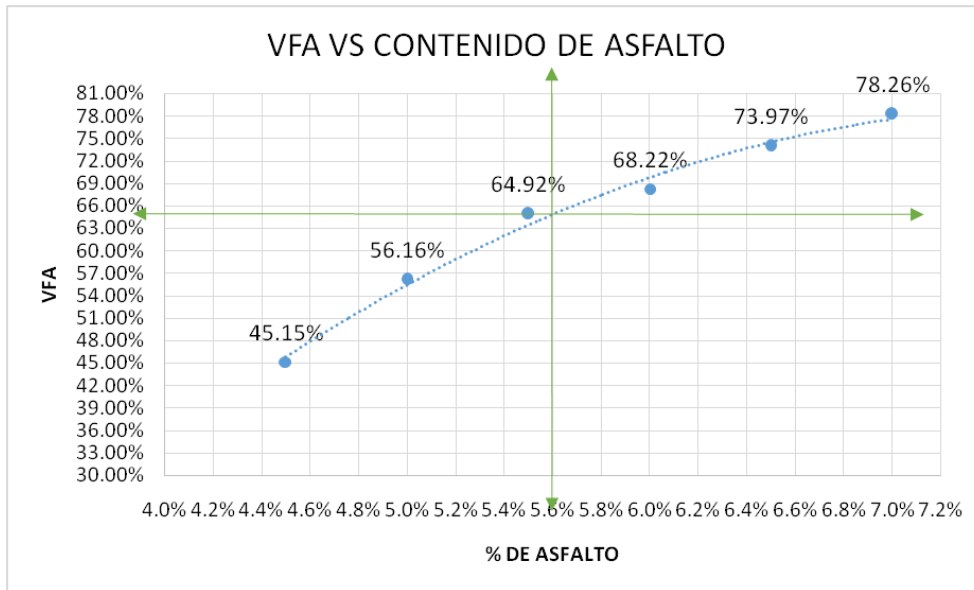


Figura 171: VFA vs contenido de asfalto

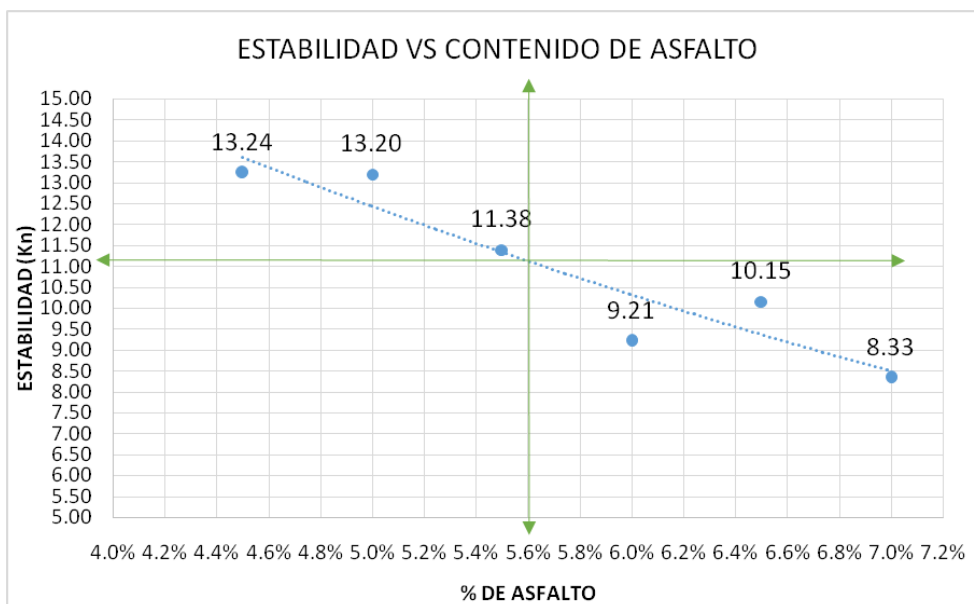


Figura 172: Gráfico de estabilidad vs contenido de asfalto

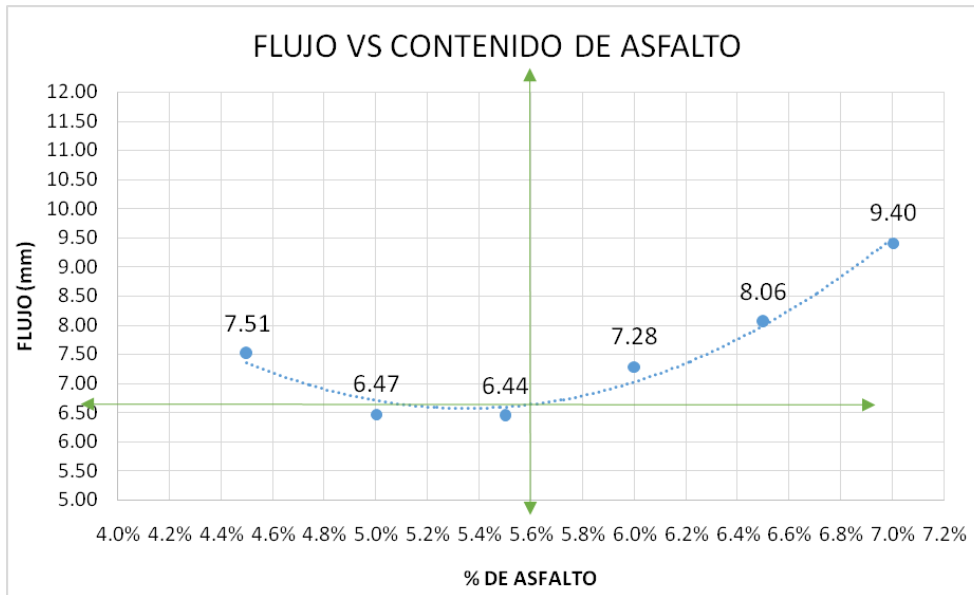


Figura 173: Gráfico de flujo vs contenido de asfalto

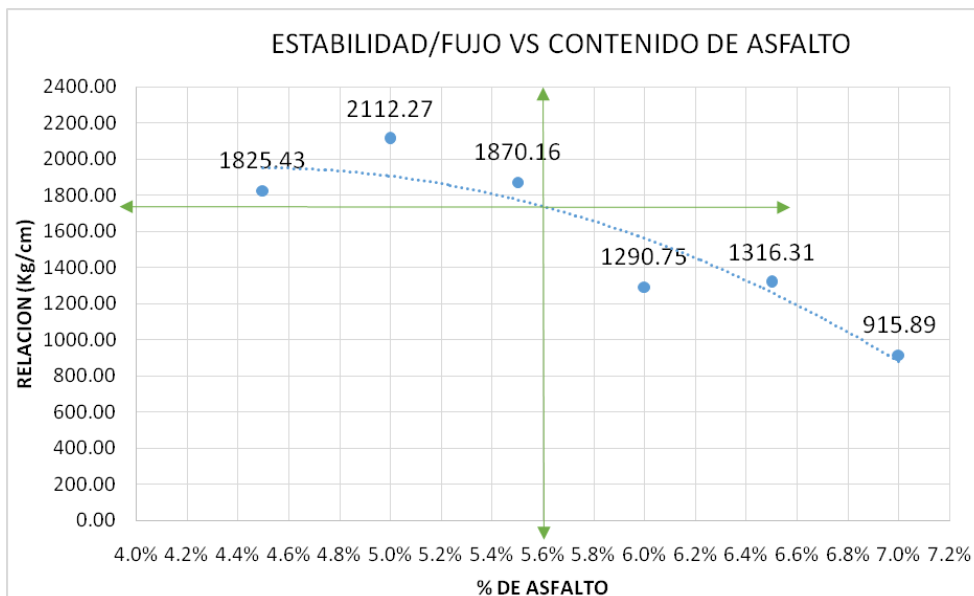


Figura 174: Gráfico de estabilidad vs relación flujo-estabilidad



Tabla 116: *Tabla para hallar el óptimo contenido de asfalto por el método del Instituto de Asfalto*

	NORMATIVA		M. INST. ASF.
	CE - 010	EG - 2013	5.6%
Estabilidad (KN)	8.15 KN mín	8.15 KN mín	11.2
Flujo (0.25mm)	8 - 14	8 - 14	6.7
VTM	-	3 - 5	4.95
VMA	14 % Min	14 % Min	14.1
VFA	65 - 75%	70 - 80%	65%
Relacion estabilida / flujo	-	1700 - 4000	1750.00
DENSIDAD	-	-	2.378

b) Análisis de datos

Los especímenes fabricados con 5,6% de asfalto presentan mejores resultados que el resto, cumpliendo con los parámetros de porcentajes de vacíos con aire, entre 3 y 5% y de igual manera con la relación Estabilidad / Flujo, establecidos en el EG – 2013.



3.5.1.17. Análisis de la gravedad específica Bulk de mezclas asfálticas compactadas, con vidrio en porcentajes de 5%, 8%, 10%, 12% y 15%.

a) Cálculos

Tabla 117: Gravedad específica Bulk de mezclas asfálticas compactadas, con vidrio en porcentajes de 5%, 8%, 10%, 12% y 15%.

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA														
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
		CADA ESPECIMEN COMPACTADO, CON UN CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO DE 5.6% Y CONTENIDO DE VIDRIO EN PORCENT														
<b>NOMBRE DE LA TESIS:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO REICLADO, CUSCO 2018"															
<b>TESISTAS:</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY															
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO															
<b>FECHA:</b>	NOVIEMBRE - 2018															
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas, ASTM D1188																
Porcentaje de Vidrio	%	5.0%							8.0%							
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7	
Peso al aire de especimen seco	Wd (A)	1281	1295	1266.40	1296.4	1297	1292.5	1287.50	1294.30	1290.60	1285.5	1295.1	1221.3	1295.8	1295.1	
Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	Wssd (B)	1281.8	1296.2	1267.40	1297.5	1298	1293.5	1288.80	1295.20	1291.70	1286.2	1295.7	1221.8	1296.6	1295.9	
Peso del especimen sumergido	Wsumergido (C)	742.3	752.9	733.50	748.8	749.8	747.1	747.90	748.20	746.40	747.4	751.3	698.9	752.6	750.5	
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas	Gmb (A/(B-C))	2.374	2.384	2.372	2.363	2.366	2.365	2.380	2.366	2.367	2.386	2.379	2.336	2.382	2.375	
<b>PROMEDIO</b>	<b>Gmb</b>	<b>2.372</b>							<b>2.370</b>							
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas, ASTM D1188																
Porcentaje de Vidrio	%	10.0%							12.0%							
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7	
Peso al aire de especimen seco	Wd (A)	1291.2	1289.4	1287.60	1289.6	1290.9	1292.1	1292.20	1295.10	1291.20	1293.7	1294.6	1329.5	1286.8	1291.8	
Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	Wssd (B)	1292.2	1290.6	1289.00	1290.5	1291.6	1292.9	1293.30	1295.80	1291.70	1294.1	1294.8	1329.7	1287	1292.2	
Peso del especimen sumergido	Wsumergido (C)	747.2	746.3	742.90	744.9	751.8	749.8	745.60	750.40	744.20	747.8	748.3	768.9	743.1	750.4	
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas	Gmb (A/(B-C))	2.369	2.369	2.358	2.364	2.391	2.379	2.359	2.375	2.358	2.368	2.369	2.371	2.366	2.384	
<b>PROMEDIO</b>	<b>Gmb</b>	<b>2.370</b>							<b>2.370</b>							
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas, ASTM D1188																
Porcentaje de Vidrio	%	15.0%														
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7								
Peso al aire de especimen seco	Wd (A)	1289.6	1291.3	1274.40	1293.9	1297.9	1293.2	1303.30								
Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	Wssd (B)	1294.8	1292.6	1275.50	1294.8	1298.9	1293.9	1304.20								
Peso del especimen sumergido	Wsumergido (C)	749.7	747.8	743.10	752.3	756.6	752.9	755.30								
Gravedad Específica Bulk de Mezclas Asfálticas Compactadas	Gmb (A/(B-C))	2.366	2.370	2.394	2.385	2.393	2.390	2.374								
<b>PROMEDIO</b>	<b>Gmb</b>	<b>2.382</b>														

b) Análisis de datos

La gravedad específica bulk de la mezcla asfáltica compactada, junto con la gravedad específica teórica máxima (RICE) nos ayudará a obtener el porcentaje de vacíos de aire dentro de la mezcla asfáltica (Va o VTM).



3.5.1.18. Análisis del diseño de mezcla asfáltica con vidrio en los porcentajes de 5%, 8%, 10%, 12% y 15%.

a) Cálculos

Tabla 118: *Diseño de mezcla asfáltica con reemplazo de vidrio en 5%*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON VIDRIO			
NOMBRE DE LA TESIS		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"			
TESISTAS		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY			
CANTERA:		MORRO BLANCO			
UBICACIÓN:		PISAC			
DATOS	AGREGADO GRUESO	32%		68%	
	AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA	55%			100%
		81%			
	AGREGADO FINO - ARENA NATURAL	13%			
19%					
PESO DE LA MUESTRA		1300			
PORCENTAJE DE ASFALTO		5.6%			
% AGREGADO		88.4%		100.0%	
% AGREGADO GRUESO		29.44%		RICE	
% AGREGADO FINO N		50.60%		MARSHALL	
% AGREGADO FINO T		11.96%			
% COMBINADO		88.40%			
% FILLER		6.00%			
PESO DEL FILLER TOTAL		78.00			
% DEL FILLER AGREGADO		3.60%			
PESO DEL FILLER AGREGADO		46.76			
% DEL FILLER FALTANTE		2.40%			
PESO DEL FILLER FALTANTE		31.24			
PESO DEL AGREGADO		1149.2			
PESO DEL ASFALTO		72.80			
PESO DEL AGREGADO		1149.20			
PORCENTAJE DE VIDRIO		5.00%			
PESO DE VIDRIO		57.46			
PESO DEL AREGADO GRUESO (gr)		382.71			
PESO DE LA ARENA TRITURADA (gr)		657.78			
PESO DE LA ARENA NATURAL (gr)		155.48			
PESO TOTAL		1300.0			
AGREGADO GRUESO					
TAMIZ	RETENIDO				
3/4"	0.00%	0.0			
1/2"	30.20%	115.6			
3/8"	50.98%	195.1			
Nº 4	18.81%	72.0			
Nº 10	0.00%	0.0			
AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA / VIDRIO					
TAMIZ	RETENIDO	5.6%	46.5	ARENA T	
Nº 4	8.66%	57.0	4.3	52.6	
Nº 10	32.58%	214.3	16.2	198.1	
Nº 40	30.11%	198.0	15.0	183.1	
Nº 100	15.02%	98.8	7.5	91.3	
Nº 200	7.04%	46.3	3.5	42.8	
FONDO	6.59%	43.3			
AGREGADO FINO - ARENA NATURAL / VIDRIO					
TAMIZ	RETENIDO	5.6%	11.0	ARENA N	
Nº 4	4.43%	6.9	0.5	6.4	
Nº 10	23.25%	36.1	2.6	33.5	
Nº 40	44.29%	68.9	5.0	63.9	
Nº 100	21.71%	33.8	2.4	31.3	
Nº 200	4.13%	6.4	0.5	6.0	
FONDO	2.18%	3.4			





Tabla 119: *Diseño de mezcla asfáltica con reemplazo de vidrio en 8%*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON VIDRIO			
NOMBRE DE LA TESIS		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"			
TESISTAS		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY			
CANTERA:		MORRO BLANCO			
UBICACIÓN:		PISAC			
DATOS	AGREGADO GRUESO	32%	68%	100%	
	AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA	55%			
		81%			
	AGREGADO FINO - ARENA NATURAL	13%			
19%					
PESO DE LA MUESTRA		1300			
PORCENTAJE DE ASFALTO		5.6%			
% AGREGADO		88.4%		RICE	
% AGREGADO GRUESO		29.44%		MARSHALL	
% AGREGADO FINO N		50.60%			
% AGREGADO FINO T		11.96%			
% COMBINADO		88.40%			
% FILLER		6.00%			
PESO DEL FILLER TOTAL		78.00			
% DEL FILLER AGREGADO		3.60%			
PESO DEL FILLER AGREGADO		46.76			
% DEL FILLER FALTANTE		2.40%			
PESO DEL FILLER FALTANTE		31.24			
PESO DEL AGREGADO		1149.2			
PESO DEL ASFALTO		72.80			
PESO DEL AGREGADO		1149.20			
PORCENTAJE DE VIDRIO		8.00%			
PESO DE VIDRIO		91.94			
PESO DEL AREGADO GRUESO (gr)		382.71			
PESO DE LA ARENA TRITURADA (gr)		657.78			
PESO DE LA ARENA NATURAL (gr)		155.48			
PESO TOTAL		1300.0			
AGREGADO GRUESO					
TAMIZ	RETENIDO				
3/4"	0.00%	0.0			
1/2"	30.20%	115.6			
3/8"	50.98%	195.1			
Nº 4	18.81%	72.0			
Nº 10	0.00%	0.0			
AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA / VIDRIO					
TAMIZ	RETENIDO	5.6%	74.4	ARENA T	
Nº 4	8.66%	57.0	6.9	50.0	
Nº 10	32.58%	214.3	25.9	188.4	
Nº 40	30.11%	198.0	23.9	174.1	
Nº 100	15.02%	98.8	12.0	86.8	
Nº 200	7.04%	46.3	5.6	40.7	
FONDO	6.59%	43.3			
AGREGADO FINO - ARENA NATURAL / VIDRIO					
TAMIZ	RETENIDO	5.6%	17.6	ARENA N	
Nº 4	4.43%	6.9	0.8	6.1	
Nº 10	23.25%	36.1	4.2	32.0	
Nº 40	44.29%	68.9	8.0	60.9	
Nº 100	21.71%	33.8	3.9	29.9	
Nº 200	4.13%	6.4	0.7	5.7	
FONDO	2.18%	3.4			



Tabla 120: *Diseño de mezcla asfáltica con reemplazo de vidrio en 10%*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON VIDRIO			
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"		
<b>TESISTAS</b>		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY		
<b>CANTERA:</b>		MORRO BLANCO		
<b>UBICACIÓN:</b>		PISAC		
<b>DATOS</b>	AGREGADO GRUESO	32%	68%	100%
	AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA	55%		
		81%		
	AGREGADO FINO - ARENA NATURAL	13%		
19%				
PESO DE LA MUESTRA		1300		
PORCENTAJE DE ASFALTO		5.6%		
% AGREGADO		88.4%		
% AGREGADO GRUESO		29.44%		
% AGREGADO FINO N		50.60%		
% AGREGADO FINO T		11.96%		
% COMBINADO		88.40%		
% FILLER		6.00%		
PESO DEL FILLER TOTAL		78.00		
% DEL FILLER AGREGADO		3.60%		
PESO DEL FILLER AGREGADO		46.76		
% DEL FILLER FALTANTE		2.40%		
PESO DEL FILLER FALTANTE		31.24		
PESO DEL AGREGADO		1149.2		
PESO DEL ASFALTO		72.80		
PESO DEL AGREGADO		1149.20		
PORCENTAJE DE VIDRIO		10.00%		
PESO DE VIDRIO		114.92		
PESO DEL AREGADO GRUESO (gr)		382.71		
PESO DE LA ARENA TRITURADA (gr)		657.78		
PESO DE LA ARENA NATURAL (gr)		155.48		
PESO TOTAL		1300.0		
<b>AGREGADO GRUESO</b>				
<b>TAMIZ</b>	<b>RETENIDO</b>			
3/4"	0.00%	0.0		
1/2"	30.20%	115.6		
3/8"	50.98%	195.1		
Nº 4	18.81%	72.0		
Nº 10	0.00%	0.0		
<b>AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA / VIDRIO</b>				
<b>TAMIZ</b>	<b>RETENIDO</b>	5.6%	93.0	ARENA T
Nº 4	8.66%	57.0	8.7	48.3
Nº 10	32.58%	214.3	32.4	182.0
Nº 40	30.11%	198.0	29.9	168.1
Nº 100	15.02%	98.8	15.0	83.8
Nº 200	7.04%	46.3	7.1	39.3
FONDO	6.59%	43.3		
<b>AGREGADO FINO - ARENA NATURAL / VIDRIO</b>				
<b>TAMIZ</b>	<b>RETENIDO</b>	5.6%	22.0	ARENA N
Nº 4	4.43%	6.9	1.0	5.9
Nº 10	23.25%	36.1	5.2	30.9
Nº 40	44.29%	68.9	9.9	58.9
Nº 100	21.71%	33.8	4.9	28.9
Nº 200	4.13%	6.4	0.9	5.5
FONDO	2.18%	3.4		




Tabla 121: *Diseño de mezcla asfáltica con reemplazo de vidrio en 12%*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON VIDRIO			
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"			
<b>TESISTAS</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY			
<b>CANTERA:</b>	MORRO BLANCO			
<b>UBICACIÓN:</b>	PISAC			
<b>DATOS</b>	AGREGADO GRUESO	32%	68%	100%
	AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA	55%		
		81%		
	AGREGADO FINO - ARENA NATURAL	13%		
		19%		
	PESO DE LA MUESTRA	1300		
PORCENTAJE DE ASFALTO	5.6%			
% AGREGADO	88.4%		RICE	
% AGREGADO GRUESO	29.44%		MARSHALL	
% AGREGADO FINO N	50.60%			
% AGREGADO FINO T	11.96%			
% COMBINADO	88.40%			
% FILLER	6.00%			
PESO DEL FILLER TOTAL	78.00			
% DEL FILLER AGREGADO	3.60%			
PESO DEL FILLER AGREGADO	46.76			
% DEL FILLER FALTANTE	2.40%			
PESO DEL FILLER FALTANTE	31.24			
PESO DEL AGREGADO	1149.2			
PESO DEL ASFALTO	72.80			
PESO DEL AGREGADO	1149.20			
PORCENTAJE DE VIDRIO	12.00%			
PESO DE VIDRIO	137.90			
PESO DEL AREGADO GRUESO (gr)	382.71			
PESO DE LA ARENA TRITURADA (gr)	657.78			
PESO DE LA ARENA NATURAL (gr)	155.48			
PESO TOTAL	1300.0			
<b>AGREGADO GRUESO</b>				
TAMIZ	RETENIDO			
3/4"	0.00%	0.0		
1/2"	30.20%	115.6		
3/8"	50.98%	195.1		
Nº 4	18.81%	72.0		
Nº 10	0.00%	0.0		
<b>AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA / VIDRIO</b>				
TAMIZ	RETENIDO	5.6%	111.54	ARENA T
Nº 4	8.66%	57.0	10.4	46.6
Nº 10	32.58%	214.3	38.8	175.5
Nº 40	30.11%	198.0	35.9	162.1
Nº 100	15.02%	98.8	18.0	80.9
Nº 200	7.04%	46.3	8.5	37.9
FONDO	6.59%	43.3		
<b>AGREGADO FINO - ARENA NATURAL / VIDRIO</b>				
TAMIZ	RETENIDO	5.6%	26.4	ARENA N
Nº 4	4.43%	6.9	1.2	5.7
Nº 10	23.25%	36.1	6.3	29.9
Nº 40	44.29%	68.9	11.9	56.9
Nº 100	21.71%	33.8	5.9	27.9
Nº 200	4.13%	6.4	1.1	5.3
FONDO	2.18%	3.4		



Tabla 122: Diseño de mezcla asfáltica con reemplazo de vidrio en 15%

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON VIDRIO			
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"			
<b>TESISTAS</b>		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY			
<b>CANTERA:</b>		MORRO BLANCO			
<b>UBICACIÓN:</b>		PISAC			
<b>DATOS</b>	AGREGADO GRUESO	32%	68%	100%	
	AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA	55%			
		81%			
	AGREGADO FINO - ARENA NATURAL	13%			
		19%			
	PESO DE LA MUESTRA	1300			
PORCENTAJE DE ASFALTO	5.6%				
% AGREGADO	88.4%		RICE		
% AGREGADO GRUESO	29.44%		MARSHALL		
% AGREGADO FINO N	50.60%				
% AGREGADO FINO T	11.96%				
% COMBINADO	88.40%				
% FILLER	6.00%				
PESO DEL FILLER TOTAL	78.00				
% DEL FILLER AGREGADO	3.60%				
PESO DEL FILLER AGREGADO	46.76				
% DEL FILLER FALTANTE	2.40%				
PESO DEL FILLER FALTANTE	31.24				
PESO DEL AGREGADO	1149.2				
PESO DEL ASFALTO	72.80				
PESO DEL AGREGADO	1149.20				
PORCENTAJE DE VIDRIO	15.00%				
PESO DE VIDRIO	172.38				
PESO DEL AREGADO GRUESO (gr)	382.71				
PESO DE LA ARENA TRITURADA (gr)	657.78				
PESO DE LA ARENA NATURAL (gr)	155.48				
PESO TOTAL	1300.0				
<b>AGREGADO GRUESO</b>					
TAMIZ	RETENIDO				
3/4"	0.00%	0.0			
1/2"	30.20%	115.6			
3/8"	50.98%	195.1			
Nº 4	18.81%	72.0			
Nº 10	0.00%	0.0			
<b>AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA / VIDRIO</b>					
TAMIZ	RETENIDO	5.6%	139.4	ARENA T	
Nº 4	8.66%	57.0	13.0	44.0	
Nº 10	32.58%	214.3	48.5	165.8	
Nº 40	30.11%	198.0	44.9	153.2	
Nº 100	15.02%	98.8	22.4	76.4	
Nº 200	7.04%	46.3	10.6	35.7	
FONDO	6.59%	43.3			
<b>AGREGADO FINO - ARENA NATURAL / VIDRIO</b>					
TAMIZ	RETENIDO	5.6%	33.0	ARENA N	
Nº 4	4.43%	6.9	1.5	5.4	
Nº 10	23.25%	36.1	7.8	28.3	
Nº 40	44.29%	68.9	14.9	53.9	
Nº 100	21.71%	33.8	7.3	26.4	
Nº 200	4.13%	6.4	1.4	5.0	
FONDO	2.18%	3.4		155.5	



b) Análisis de la combinación de agregados

La combinación de los agregados según el porcentaje de diseño se realizó en función a la granulometría de cada agregado, al porcentaje de asfalto a usar y al peso de un espécimen de 1300 gr. aproximadamente, debido a las pérdidas que se producen en el momento de preparación y colocación de la mezcla.

El reemplazo del agregado fino por vidrio se dio en función al análisis granulométrico de la arena natural junto a la arena triturada.

3.5.1.19. Análisis del Ensayo Marshall para especímenes con 5%, 8%, 10%, 12%, y 15% de vidrio

a) Cálculos



Tabla 123: *Ensayo Marshall para un espécimen con 5% de vidrio.*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA								
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA								
NOMBRE DE LA TESIS		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"								
TESISTAS		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY								
FECHA		NOVIEMBRE - 2018								
<b>ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559 - DISEÑO 5% DE VIDRIO</b>										
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	
4	% Filler	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente	1.050	1.05	1.05	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk	2.673	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.673	
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk	2.567	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.567	
8	Peso Especifico Del Cemento	2.820	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.820	
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados	2.613	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.613	
10	Peso deL especimen en el Aire (gr.)	1281.0	1295.0	1266.4	1296.4	1297.0	1292.5	1287.5	1287.971	
11	Peso del especimen en el Agua (gr.)	742.3	752.9	733.5	748.8	749.8	747.1	747.9	746.043	
12	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	1281.8	1296.2	1267.4	1297.5	1298.0	1293.5	1288.8	1289.029	
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))	2.374	2.384	2.372	2.363	2.366		2.380	2.373	
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)	5.091	4.725	5.189	5.561	5.431		4.856	5.142	
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/6+4/8)	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	
17	VMA (100-((13*(100-1))/9)	14.204	13.873	14.292	14.628	14.511		13.992	14.250	
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17	64.157	65.942	63.696	61.988	62.575		65.291	63.942	
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/16*19)	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100)	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	
22	VFA Vacios llenos con asfalto ((17-15)/17)	64.16%	65.94%	63.70%	61.99%	62.58%		65.29%	63.94%	
23	Flujo (.01")	18	18	19	14.00	17.00		17.00	17.17	
24	Estabilidad (KN.)	171	161	190	196	180		170	178.00	
25	Estabilidad (lb)	3267.718	3091.022	3603.440	3709.458	3426.744		3250.048	3391.405	
26	Estabilidad (Kg.) (25*0.4536)	1482.237	1402.087	1634.520	1682.610	1554.371		1474.222	1538.341	
27	Estabilidad (KN.)	14.541	13.754	16.035	16.506	15.248		14.462	15.091	
28	Factor de Estabilidad	0.83	0.83	0.86	0.86	0.89	0.93	0.890	0.870	
29	Flujo (mm) (23*0.25)	4.50	4.50	4.75	3.50	4.25		4.25	4.29	
30	Flujo (cm) (29/10)	0.45	0.45	0.48	0.35	0.43		0.43	0.43	
31	Estabilidad Corregida (KN.) (27*28)	12.07	11.42	13.79	14.20	13.57		12.87	12.99	
32	Estabilidad Corregida (Kg.) (26*28)	1230.26	1163.73	1405.69	1447.04	1383.39		1312.06	1323.69	
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)	2733.90	2586.07	2959.34	4134.41	3255.04	3087.19	3125.99	
<b>OBSERVACION</b>										



Tabla 124: *Ensayo Marshall para un espécimen con 8% de vidrio*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA								
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA								
<b>NOMBRE DE LA TESIS</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"								
<b>TESISTAS</b>	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY								
<b>FECHA</b>	NOVIEMBRE - 2018								
<b>ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559 - DISEÑO 8% DE VIDRIO</b>									
<b>Numero de Briquetas</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>PROMEDIO</b>
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%
4	% Filler	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente	1.050	1.05	1.05	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk	2.673	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.673
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk	2.567	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.567
8	Peso Especifico Del Cemento	2.820	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.820
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados	2.613	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.613
10	Peso deL especimen en el Aire (gr.)	1294.3	1290.6	1285.5	1295.1	1221.3	1295.8	1295.1	1282.529
11	Peso del especimen en el Agua (gr.)	748.2	746.4	747.4	751.3	698.9	752.6	750.5	742.186
12	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	1295.2	1291.7	1286.2	1295.7	1221.8	1296.6	1295.9	1283.300
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))		2.367	2.386	2.379	2.336	2.382	2.375	2.371
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)		5.397	4.634	4.910	6.642	4.789	5.084	5.243
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/6+4/8)	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601
17	VMA (100-((13*(100-1))/9		14.480	13.791	14.040	15.606	13.931	14.198	14.341
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17		62.730	66.398	65.029	57.441	65.625	64.189	63.569
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/(100/14)-(1-5)	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/16*19)	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%
22	VFA Vacios llenos con asfalto ((17-15)/17)		62.73%	66.40%	65.03%	57.44%	65.62%	64.19%	63.57%
23	Flujo (.01")		13	17	17.00	17.00	16.00	19.00	16.50
24	Estabilidad (KN.)		159	154	206	218	210	240	197.83
25	Estabilidad (lb)		3055.682	2967.334	3886.154	4098.189	3956.832	4486.920	3741.852
26	Estabilidad (Kg.) (25*0.4536)		1386.058	1345.983	1762.759	1858.938	1794.819	2035.267	1697.304
27	Estabilidad (KN.)		13.597	13.204	17.293	18.236	17.607	19.966	16.651
28	Factor de Estabilidad	1.09	0.89	0.89	0.89	0.89	0.93	0.860	0.920
29	Flujo (mm) (23*0.25)		3.25	4.25	4.25	4.25	4.00	4.75	4.13
30	Flujo (cm) (29/10)		0.33	0.43	0.43	0.43	0.40	0.48	0.41
31	Estabilidad Corregida (KN.) (27*28)		12.10	11.75	15.39	16.23	16.37	17.17	14.84
32	Estabilidad Corregida (Kg.) (26*28)		1233.59	1197.92	1568.86	1654.46	1669.18	1750.33	1512.39
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)	3795.67	2818.65	3691.43	3892.84	4172.95	3684.90	3676.07
<b>OBSERVACION</b>									



Tabla 125: *Ensayo Marshall para un espécimen con 10% de vidrio*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA									
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA									
NOMBRE DE LA TESIS	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"									
TESISTAS	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY									
FECHA	NOVIEMBRE - 2018									
<b>ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559 - DISEÑO 10% DE VIDRIO</b>										
<b>Numero de Briquetas</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>PROMEDIO</b>	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	
4	% Filler	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	
5	Peso Especifico Del Cemento Asfáltico - Aparente	1.050	1.05	1.05	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk	2.673	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.673	
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk	2.567	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.567	
8	Peso Especifico Del Cemento	2.820	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.820	
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados	2.613	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.613	
10	Peso deL especimen en el Aire (gr.)	1291.2	1289.4	1287.6	1289.6	1290.9	1292.1	1292.2	1290.429	
11	Peso del especimen en el Agua (gr.)	747.2	746.3	742.9	744.9	751.8	749.8	745.6	746.929	
12	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	1292.2	1290.6	1289.0	1290.5	1291.6	1292.9	1293.3	1291.443	
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))		2.369	2.358	2.364	2.391	2.379	2.359	2.370	
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)		5.311	5.755	5.522	4.411	4.903	5.695	5.266	
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/6+4/8)	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	
17	VMA (100-((13*(100-1))/9		14.403	14.804	14.594	13.589	14.034	14.749	14.362	
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17		63.124	61.126	62.161	67.542	65.062	61.391	63.401	
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/16*19)	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	
22	VFA Vacios Llenos con asfalto ((17-15)/17)		63.12%	61.13%	62.16%	67.54%	65.06%	61.39%	63.40%	
23	Flujo (.01")		16	21	17.00	18.00	19.00	19.00	18.33	
24	Estabilidad (KN.)		283	194	176	234	231	212	221.67	
25	Estabilidad (lb)		5246.713	3674.118	3356.066	4380.903	4327.894	3992.171	4162.977	
26	Estabilidad (Kg.) (25*0.4536)		2379.909	1666.580	1522.311	1987.177	1963.133	1810.849	1888.327	
27	Estabilidad (KN.)		23.347	16.349	14.934	19.494	19.258	17.764	18.524	
28	Factor de Estabilidad	1.09	0.81	0.89	0.89	0.89	0.89	0.890	0.907	
29	Flujo (mm) (23*0.25)		4.00	5.25	4.25	4.50	4.75	4.75	4.58	
30	Flujo (cm) (29/10)		0.40	0.53	0.43	0.45	0.48	0.48	0.46	
31	Estabilidad Corregida (KN.) (27*28)		18.91	14.55	13.29	17.35	17.14	15.81	16.18	
32	Estabilidad Corregida (Kg.) (26*28)		1927.73	1483.26	1354.86	1768.59	1747.19	1611.66	1648.88	
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)	4819.32	2825.25	3187.90	3930.20	3678.29	3392.96	3638.98	
<b>OBSERVACION</b>			<b>Descarte de espécimen N°01</b>							







Tabla 126: *Ensayo Marshall para un espécimen con 12% de vidrio*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA									
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA									
NOMBRE DE LA TESIS	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"									
TESISTAS	ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY									
FECHA	NOVIEMBRE - 2018									
<b>ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559 - DISEÑO 12% DE VIDRIO</b>										
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	
4	% Filler	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	
5	Peso Especifico Del Cemento Asfáltico - Aparente	1.050	1.05	1.05	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk	2.673	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.673	
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk	2.567	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.567	
8	Peso Especifico Del Cemento	2.820	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.820	
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados	2.613	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.613	
10	Peso deL espécimen en el Aire (gr.)	1295.1	1291.2	1293.7	1294.6	1329.5	1286.8	1291.8	1297.529	
11	Peso del espécimen en el Agua (gr.)	750.4	744.2	747.8	748.3	768.9	743.1	750.4	750.443	
12	Peso al aire del espécimen saturado superficialmente seco	1295.8	1291.7	1294.1	1294.8	1329.7	1287.0	1292.2	1297.900	
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))	2.375	2.358	2.368	2.369	2.371	2.366		2.368	
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)	5.084	5.733	5.343	5.312	5.239	5.433		5.357	
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/6+4/8)	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	
17	VMA (100-((13*(100-1))/9)	14.198	14.784	14.432	14.404	14.338	14.513		14.445	
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17	64.189	61.221	62.976	63.120	63.460	62.566		62.922	
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/16*19)	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100)	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	
22	VFA Vacios llenos con asfalto ((17-15)/17)	64.19%	61.22%	62.98%	63.12%	63.46%	62.57%		62.92%	
23	Flujo (.01")	19	15	14	22.00	20.00	18.00		18.00	
24	Estabilidad (KN.)	219	238	235	194	190	205		213.50	
25	Estabilidad (lb)	4115.859	4451.581	4398.572	3674.118	3603.440	3868.484		4018.676	
26	Estabilidad (Kg.) (25*0.4536)	1866.953	2019.237	1995.192	1666.580	1634.520	1754.744		1822.871	
27	Estabilidad (KN.)	18.315	19.809	19.573	16.349	16.035	17.214		17.882	
28	Factor de Estabilidad	0.86	0.89	0.86	0.86	0.89	0.89	1.000	0.893	
29	Flujo (mm) (23*0.25)	4.75	3.75	3.50	5.50	5.00	4.50		4.50	
30	Flujo (cm) (29/10)	0.48	0.38	0.35	0.55	0.50	0.45		0.45	
31	Estabilidad Corregida (KN.) (27*28)	15.75	17.63	16.83	14.06	14.27	15.32		15.64	
32	Estabilidad Corregida (Kg.) (26*28)	1605.58	1797.12	1715.87	1433.26	1454.72	1561.72		1594.71	
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)	3380.17	4792.32	4902.47	2605.93	2909.45	3470.49	3676.80	
<b>OBSERVACION</b>		<b>Descarte de espécimen N°07</b>								



Tabla 127: *Ensayo Marshall para un espécimen con 15% de vidrio*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA								
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA								
NOMBRE DE LA TESIS		"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO, CUSCO 2018"								
TESISTAS		ROMAN OJEDA CESAR AARON VALENZUELA MUÑOZ NICOLE MELANNY								
FECHA		NOVIEMBRE - 2018								
ENSAYO MARSHALL ASTM D - 1559 - DISEÑO 15% DE VIDRIO										
Numero de Briquetas		1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	
2	% Agregado Grueso en peso de la Mezcla	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	29.44%	
3	% Agregado Fino en peso de la Mezcla	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	58.96%	
4	% Filler	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	
5	Peso Especifico Del Cemento Asfaltico - Aparente	1.050	1.05	1.05	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	
6	Peso Especifico Del Agregado Grueso - Bulk	2.673	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.673	
7	Peso Especifico Del Agregado Fino - Bulk	2.567	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.567	
8	Peso Especifico Del Cemento	2.820	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.820	
9	Gravedad Especifica Bulk (Gsb) de la combinacion de agregados	2.613	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.613	
10	Peso deL especimen en el Aire (gr.)	1289.6	1291.3	1274.4	1293.9	1297.9	1293.2	1303.3	1291.943	
11	Peso del especimen en el Agua (gr.)	749.7	747.8	743.1	752.3	756.6	752.9	755.3	751.100	
12	Peso al aire del especimen saturado superficialmente seco	1294.8	1292.6	1275.5	1294.8	1298.9	1293.9	1304.2	1293.529	
13	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (10/(12-11))	2.366	2.370	2.394		2.393	2.390	2.374	2.381	
14	Peso Especifico Maximo ASTM D - 2041	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	2.502	
15	Va - VTM % De Vacios (100-(13/14)*100)	5.435	5.259	4.321		4.335	4.453	5.092	4.816	
16	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4)/(2/6+3/6+4/8)	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	
17	VMA (100-((13*(100-1))/9	14.515	14.355	13.508		13.521	13.627	14.205	13.955	
18	% De Vacios Llenados con C.A. 100(17-15)/17	62.553	63.368	68.012		67.935	67.323	64.151	65.557	
19	Peso Especifico Del Agregado Total (100-1)/((100/14)-(1-5))	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	2.725	
20	Asfalto Absorbido por el Agregado Total (100*5(19-16)/16*19)	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	
21	% De Asfalto Efectivo 1-((20*(2+3+4))/100	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	
22	VFA Vacios llenos con asfalto ((17-15)/17)	62.55%	63.37%	68.01%		67.94%	67.32%	64.15%	65.56%	
23	Flujo (.01")	30	19	20		25.00	19.00	18.00	21.83	
24	Estabilidad (KN.)	220	189	183		230	168	176	194.33	
25	Estabilidad (lb)	4133.528	3585.770	3479.753		4310.224	3214.709	3356.066	3680.008	
26	Estabilidad (Kg.) (25*0.4536)	1874.968	1626.505	1578.416		1955.118	1458.192	1522.311	1669.252	
27	Estabilidad (KN.)	18.393	15.956	15.484		19.180	14.305	14.934	16.375	
28	Factor de Estabilidad	0.89	0.89	0.89	0.96	0.89	0.86	0.890	0.896	
29	Flujo (mm) (23*0.25)	7.50	4.75	5.00		6.25	4.75	4.50	5.46	
30	Flujo (cm) (29/10)	0.75	0.48	0.50		0.63	0.48	0.45	0.55	
31	Estabilidad Corregida (KN.) (27*28)	16.37	14.20	13.78		17.07	12.30	13.29	14.50	
32	Estabilidad Corregida (Kg.) (26*28)	1668.72	1447.59	1404.79		1740.05	1254.05	1354.86	1478.34	
Relacion Estabilidad/Flujo (kg/cm)		1700 - 4000 (EG - 2013)	2224.96	3047.56	2809.58		2784.09	2640.09	3010.79	2752.85
<b>OBSERVACION</b>										

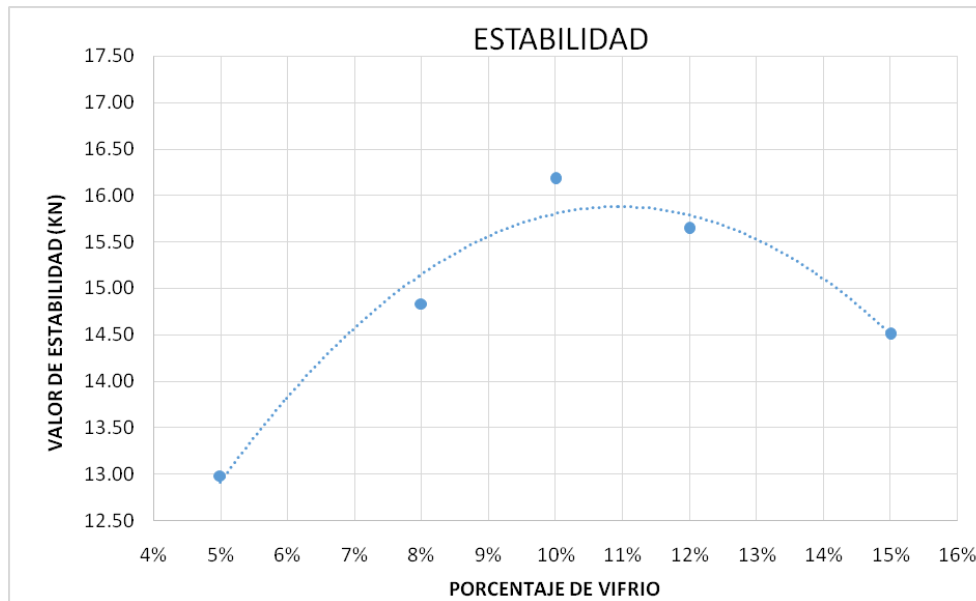


Figura 175: Estabilidad vs. porcentaje de vidrio

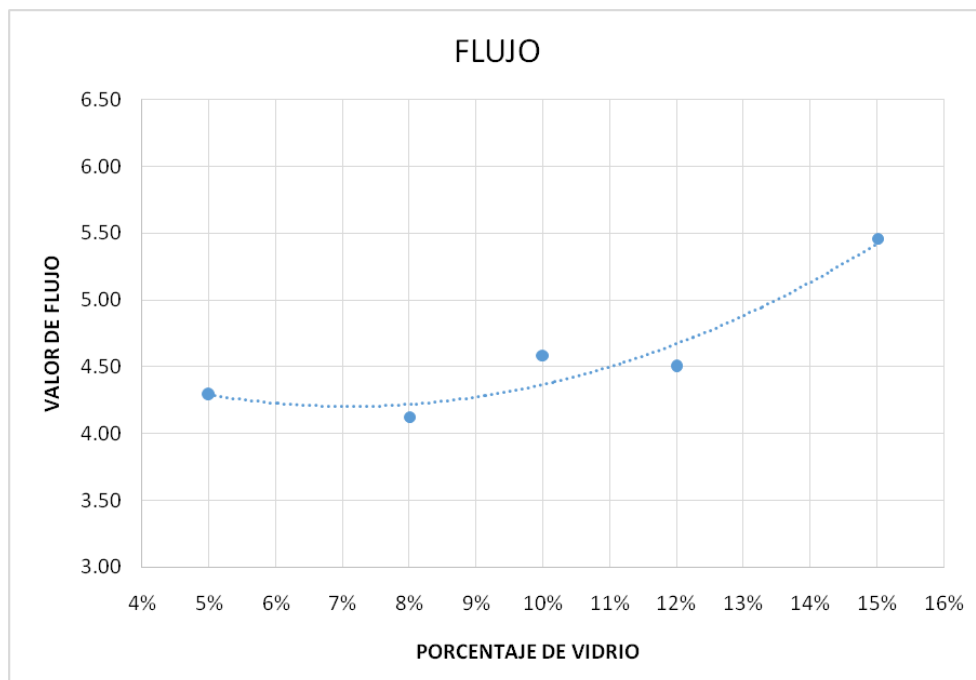


Figura 176: Flujo vs. porcentaje de vidrio

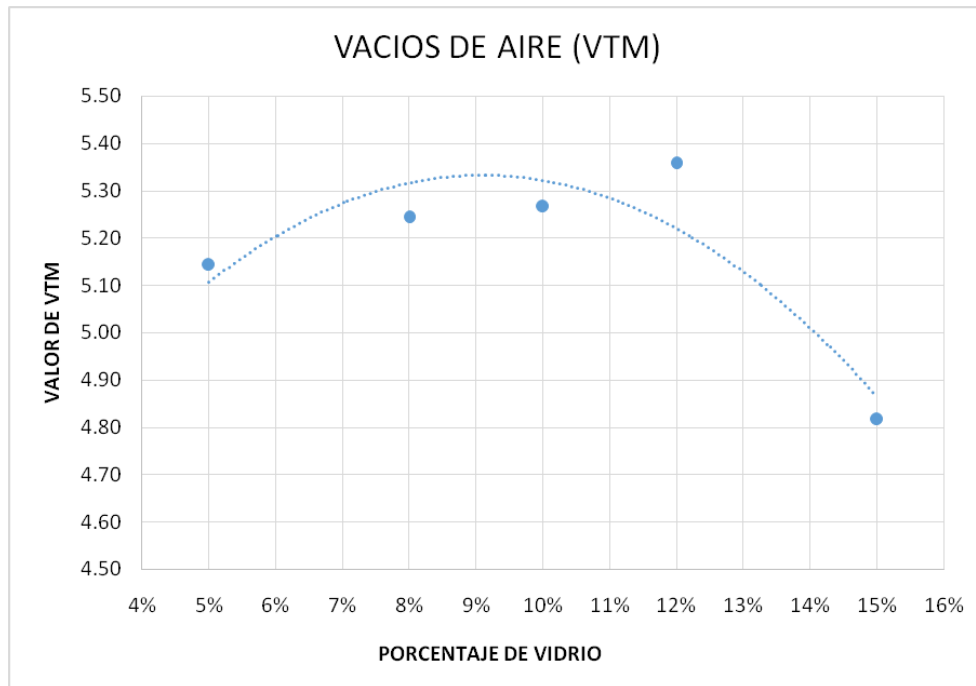


Figura 177: Vacíos de aire (VTM) vs. porcentaje de vidrio

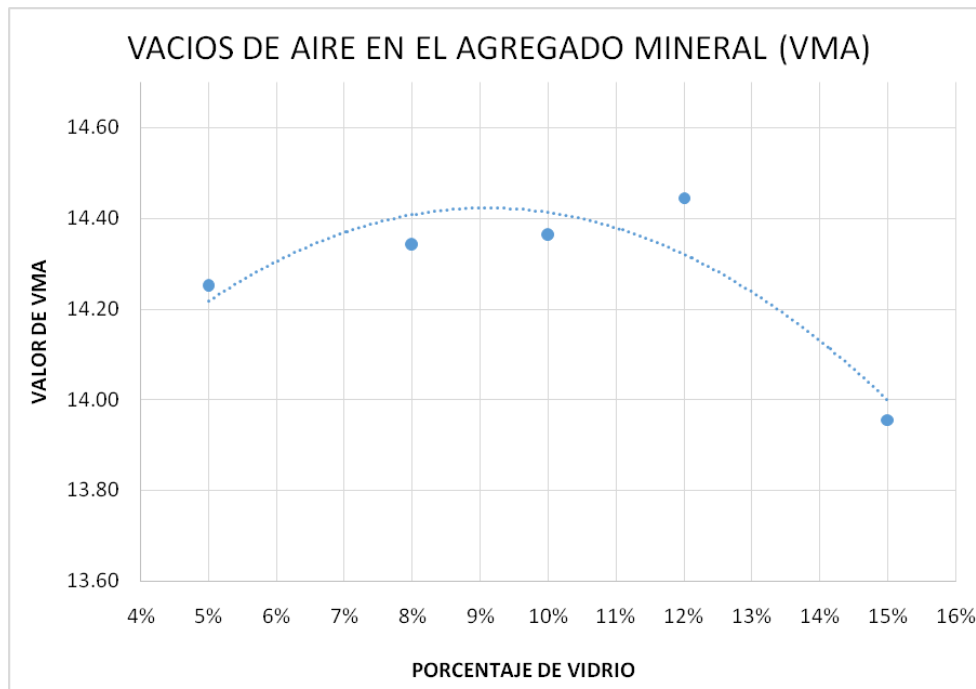


Figura 178: Vacíos en el agregado mineral (VMA) vs. porcentaje de vidrio

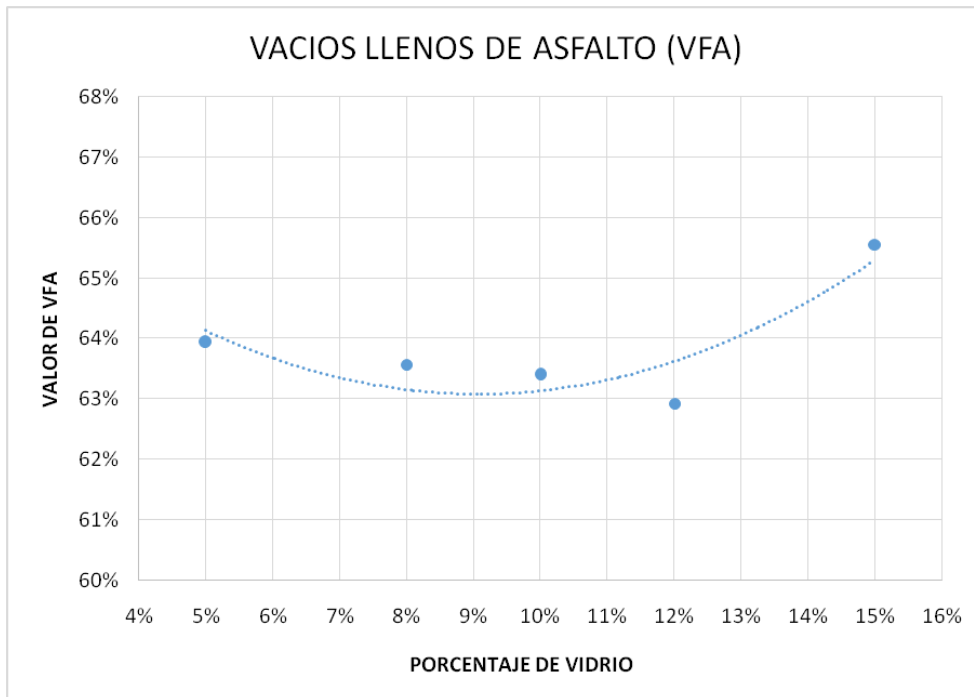


Figura 179: Vacíos llenos de asfalto (VFA) vs. porcentaje de vidrio

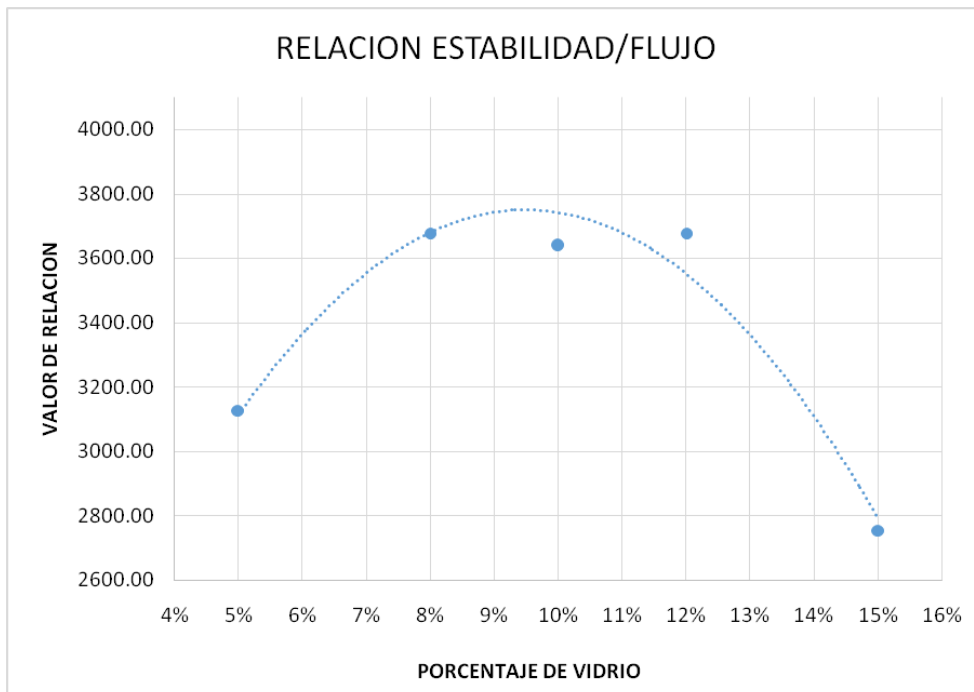


Figura 180: Relación “Estabilidad / Flujo” vs. porcentaje de vidrio



Tabla 128: *Análisis de las propiedades volumétricas y mecánicas para el óptimo contenido de asfalto*

PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS PARA OPTIMO DE ASFALTO				
PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS DE LOS ESPECÍMENES	MAC. TRADICIONAL	ESPECIFICACION EG - 2013	ESPECIFICACIÓN CE-010	CONDICIÓN
Porcentaje optimo de asfalto	5.6%	-		
Estabilidad (KN)	11.20	8.15 KN mín	8.16 KN mín	SI
Flujo (0.25mm)	6.70	8 - 14	8 - 14	NO
Porcentaje de vacios de aire (%)	4.95	3 - 5	3 - 5	SI
Vacios del agregado mineral (%)	14.10	15 mín	14 mín	SI
Vacios llenos de asfalto (%)	65%	70 - 80%	65 - 75%	SI
Relacion estabilida / flujo	1750.00	1700 - 4000	-	SI
Densidad (gr/cm3)	2.38	-	-	-

Tabla 129: *Análisis de las propiedades volumétricas y mecánicas para un 5% de vidrio*

PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS PARA 5% DE VIDRIO				
PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS DE LOS ESPECÍMENES	MAC. TRADICIONAL	ESPECIFICACION EG - 2013	ESPECIFICACIÓN CE-010	CONDICIÓN
Porcentaje optimo de asfalto	5.6%	-		
Estabilidad (KN)	12.99	8.15 KN mín	8.16 KN mín	SI
Flujo (0.25mm)	4.29	8 - 14	8 - 14	NO
Porcentaje de vacios de aire (%)	5.14	3 - 5	3 - 5	NO
Vacios del agregado mineral (%)	14.25		-	SI
Vacios llenos de asfalto (%)	63.94%	70 - 80%	65 - 75%	NO
Relacion estabilida / flujo	3125.99	1700 - 4000	-	SI
Densidad (gr/cm3)	2.373	-	-	-

Tabla 130: *Análisis de las propiedades volumétricas y mecánicas para un 8% de vidrio*

PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS PARA 8% DE VIDRIO				
PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS DE LOS ESPECÍMENES	MAC. TRADICIONAL	ESPECIFICACION EG - 2013	ESPECIFICACIÓN CE-010	CONDICIÓN
Porcentaje optimo de asfalto	5.6%	-		
Estabilidad (KN)	14.84	8.15 KN mín	8.16 KN mín	SI
Flujo (0.25mm)	4.13	8 - 14	8 - 14	NO
Porcentaje de vacios de aire (%)	5.24	3 - 5	3 - 5	NO
Vacios del agregado mineral (%)	14.34	15 % máx	-	SI
Vacios llenos de asfalto (%)	63.57%	70 - 80%	65 - 75%	NO
Relacion estabilida / flujo	3676.07	1700 - 4000	-	SI
Densidad (gr/cm3)	2.371	-	-	-



Tabla 131: *Análisis de las propiedades volumétricas y mecánicas para un 10% de vidrio*

PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS PARA 10% DE VIDRIO				
PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS DE LOS ESPECÍMENES	MAC. TRADICIONAL	ESPECIFICACION EG - 2013	ESPECIFICACIÓN CE-010	CONDICIÓN
Porcentaje optimo de asfalto	5.6%	-		
Estabilidad (KN)	16.18	8.15 KN mín	8.16 KN min	SI
Flujo (0.25mm)	4.58	8 - 14	8 - 14	NO
Porcentaje de vacios de aire (%)	5.27	3 - 5	3 - 5	NO
Vacios del agregado mineral (%)	14.36	15 % máx	-	SI
Vacios llenos de asfalto (%)	63.40%	70 - 80%	65 - 75%	NO
Relacion estabilida / flujo	3638.98	1700 - 4000	-	SI
Densidad (gr/cm3)	2.370	-	-	-

Tabla 132: *Análisis de las propiedades volumétricas y mecánicas para un 12% de vidrio*

PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS PARA 12% DE VIDRIO				
PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS DE LOS ESPECÍMENES	MAC. TRADICIONAL	ESPECIFICACION EG - 2013	ESPECIFICACIÓN CE-010	CONDICIÓN
Porcentaje optimo de asfalto	5.6%	-		
Estabilidad (KN)	15.64	8.15 KN mín	8.16 KN min	SI
Flujo (0.25mm)	4.50	8 - 14	8 - 14	NO
Porcentaje de vacios de aire (%)	5.36	3 - 5	3 - 5	NO
Vacios del agregado mineral (%)	14.44	15 % máx	-	SI
Vacios llenos de asfalto (%)	62.92%	70 - 80%	65 - 75%	NO
Relacion estabilida / flujo	3676.80	1700 - 4000	-	SI
Densidad (gr/cm3)	2.368	-	-	-

Tabla 133: *Análisis de las propiedades volumétricas y mecánicas para un 15% de vidrio*

PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS PARA 15% DE VIDRIO				
PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS DE LOS ESPECÍMENES	MAC. TRADICIONAL	ESPECIFICACION EG - 2013	ESPECIFICACIÓN CE-010	CONDICIÓN
Porcentaje optimo de asfalto	5.6%	-		
Estabilidad (KN)	14.50	8.15 KN mín	8.16 KN min	SI
Flujo (0.25mm)	5.46	8 - 14	8 - 14	NO
Porcentaje de vacios de aire (%)	4.82	3 - 5	3 - 5	SI
Vacios del agregado mineral (%)	14.0	15 min	14 min	no
Vacios llenos de asfalto (%)	65.56%	70 - 80%	65 - 75%	SI
Relacion estabilida / flujo	2752.85	1700 - 4000	-	SI
Densidad (gr/cm3)	2.381	-	-	-

b) Análisis de datos

Dentro de los especímenes fabricados con 5.6% de asfalto en porcentajes de 5%, 8%, 10%, 12% y 15% de vidrio en reemplazo en peso del agregado fino, aquellos especímenes fabricados con un 15% presentan mejores resultados que el resto, cumpliendo con los parámetros mínimos establecidos en el Manual de Especificaciones Técnicas Generales de Construcción EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y en Pavimentos Urbanos CE.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones.



En la figura N°175 observamos la relación de la estabilidad vs. el porcentaje de vidrio reemplazado; dicha relación presenta el siguiente comportamiento: aumenta, llega a un pico y luego decrece. El incremento de resistencia sucede debido a la resistencia adicional que proporcionan las partículas de vidrio añadidas, sin embargo, la resistencia, a medida que aumenta la cantidad de vidrio incorporado decrece, debido a que existe desprendimiento entre el ligante asfáltico y las caras lisas de las partículas de vidrio; a pesar de ellos todos los valores de estabilidad son mayores a los tradicionales.

En la figura N°176 observamos la relación de flujo vs. el porcentaje de vidrio reemplazado; el flujo crece con el incremento de vidrio debido al desprendimiento entre el ligante asfáltico y las caras lisas de las partículas de vidrio.

En la figura N°177 observamos la relación de los vacíos de aire (VTM) vs. el porcentaje de vidrio reemplazado; cuyo comportamiento decrece con el incremento de vidrio, debido a la mínima porosidad en las partículas de vidrio.

En la figura N°178 observamos la relación de los vacíos en el agregado mineral (VMA) vs. el porcentaje de vidrio reemplazado; cuyo comportamiento decrece con el incremento de vidrio, debido a la mínima porosidad en las partículas de vidrio.

En la figura N°179 observamos la relación de los vacíos llenos de asfalto (VFA) vs. el porcentaje de vidrio reemplazado; cuyo comportamiento crece con el incremento de vidrio, debido a que existe una disminución en el porcentaje de vacíos de aire, siendo el porcentaje de asfalto el mismo para todas las muestras con vidrio.

En la figura N°180 observamos la relación “Estabilidad / Flujo” vs. el porcentaje de vidrio reemplazado; cuyos valores están dentro de los parámetros establecidos por las normas: Manual de Especificaciones Técnicas Generales de Construcción EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y Pavimentos Urbanos CE.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones. El valor de dicha relación nos indica un equilibrio entre ambas propiedades, advirtiendo que valores muy bajos implican mezclas asfálticas muy dúctiles y valores muy altos implican mezclas asfálticas frágiles, rígidas y por ende poco durables.





Tabla 134: *Análisis de costo por m3 de una mezcla asfáltica tradicional*

Material	Porcentaje	Cantidad	Und	Precio	Und	Parcial	Und
Asfalto	5.60%	0.056	m3	18.16	m3	28.47	soles
Agregado grueso	29.44%	0.2944	m3	70	m3	18.25	soles
Agregado fino	Arena Triturada	47.27%	0.5896	62	m3	41.27	soles
	Arena Natural	11.69%					
Filler - Cemento	6%	0.06	m3	1.8	kg	304.56	soles
TOTAL M3						392.55	soles

Tabla 135: *Análisis de costo por m3 de una mezcla asfáltica tradicional modificada con sustitución de vidrio*

Material	Porcentaje	Cantidad	Und	Precio	Und	Parcial	Und
Asfalto	5.60%	0.056	m3	18.16	m3	28.47	soles
Agregado grueso	29.44%	0.2944	m3	70	m3	18.25	soles
Agregado fino	Arena Triturada	33.66%	0.4199	62	m3	29.39	soles
	Arena Natural	8.33%					
Filler - Cemento	6%	0.06	m3	1.8	kg	304.56	soles
Vidrio	16.97%	0.1697	m3	5	m3	0.8485	soles
TOTAL M3						381.52	soles



## Capítulo IV: Resultados

### 4.1. Resultado de los componentes de la mezcla asfáltica

#### 4.1.1. Resultado del comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas en relación al porcentaje óptimo de vidrio en la mezcla asfáltica tradicional.

Tabla 136: Comparación de la Mezcla Asfáltica en Caliente Patrón respecto a una Mezcla Asfáltica en Caliente Modificada con vidrio reciclado

PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS				
PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS Y MECÁNICAS DE LOS ESPECÍMENES	MACP. TRADICIONAL	MACM. CON 15% DE VIDRIO	ESPECIFICACIÓN CE-010	ESPECIFICACION EG - 2013
Porcentaje optimo de asfalto / optimo vidrio	5.6%	15.0%		-
Estabilidad (KN)	11.20	14.50	8.16 KN min	8.15 KN mín
Flujo (0.25mm)	6.70	5.46	8 - 14	8 - 14
VTM (%)	4.95	4.82	3 - 5	3 - 5
VMA (%)	14.10	14.0	14 min	15 min
VFA (%)	65.00%	65.56%	65 - 75%	70 - 80%
Relacion estabilida / flujo	1750.00	2752.85	-	1700 - 4000
Densidad (gr/cm3)	2.378	2.381	-	-

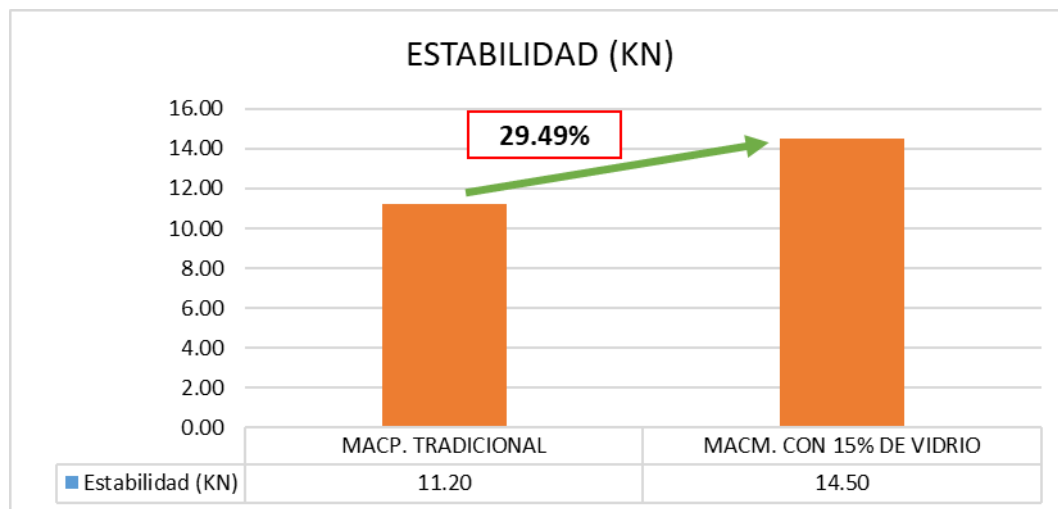


Figura 181: Resultado de la Estabilidad de una MACP respecto a una MACM fabricada con 15% de vidrio en reemplazo del agregado fino.

La estabilidad de una MACM, con un contenido óptimo de asfalto del 15%, en reemplazo del agregado fino, incrementa en 29.49% respecto a una MACP.

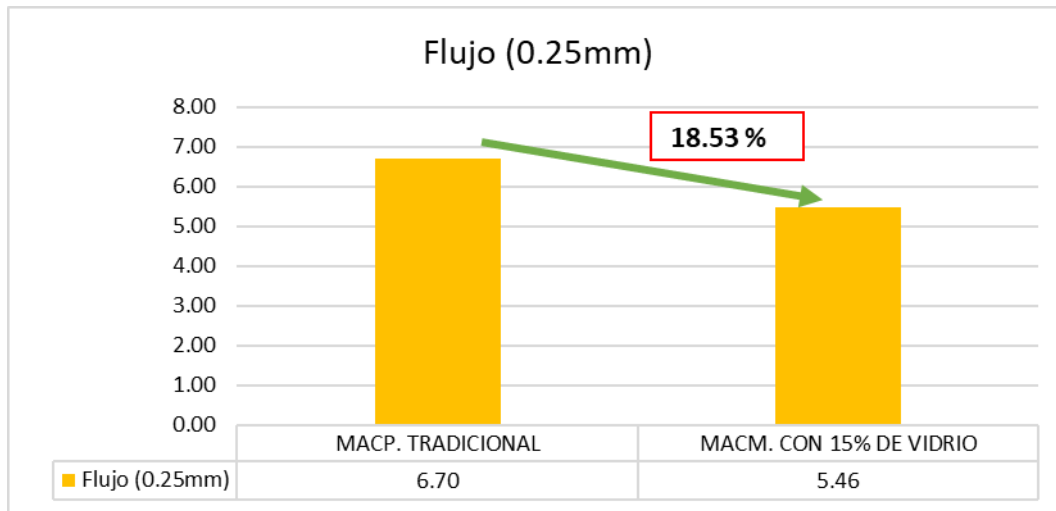


Figura 182: Resultado del Flujo de una MACP respecto a una MACM fabricada con 15% de vidrio en reemplazo del agregado fino.

El flujo de una MACM, con un contenido óptimo de asfalto del 15%, en reemplazo del agregado fino, disminuye en 18.53% respecto a una MACP. Debido a la poca deformación que presenta el vidrio.

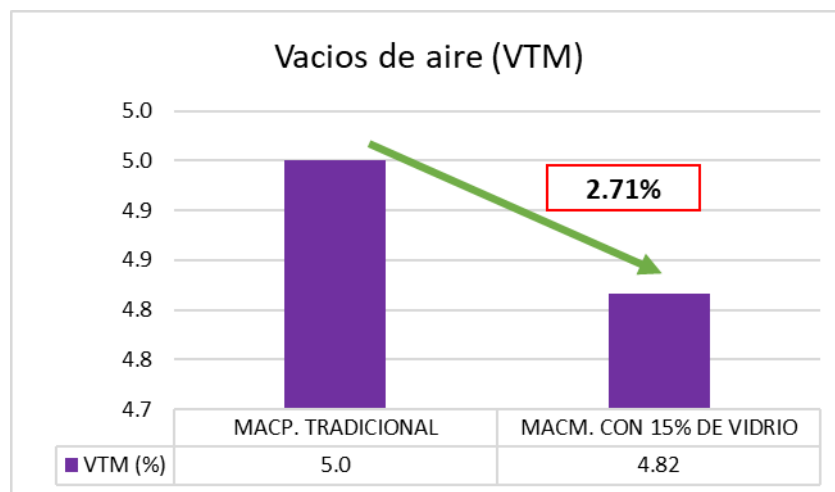


Figura 183: Resultado de los vacíos de aire (VTM) de una MACP respecto a una MACM fabricada con 15% de vidrio en reemplazo del agregado fino.

Los vacíos de aire (VTM) de una MACM, con un contenido óptimo de asfalto del 15%, en reemplazo del agregado fino, disminuye en 2.71% respecto a una MACP. Debido a la mínima porosidad en las partículas de vidrio.

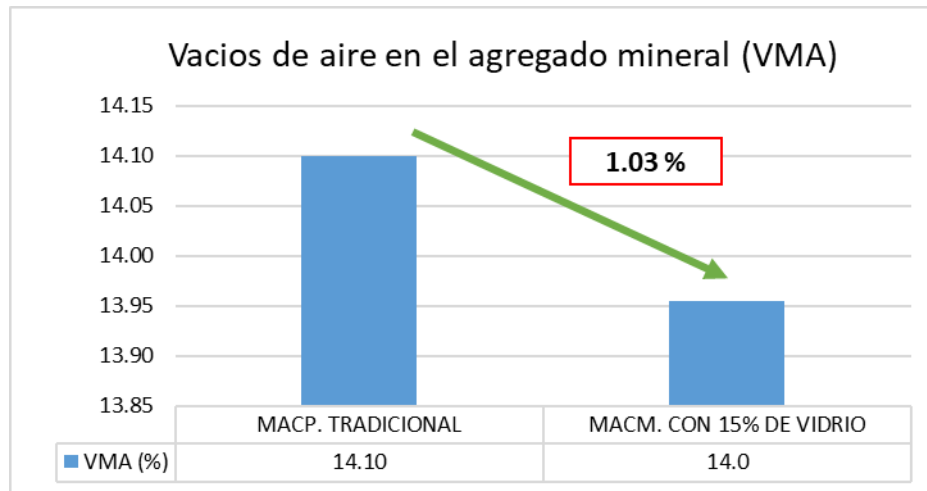


Figura 184: Resultado de los vacíos en el agregado mineral (VMA) de una MACP respecto a una MACM fabricada con 15% de vidrio en reemplazo del agregado fino.

Los vacíos en el agregado mineral (VMA) de una MACM, con un contenido óptimo de asfalto del 15%, en reemplazo del agregado fino, disminuye en 1.03% respecto a una MACP. Debido a mínima debido a la mínima porosidad en las partículas de vidrio.

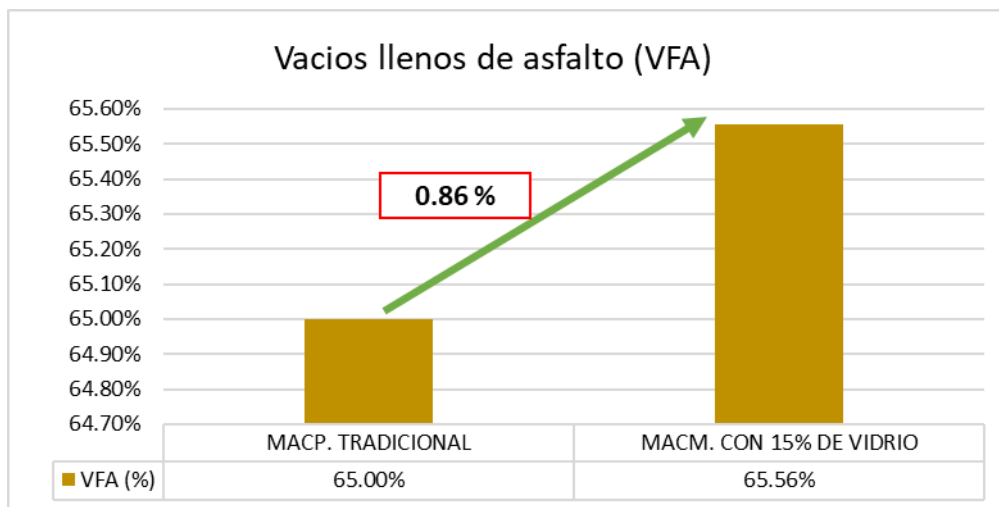


Figura 185: Resultado de los vacíos llenos de asfalto (VFA) de una MACP respecto a una MACM fabricada con 15% de vidrio en reemplazo del agregado fino.

Los vacíos llenos de asfalto (VFA) de una MACM, con un contenido óptimo de asfalto del 15%, en reemplazo del agregado fino, incrementa en 0.86% respecto a una MACP. Debido a que la cantidad de vacíos es menor por la falta de porosidad, y que el contenido de asfalto es el mismo, los vacíos llenos de asfalto se incrementan.



## Capítulo V: Discusión

Discusión n°01: En la figura N°181 la estabilidad de una MACM, con un contenido óptimo de asfalto del 15%, en reemplazo del agregado fino, incrementa en 29.49% respecto a una MACP. Esto indica que el vidrio proporcionó mayor resistencia a la mezcla asfáltica ante solicitaciones de tránsito.

Discusión n°02: En la figura N°182 el flujo de una MACM, con un contenido óptimo de asfalto del 15%, en reemplazo del agregado fino, disminuye en 18.53% respecto a una MACP. Esto indica que la mezcla asfáltica tiene tendencia a ser frágil.

Discusión n°03: En la figura N°183 los vacíos de aire (VTM) de una MACM, con un contenido óptimo de asfalto del 15%, en reemplazo del agregado fino, disminuye en 2.71% respecto a una MACP. Cumpliendo los parámetros establecidos, permitiendo cierta compactación adicional debido a las cargas del tráfico y así el asfalto pueda fluir.

Discusión n°04: En la figura N°184 los vacíos en el agregado mineral (VMA) de una MACM, con un contenido óptimo de asfalto del 15%, en reemplazo del agregado fino, disminuye en 1.03% respecto a una MACP.

Discusión n°05: En la figura N°185 los vacíos llenos de asfalto (VFA) de una MACM, con un contenido óptimo de asfalto del 15%, en reemplazo del agregado fino, incrementa en 0.86% respecto a una MACP. Disminuyendo así el porcentaje de vacíos de aire (VTM).

Discusión n°06: ¿Qué se hizo para que el agregado fino, que no entraba dentro de los valores establecidos por el MAC 2 dados en el Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales de Construcción EG – 2013” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del Perú, cumpla con estos valores exigidos?

Debido a que la arena natural por sí sola, no cumplía con los rangos de valores establecidos por las especificaciones, se hizo una combinación con arena triturada, ya que ésta es favorable para la mezcla asfáltica debido a que sus partículas cuentan con caras fracturadas. Se usaron porcentajes de cada arena de forma que la combinación este dentro de los valores especificados; de igual manera se utilizó cemento como filler.



Tabla 137: *Combinación de agregados*

DATOS		AGREGADO GRUESO	32.00%	AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA	55.00%	AGREGADO FINO - ARENA NATURAL	13.00%		
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PORCENTAJE RETENIDO DEL AGREGADO GRUESO	PORCENTAJE RETENIDO DEL AGREGADO FINO - ARENA TRITURADA	PORCENTAJE RETENIDO DEL AGREGADO FINO - ARENA NATURAL	PORCENTAJE RETENIDO DE LA COMBINACION DE AGREGADOS	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES - MAC 2	
		A - G	B - T	C - N	D	E	F		
19.050	3/4"	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
12.700	1/2"	30.20%	0.00%	0.00%	9.66%	9.66%	90.34%	80%	100%
9.525	3/8"	50.98%	0.00%	0.00%	16.31%	25.98%	74.02%	70%	88%
4.750	Nº 4	18.81%	8.66%	4.43%	11.36%	37.34%	62.66%	51%	68%
2.000	Nº 10	0.00%	32.58%	23.25%	20.94%	58.28%	41.72%	38%	52%
0.425	Nº 40	0.00%	30.11%	44.29%	22.32%	80.60%	19.40%	17%	28%
0.150	Nº 100	0.00%	15.02%	21.71%	11.08%	91.68%	8.32%	8%	17%
0.075	Nº 200	0.00%	7.04%	4.13%	4.41%	96.09%	3.91%	4%	8%
		0.00%	6.59%	2.18%	3.91%	100.00%	0.00%		
		100.000%	100.000%	100.000%	100.000%				

**COMBINACIÓN DE AGREGADOS**

El gráfico muestra tres líneas: una verde para el límite inferior, una azul para el límite superior y una amarilla para la combinación de agregados. Los puntos de datos están etiquetados con sus respectivos porcentajes acumulados.

Apertura (mm)	Límite Inferior (%)	Límite Superior (%)	Combinación de Agregados (%)
0.075	3.91%	3.91%	3.91%
0.150	8.32%	8.32%	8.32%
0.425	19.40%	19.40%	19.40%
0.750	37.34%	37.34%	37.34%
1.500	58.28%	58.28%	58.28%
3.000	80.60%	80.60%	80.60%
6.000	91.68%	91.68%	91.68%
12.000	100.00%	100.00%	100.00%

Discusión n°07: ¿Qué se hizo respecto a los porcentajes de absorción, tanto del agregado grueso como del fino, que no entran dentro de los valores sugeridos por el Manual de Ensayos para Materiales?



Tanto el agregado fino como en el grueso, tienen porcentajes de absorción superiores a los sugeridos en el Manual de Ensayos para Materiales, sin embargo, este valor no afectará negativamente el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente, debido a que los resultados del ensayo de abrasión del agregado grueso, mediante la máquina de los ángeles, muestran valores de desgaste muy bajos dentro de los parámetros; esto nos indica que, a pesar de que los valores de absorción son altos, lo cual significa que el agregado es poroso, no es lo suficientemente poroso para ser significativo en la durabilidad de estos agregados; asegurando así la durabilidad de la mezcla asfáltica en caliente, tal como el Manual de Ensayos dicta hacer, si es que algún valor sale de los rangos establecidos.

Discusión n°08: ¿Cuál es el porcentaje óptimo de sustitución de agregado fino por vidrio triturado en una mezcla asfáltica en caliente con asfalto PEN 85-100 que brinda mejores resultados para la mezcla asfáltica?

El porcentaje de sustitución de agregado fino por vidrio reciclado triturado que se considera óptimo, ya que brinda resultados beneficiosos para la mezcla asfáltica, es de 15%, similar a lo estipulado en el antecedente *“USO DE VIDRIO MOLIDO EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS, CON EL PROPÓSITO DE REDUCIR LA CONTAMINACIÓN”* y a diferencia del antecedente *“PAVIMENTOS SUSTENTABLES CON VIDRIO RECICLADO EN ASFALTO PARA VÍAS PÚBLICAS”*; esta elección se fundamenta en la comparación de los resultados de cada mezcla asfáltica en caliente con asfalto PEN 85-100 tradicional o patrón respecto a una modificada por diferentes porcentajes de vidrio reciclado triturado en reemplazo del agregado fino, buscando los parámetros adecuados, tal como se muestra en los parámetros establecidos del Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas generales para la Construcción EG –2013”, y en “Pavimentos Urbanos CE.010” del Reglamento Nacional de Edificaciones. Esto nos demuestra que la hipótesis general de la presente investigación es afirmada, debido a que una mezcla asfáltica tradicional en caliente elaborada con asfalto PEN 85-100, sustituida en el agregado fino por un porcentaje óptimo de vidrio reciclado triturado, presenta un mayor valor de estabilidad, menor valor de flujo y un menor porcentaje de vacíos de aire.

Discusión n°09: ¿Cómo influye la sustitución de agregado fino por un porcentaje óptimo de vidrio reciclado triturado, en una mezcla asfáltica en caliente tradicional fabricada con asfalto PEN 85-100?

La sustitución de agregado fino por el porcentaje óptimo de vidrio reciclado triturado influye favorablemente en la estabilidad de la mezcla asfáltica, así como también disminuye el



porcentaje de vacíos de dicha mezcla asfáltica, debido a que el vidrio no presenta porosidad, también logra un buen resultado en la relación de estabilidad-flujo de la mezcla; como también se demuestra en los antecedentes *“USO DE VIDRIO MOLIDO EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS, CON EL PROPÓSITO DE REDUCIR LA CONTAMINACIÓN”* y *“ASFALTOS MODIFICADOS CON VIDRIO Y SU COMPARACIÓN TÉCNICO Y ECONÓMICO CON LOS ASFALTOS CONVENCIONALES”*

Discusión n°10: ¿Cómo se analizan los valores de flujo de las mezclas asfálticas en caliente sustituidas en el agregado fino por porcentajes de vidrio reciclado triturado, que son menores a los valores recomendados en el Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales de Construcción EG – 2013” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del Perú?

Debido a que los valores de las mezclas asfálticas en caliente modificadas en el agregado fino por porcentajes de vidrio reciclado triturado, son muy bajas respecto a las dadas en dicho manual, se tiene que garantizar que la mezcla asfáltica no tenga una falla frágil, debido a valores de flujo bajos y valores de estabilidad muy altos, como indica el manual; esto se logrará mediante los valores de relación estabilidad-flujo dados en el manual ya mencionado. Teniendo entonces un valor de relación estabilidad-flujo dentro de los parámetros indicados, se está garantizando que la mezcla asfáltica no tenga un comportamiento frágil.

Discusión n°11: ¿Qué dificultades se presentaron durante el proceso de trituración y manipulación del vidrio?

En la etapa de trituración a través de la “Máquina de los Ángeles”, como hace referencia el antecedente: *“DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO, EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F<sup>c</sup> 210 KG/CM<sup>2</sup>, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE VICHO Y AGREGADO FINO DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y MINA ROJA*, utilizamos los equipos de protección personal necesarios debido a las partículas de vidrio desprendidas durante los procesos, de igual manera durante la manipulación para evitar posibles cortes. .

Discusión n°12: ¿Por qué se sustituyó el agregado fino de una mezcla asfáltica en caliente elaborada con asfalto PEN 85-100 por porcentajes de vidrio reciclado triturado?

Se sustituyó en una mezcla asfáltica tradicional con asfalto PEN 85-100, porcentajes de vidrio reciclado triturado debido a que el vidrio es un material resistente compuesto principalmente por sílice, por lo cual sus principales componentes son similares a los que presenta la arena, y





siendo el vidrio 100% reciclable, estos componentes no se alteran ni se pierden en el proceso de reciclaje del vidrio, así como en su trituración.

Discusión n°13: En la tabla N°133 y N°134 se observa el análisis de costos por m<sup>3</sup> de una mezcla asfáltica tradicional respecto a una mezcla asfáltica modificada con vidrio al 15 %, teniendo una diferencia aproximada de S/.11.03 debido a la sustitución de agregado fino por vidrio triturado.



## Glosario

<b>AASHTO:</b>	American Association of State Highway and Transportation officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes)
<b>ASTM:</b>	American Society for Testing Materials (Sociedad Americana de Ensayos y Materiales)
<b>Cantera:</b>	Deposito natural de material apropiado para uso en la construcción
<b>Contenido de asfalto óptimo:</b>	El contenido de asfalto con el cual se logran los mejores valores para estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos
<b>EG – 2013:</b>	Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción
<b>Estabilidad:</b>	Fuerza aportada por un espécimen al ser sometido a la máquina MARSHALL
<b>Filler:</b>	Relleno mineral, aquel material pasante la malla n° 200
<b>Flujo:</b>	Deformación que sufre un espécimen al ser sometido a la máquina MARSHALL
<b>Glassgrid:</b>	Tecnología de mezcla asfáltica con rejillas de vidrio
<b>Glassphalt:</b>	Tecnología de mezcla asfáltica con vidrio
<b>Gradación:</b>	Representa la cantidad de partículas de diferentes tamaños consecutivos que tiene un agregado
<b>MAC:</b>	Mezcla asfáltica en caliente
<b>Macadam asfáltico:</b>	Mezcla asfáltica en caliente
<b>MACM:</b>	Mezcla asfáltica en caliente modificada
<b>MACP:</b>	Mezcla asfáltica en caliente patrón
<b>MTC E – 2016:</b>	Manual de Ensayo de Materiales
<b>MTC:</b>	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
<b>NTP:</b>	Norma Técnica Peruana
<b>RNE:</b>	Reglamento Nacional de Edificaciones
<b>SINAC:</b>	Sistema Nacional De Carreteras
<b>Stripping:</b>	Es la falla de una mezcla asfáltica por la presencia de agua
<b>TM:</b>	Tamaño máximo, representa al último tamiz por el que pasa todo el material
<b>TMN:</b>	Tamaño máximo nominal, representa el tamiz que contiene el primer retenido
<b>Trincheras:</b>	Subrasante, es el nivel al que queda el suelo luego de haber sido excavado



<b>VFA:</b>	Vacíos llenos de asfalto
<b>VMA:</b>	Vacíos del agregado mineral
<b>VTM:</b>	Vacíos totales de aire



## Conclusiones

### Conclusión n°01:

Se demuestra la hipótesis general: “La Mezcla Asfáltica en Caliente Modificada con vidrio (MACM) en reemplazo en peso del agregado fino en un porcentaje óptimo presenta un mayor valor de estabilidad, menores valores de flujo y porcentaje de vacíos con respecto a una Mezcla Asfáltica en Caliente Patrón (MACP)”, esto se demuestra con los resultados obtenidos que podemos observar en la tabla N°136 del capítulo IV.

### Conclusión n°02:

Se demostró la Sub Hipótesis n°01: “El porcentaje de vacíos de una MACM, disminuye con respecto al porcentaje de vacíos de una MACP”, debido a que el porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica en caliente tradicional es de 4.95 y el porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica modificada con vidrio es de 4.82, dichos resultados podemos apreciarlos en la tabla N°136 del capítulo IV.

### Conclusión n°03:

Se demostró la Sub Hipótesis n°02: “La magnitud de la Estabilidad de una MACM, brinda un mayor resultado en la carpeta asfáltica, con respecto a la magnitud de la Estabilidad de una MACP”; debido a que el valor de estabilidad de una mezcla asfáltica en caliente tradicional es de 11.20 KN y el valor de estabilidad de una mezcla asfáltica modificada con vidrio es de 14.50 KN, dichos resultados podemos apreciarlos en la tabla N°136 del capítulo IV.

### Conclusión n°04:

Se demostró la Sub Hipótesis n°03: “La magnitud de flujo de una MACM, brinda menores resultados, con respecto a la magnitud del flujo de una MACP”; debido a que el valor del flujo de una mezcla asfáltica en caliente tradicional es de 6.70 el valor del flujo de una mezcla asfáltica modificada con vidrio es de 5.46, dichos resultados podemos apreciarlos en la tabla N°136 del capítulo IV.

### Conclusión n°05:

No se demostró la Sub Hipótesis n°04: “El contenido óptimo de vidrio en reemplazo del agregado fino en peso de una MACM, es de 10%”; debido a que el porcentaje óptimo de vidrio con el cual se obtienen resultados más beneficiosos para una mezcla asfáltica en caliente es de 15%, dicho análisis podemos en la tabla N°136 del capítulo IV.



## Recomendaciones

### Recomendación n°01:

Se recomienda realizar investigaciones mediante la realización de los siguientes ensayos a una mezcla asfáltica en caliente modificada con vidrio en reemplazo del agregado fino.

- Prueba de susceptibilidad a la humedad y a las deformaciones permanentes usando la rueda cargada de Hamburgo.
- Efecto del agua en la resistencia a la compresión de mezclas bituminosas compactadas (MTC E 518).
- Resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad (MTC E 522) para corroborar una buena afinidad entre el ligante asfáltico y el vidrio.

### Recomendación n°02:

Se recomienda realizar un análisis de costos más detallado en la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente tradicional, respecto a una mezcla asfáltica en caliente modificada con vidrio en reemplazo del agregado fino, considerando que el costo de un proceso así sería elevado en la etapa inicial.

### Recomendación n°03:

Se recomienda realizar la presente investigación con agregados provenientes de diferentes canteras de la ciudad de Cusco.

### Recomendación n°04:

Es recomendable que, durante el proceso de la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente, realizar el control de temperatura; así como también realizar un mezclado parejo y continuo.

### Recomendación n°05:

Se recomienda el uso de equipos de protección personal en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente, debido a que el asfalto al ser sometido a altas temperaturas se encuentra en estado líquido y libera vapores altamente tóxicos, además al estar en estado líquido es peligroso manipularlo.



Recomendación n°06:

Evaluar la variación del betún asfáltico por cada porcentaje de vidrio sustituido, obteniendo un óptimo contenido de asfalto en cada porcentaje de vidrio.

### Referencias

- Coronado, J. (2002). *Manual centroamericano para diseño de pavimentos*. Guatemala: La SIECA.
- Garnica, P.; Delgado, H.; Gomez, L. (2004). *Aapectos del diseño volumétrico de mezclas asfálticas* . Querétaro: Sanfandila, Qro.
- Hernandez, R. Fernandez, C. Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* . Mexico D.F.: McGraw- Hill.
- Institute, the asphalt; S.A., Productos asfálticos. (1962). Manual de asfalto. En t. a. Institute, & P. a. S.A., *Manual de asfalto*. España: URMO S.A.
- Leon, L. (2003). *Tecnología del Cemento Asfáltico*. Popayan: FAID.
- Llull Universitat Ramon. (2016). *Cristal materiales*. LaSalle Arq.
- Maila, M. (2013). Comportamiento de una mezcla asfáltica modificada. En M. Maila, *Comportamiento de una mezcla asfáltica modificada*. Quito.
- Manual de ensayo de materiales. (2016). *MTC*.
- Matus, I. Y Blanco, M. (2013). *Guia de materiales de construcción*. Madrid: FTC.
- Minaya, S., & Ordoñez, A. (2006). *Diseño Moderno De Pavimentos Asfálticos*. Lima: ICG.
- Minaya, S.; Ordonez, A. (2001). Manual de laboratorio, ensayos para pavimentos volumen i . En S. Minaya, & A. Ordonez, *Manual de laboratorio, ensayos para pavimentos volumen i* . Lima.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones . (2013). Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion. *Manuale de carreteras* -.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. *Manual de carreteras*, 133 - 134.



- Ministerio de Transportes y Comunicaciones,. (2016). Manual de ensayo de materiales. *MTC*.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento . (2010). Norma CE.010 pavimentos urbanos. *Reglamento nacional de edificaciones*.
- Montejo, F. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Bogotá, D.C.: Stella Valbuena de Fierro.
- Pearson Carlos. (S/A). *Manual del Vidrio Plano*. República de Argentina: CAVIPLAN.
- Rondon, Q. y Reyes, F. . (2015). *Pavimentos - Materiales, construcción y diseño*. Bogotá: ECOE.
- Solano, G. (2014). *Guía de procesos constructivos de una vía en pavimento*. Bogotá D.C.
- Tapia, M. (SA). *Pavimentos*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- The asphalt institute; productos asfálticos S. A. (1962). *Manual de asfalto*. España: URMO S. A.
- Zúñiga, R. (2015). *Laboratorio nacional de viabilidad, Mezcla Asfáltica en caliente*. Santiago: Laboratorio nacional de viabilidad.



Anexos

Matriz de consistencia

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD, FLUJO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON VIDRIO RECICLADO - 2018"										
MATRIZ DE CONSISTENCIA										
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	TIPO	VARIABLE	DESCRIPCION	NIVEL	INDICADOR	INSTRUMENTOS		
Problema General: ¿Cuál será el análisis comparativo de la estabilidad, el flujo y el porcentaje de vacíos de una Mezcla Asfáltica en Caliente Patrón (MACP) con respecto a la estabilidad, el flujo y el porcentaje de vacíos de una Mezcla Asfáltica en Caliente Modificada con vidrio reciclado molido (MACM) en reemplazo en peso del agregado mineral en porcentajes de 5%, 8% 10%, 12% y 15%?	Objetivo General: Analizar comparativamente la variación de la estabilidad, el flujo y el porcentaje de vacíos de una Mezcla Asfáltica en Caliente Patrón (MACP) con respecto a la estabilidad, el flujo y el porcentaje de vacíos de una Mezcla Asfáltica en Caliente Modificada con vidrio reciclado molido (MACM) en reemplazo en peso del agregado mineral en porcentajes de 5%, 8% 10%, 12% y 15%.	Hipótesis General: La Mezcla Asfáltica en Caliente Modificada con vidrio reciclado molido (MACM) en reemplazo en peso del agregado mineral en un porcentaje óptimo presentará un mayor valor de estabilidad, menores valores de flujo y porcentaje de vacíos con respecto a una Mezcla Asfáltica en Caliente Patrón (MACP).	VARIABLE INDEPENDIENTE	Vidrio molido	Producto inorganico constituido principalmente por sílice, sus propiedades son: dureza, fragilidad, transparencia y es deformable sólo a altas temperaturas. Se usa fragmentos de vidrio de residuo proveniente de vidrierías de la ciudad, trituradas y molidas hasta un tamaño máximo de 4.27 mm.	Porcentaje en Peso (%)	Dosificación según diseño en (Kg)	Fichas de laboratorio y Fichas de procesamiento en Gabinete		
				MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	Se llama así a la combinación de áridos (incluido el polvo mineral) con un ligante. Las cantidades relativas de ligante y áridos determinan las propiedades físico - mecánicas de la mezcla asfáltica. La mezcla asfáltica en caliente tradicional, modificada con vidrio molido en porcentajes en reemplazo en peso del agregado fino se realiza bajo controles de las propiedades de los agregados y del vidrio a través de los ensayos realizados.	AGREGADO FINO	Dosificación según diseño en (Kg)	Fichas de laboratorio y Fichas de procesamiento en Gabinete		
					AGREGADO GRUESO	Dosificación según diseño en (Kg)	Fichas de laboratorio y Fichas de procesamiento en Gabinete			
Problema Especifico N°01: ¿Cuál será el análisis comparativo del porcentaje de vacíos de una MACP con respecto al porcentaje de vacíos de una MACM?	Objetivo Especifico N°01: Analizar comparativamente la variación del porcentaje de vacíos de una MACP con respecto al porcentaje de vacíos de una MACM.	Sub-Hipótesis N°01: El porcentaje de vacíos de una MACM, disminuirá con respecto al porcentaje de vacíos de una MACP.	VARIABLE DEPENDIENTE	PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE -VTM	Porcentaje total de vacíos de aire del volumen del espécimen.	Cemento Asfáltico PEN 85 - 100	Dosificación según diseño en (Kg)	Fichas de laboratorio y Fichas de procesamiento en Gabinete		
Problema Especifico N°02: ¿Cuál será el análisis comparativo de la magnitud de la Estabilidad de una MACP con respecto a la magnitud de la Estabilidad de una MACM?	Objetivo Especifico N°02: Analizar comparativamente la variación de la magnitud de la Estabilidad de una MACP con respecto a la magnitud de la Estabilidad de una MACM.	Sub Hipótesis N°02: La magnitud de la Estabilidad de una MACM, brindará un mayor resultado en la carpeta asfáltica, con respecto a la magnitud de la Estabilidad de una MACP.				ESTABILIDAD MARSHALL	Resistencia máxima de la mezcla asfáltica a la deformación.	Porcentaje de Vacíos con 5% de vidrio	PORCENTAJE DE VACIOS DEL ESPECIMEN EN PORCENTAJE (%)	Fichas de laboratorio y Fichas de procesamiento en Gabinete
								Porcentaje de Vacíos con 8% de vidrio		
Porcentaje de Vacíos con 10% de vidrio										
Porcentaje de Vacíos con 12% de vidrio										
Porcentaje de Vacíos con 15% de vidrio										
Problema Especifico N°03: ¿Cuál será el análisis comparativo de la magnitud del flujo de una MACP con respecto a la magnitud del flujo de una MACM?	Objetivo Especifico N°03: Analizar comparativamente la variación de la magnitud de flujo de una MACP con respecto a la magnitud del flujo de una MACM.	Sub Hipótesis 03: La magnitud de flujo de una MACM, brindará menores resultados, con respecto a la magnitud del flujo de una MACM.	FLUJO MARSHALL	Deformación máxima de la mezcla asfáltica antes de fallar.	Magnitud de Estabilidad con 5% de vidrio	MAGNITUD DE LA ESTABILIDAD DEL ESPECIMEN EN FUERZA (N)	Fichas de laboratorio y Fichas de procesamiento en Gabinete			
Problema Especifico N°04: ¿Cuál es el contenido óptimo de vidrio reciclado molido en reemplazo del agregado mineral en peso de una MACM?	Objetivo Especifico N°04: Determinar el contenido óptimo de vidrio reciclado molido en reemplazo del agregado mineral en peso de una MACM.	Sub-Hipótesis N°04: El contenido óptimo de vidrio reciclado molido en reemplazo del agregado mineral en peso de una MACM, es de 10%.			FLUJO MARSHALL			Deformación máxima de la mezcla asfáltica antes de fallar.	Magnitud de Estabilidad con 8% de vidrio	
			Magnitud de Estabilidad con 10% de vidrio							
Magnitud de Estabilidad con 12% de vidrio										
Magnitud de Estabilidad con 15% de vidrio										
Magnitud de Flujo con 5% de vidrio	MAGNITUD DEL FLUJO DEL ESPECIMEN EN LONGITUD (mm)	Fichas de laboratorio y Fichas de procesamiento en Gabinete								
Magnitud de Flujo con 8% de vidrio										
Magnitud de Flujo con 10% de vidrio										
Magnitud de Flujo con 12% de vidrio										
Magnitud de Flujo con 15% de vidrio										