



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis del diseño de mezcla asfáltica en caliente
modificada con aditivo RICOT Z 3000 para zonas de altura**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Prado Cabello, Luis Felipe (ORCID: 0000-0003-2672-8326)

Vigil Rojas, Genaro John (ORCID: 0000-0003-0386-1634)

ASESOR:

ING. MBA Contreras Velasquez, Jose Antonio (ORCID: 0000-0001-5630-1820)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi querida esposa,
mis hijos, nietos y bisnietos a quienes
amo y estimo de manera especial.

Y a la FI UCV, por darme la oportunidad
de mejorar profesionalmente.

Prado Cabello, Luis Felipe

Dedicatoria

A mi madre, por su perseverancia y apoyo
constante.

A mi novia, por su profesionalismo, apoyo
e inspiración.

A la FI UCV, mi segunda casa.

Vigil Rojas, Genaro John

Agradecimiento

Nuestro agradecimiento en primer lugar es a Dios por darnos la vida, permitir desarrollarnos y lograr nuestras metas trazadas.

Damos las gracias a nuestros padres por su incondicional amor, entendimiento y empuje durante todos los días de nuestras vidas.

A nuestras compañeras de vida por ser inspiración para continuar existiendo; también, por su amor y comprensión en los momentos más difíciles de nuestras vidas.

De manera representativa, agradecemos a nuestros compañeros, asesores y docentes que contribuyeron en nuestra formación académica con sus experiencias profesionales y conocimientos.

Finalmente, agradecemos a cada una de las personas que formaron parte de este informe de investigación.

Índice de contenidos

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS.....	42

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 2. Matriz de consistencia

Tabla 3. Tipo de MAC

Tabla 4. Análisis Granulométrico por Tamizado

Tabla 5. Combinación física de los agregados

Tabla 6. C.A. en el peso de la mezcla

Tabla 7. Porcentaje óptimo del C.A.

Tabla 8. Contenido óptimo del C.A.

Tabla 9. Resumen de resultados para la dosificación del C.A.

Tabla 10. Compactación variable a 10 golpes por cara

Tabla 11. Compactación variable a 25 golpes por cara

Tabla 12. Compactación variable a 50 golpes por cara

Tabla 13. Compactación variable a 75 golpes por cara

Tabla 14. Lottman al 0.50% de aditivo RICOT Z 3000

Tabla 15. Lottman al 0.70% de aditivo RICOT Z 3000

Tabla 16. Lottman al 0.90% de aditivo RICOT Z 3000

Tabla 17. Lottman al 1.00% de aditivo RICOT Z 3000

Tabla 18. Resumen promedio - TSR

Tabla 19. Comparación de resultados con la norma ASTM D-4867

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de fases de una mezcla asfáltica compactada, por VELASCO L., 2016, p. 7

Figura 2. Deformación permanente a nivel de carpeta asfáltica, por MORALES C., 2012, p. 18

Figura 3. Agrietamiento por fatiga, por MORALES C., 2012, p. 19

Figura 4. Fisuración por baja temperatura, por MORALES C., 2012, p. 20

Figura 5. Rangos del ensayo Lottman

Figura 6. Gráfica del Análisis Granulométrico por Tamizado

Figura 7. Gráfica de la Combinación Física de los Agregados

Figura 8. Gráfica de tendencias de parámetros

Figura 9. Gráfica de compactación variable

Figura 10. Gráfica del ensayo Lottman

Índice de anexos

Anexo 1: Declaratoria de autenticidad de los autores

Anexo 2: Declaratoria de autenticidad del asesor

Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables

Anexo 4: Instrumento de recolección de datos

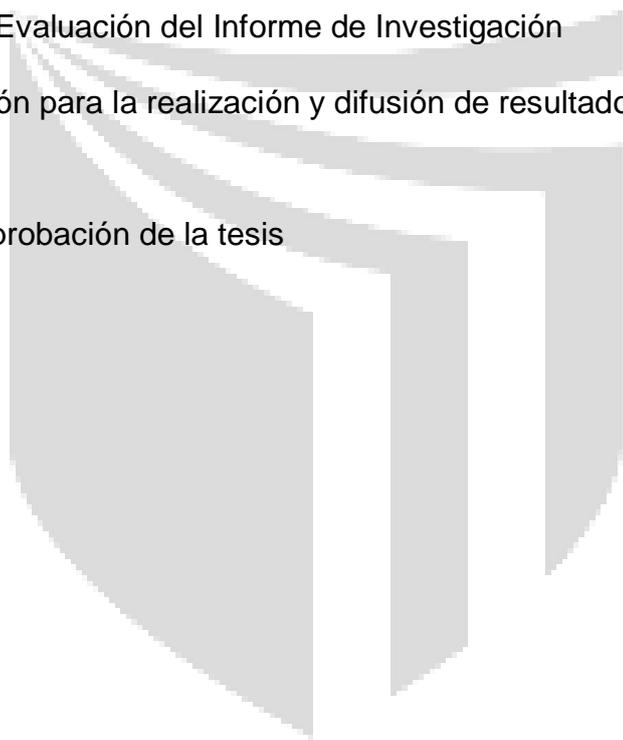
Anexo 5: Matriz de consistencia

Anexo 6: Resultados del Turnitin

Anexo 7: Matriz de Evaluación del Informe de Investigación

Anexo 8: Autorización para la realización y difusión de resultados de la investigación

Anexo 9: Acta de aprobación de la tesis



Índice de abreviaturas

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes)
TSR	Thermal Shock Resistance (Resistencia al choque térmico o Resistencia a la tracción indirecta)
MAC	Mezcla Asfáltica en Caliente
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
MSNM.	Metros sobre el nivel del mar.
KM.	Kilómetros
MTS.	Metros
MM.	Milímetros
Superpave	Superior Performance Pavements (Pavimentos de rendimiento superior)
C.A.	Cemento Asfáltico
V.M.A.	Vacíos en el Agregado Mineral
NTP	Norma técnica peruana
U.M.	Unidad de medida

RESUMEN

El informe de investigación se elaboró con aspectos teóricos y prácticos para analizar el diseño de una mezcla asfáltica en caliente que resista las inclemencias climatológicas de la ciudad de Cerro de Pasco, provincia de Pasco, departamento de Pasco.

El objetivo del informe de investigación es analizar el diseño de una mezcla asfáltica en caliente que soporte bajas temperaturas, la alta radiación ultravioleta ocasionada por el gradiente térmico y las condiciones climatológicas adversas en Cerro de Pasco. Asimismo, que la mezcla asfáltica propuesta sea duradera en el tiempo.

A causa de las circunstancias climatológicas y ambientales de la ciudad, las mezclas asfálticas deben alcanzar un particular cuidado en su diseño y elaboración para que el pavimento asfáltico resista con mayor probabilidad de éxito las acciones concertadas del clima y el tránsito.

Por consiguiente, se utilizará el aditivo RICOT Z 3000 cuyas características físicas y propiedades, mejora el asfalto tanto en su adherencia como resistencia a la humedad.

Se concluye que, al aplicar el aditivo presentado, la mezcla asfáltica en caliente podrá resistir las condiciones climatológicas de las zonas de altura. En este sentido, el diseño de investigación propuesto es de tipo experimental.

Palabras claves: Mezcla asfáltica en caliente, Aditivo, Zonas de altura, Adhesividad, Impermeabilidad

ABSTRACT

The research report was prepared with technical and practical aspects to analyze the design of a hot asphalt mix that resists inclement weather conditions in the city of Cerro de Pasco, Pasco province, Pasco department.

The objective of the research report is to analyze the design of a hot asphalt mix that supports low temperatures, high ultraviolet radiation caused by the thermal gradient and adverse weather conditions in Cerro de Pasco. Also, the proposed asphalt mix is durable over time.

Due to the climatic and environmental circumstances of the city, asphalt mixtures must take particular care in their design and elaboration for the resistive asphalt pavement with greater probability of success than the concerted actions of climate and traffic.

In general, the additive RICOT Z 3000 will be used, our physical characteristics and properties, improves the asphalt both in its adhesiveness and impermeability.

It is concluded that, when applying the presented additive, the hot asphalt mix will be able to resist the climatic conditions of the high areas. In this sense, the proposed research design is experimental.

Key words: Hot asphalt mix, Additives, High zones, Adhesiveness, Impermeability.



I. INTRODUCCIÓN

El informe de investigación fue desarrollado en la ciudad de Cerro de Pasco, provincia de Pasco, departamento de Pasco, en el cual, los gobiernos locales y regionales tuvieron la proyección de crear carreteras para facilitar el transporte y aumentar las condiciones de transitabilidad de los pobladores y comerciantes. La localidad ha sido considerada como “zona de altura” con climas extremos en calor y frío; las temperaturas oscilan entre los -5°C a $+30^{\circ}\text{C}$. Esta situación dificultaba las obras de carreteras no solo en el proceso de producción de la mezcla, sino también en la pavimentación. Las formas tradicionales de producción de mezcla asfáltica resultaban muy complicadas en lugares con climas extremos; en consecuencia, se buscaban soluciones de mezclas que puedan resistir las condiciones climatológicas de las zonas de altura.

“En nuestro país se considera que a partir 3,500 msnm. los pavimentos tienen una conducta propia de zonas de altura, para estas condiciones las carreteras y/o pavimentos se encuentran influenciados por un considerable gradiente térmico (radiación ultravioleta) originario por los rayos solares, por las precipitaciones pluviales y por los vientos que alcanzan una descarga de significativa de intensidad, estas condiciones compuestas influyen de manera adversa en el comportamiento del pavimento” (Páez, 2001, p.9).

Sobre la base de las tesis investigadas en cuanto al análisis de mezclas asfálticas en caliente, pavimentación y deformaciones de los pavimentos flexibles en general, se dio a conocer las problemáticas que existen en el conducta de la mezcla asfáltica en zonas de altura por las condiciones extremas del clima se han presentado diferentes alteraciones estructurales y distintas anomalías que se han manifestado en el pavimento tales como fallas como el agrietamiento por fatiga, deformación permanente, y fisuración por baja temperatura, las cuales fueron las más comunes.

La justificación de la investigación se basó en las condiciones climatológicas en las zonas de altura que suelen ser agresivas con los elementos estructurales resultando dañinas para la resistencia y durabilidad de los pavimentos flexibles.

En el informe de investigación se ha buscado experimentar con diferentes dosificaciones de aditivo RICOT Z 3000 para llegar a la condición de resistencia óptima del asfalto e indagar un alto grado de impermeabilidad, durabilidad, adhesividad y resistencia a la fatiga. Además, se consideró tratar de permitir el acceso vial sostenible para los pobladores, a los servicios que brinda el estado (públicos) y reducir los costos del transporte afiliados a vías prioritarias; asimismo, fortalecer la misión descentralizada de las vías.

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿Cómo diseñar una mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 que pueda resistir en condiciones de zonas de altura? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿De qué manera una mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 mejora la adherencia entre el cemento asfáltico y los agregados pétreos en condiciones de zonas de altura?
- **PE2:** ¿De qué manera una mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 mejora su resistencia a la humedad en condiciones de zonas de altura?

El objetivo general fue analizar el diseño de la mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 que resista en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Analizar la mejora en la adherencia entre el cemento asfáltico y los agregados pétreos de mezcla asfáltica modificada con aditivo RICOT Z 3000 en condiciones de zonas de altura.
- **OE2:** .

Durante el progreso del informe de investigación se ha buscado validar la hipótesis formulada la cual hizo referencia a que el diseño de la mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 resiste en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca.

Conjuntamente, fue necesaria la elaboración de hipótesis específicas en las cuales se ha formulado que el diseño de la mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000, mejora su adherencia entre el cemento asfáltico y los agregados pétreos en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca; y que el diseño de la mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000, mejora su resistencia a la humedad en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca.





II. MARCO TEÓRICO

La investigación realizada presenta antecedentes de diferentes fuentes de información tanto en el ámbito nacional como internacional, las mismas que están relacionadas al tema en estudio:

Para Céspedes (2019), “los elementos que participan en un diseño de mezcla asfáltica en caliente varían según el requerimiento del proyecto u obra, los más utilizados es el cemento asfáltico, agregados pétreos, fílleres y aditivos. Estos elementos le dan a la mezcla asfáltica el comportamiento funcional de la carpeta asfáltica durante su vida útil y las propiedades físicas requeridas. Además, dominan las variaciones volumétricas de la mezcla asfáltica debido a los cambios climáticos, la compactación, y a las cargas de tránsito que transitara sobre el pavimento” (p.18). [La inclusión del aditivo RICOT Z 3000 y el fíller son vitales para conseguir la resistencia requerida].

Por otro lado, Pilares (2018), señala que “las circunstancias climáticas de la zona centro del Perú son muy variables e inseguras, presentando temperaturas mínimas que van desde los -5.35°C y temperaturas máximas que van desde los 20.05°C , con alzas de -14°C y $+22^{\circ}\text{C}$. También, indican que la temperatura afecta en la deformación de la capa de rodadura y las alteraciones de temperatura produce tensiones en el pavimento. Concluye que las bajas temperaturas tienen influencia en la aparición de fallas y agrietamientos” (p.2). [Las condiciones climatológicas son una variable a considerar en el informe].

Los aportes de Aranda (2017), para el desarrollo de la presente investigación explica que “El efecto de la humedad sobre el deterioro de los pavimentos asfálticos es un fenómeno complejo donde no solo involucra procesos físicos, si no también termodinámicos, químicos y mecánicos que favorecen a su deterioro. Este trabajo de investigación ha estudiado algunos de los principales mecanismos de falla asociados a la presencia de agua mediante dos ensayos utilizados hoy en día, la rueda de Hamburgo (HWTD) y el ensayo a tracción indirecta (TSR).” (p.92). [El informe de investigación se hallará la resistencia a la tracción indirecta (TSR) o resistencia a la susceptibilidad de la mezcla asfáltica a la humedad].

Además, Urrego y Ruiz (2016), señalan que “la adhesión entre el ligante bituminoso y los agregados pétreos en una mezcla asfáltica es uno de los contrafuertes dentro del proceso de la construcción de una infraestructura vial es la variable de las mezclas asfálticas en la que se debe garantizar las principales propiedades del pavimento.” (p.18). [Siendo la adherencia uno de los parámetros a analizar en la presente investigación].

Por otro lado, Velasco (2016), sostiene que “las relaciones volumétricas y gravimétricas, el diseño y elaboración de una mezcla asfáltica se considera dicho material como un sistema trifásico formado por una fase líquida (cemento asfáltico), una fase sólida (agregado mineral) y otra gaseosa (aire)” (p.7). [Se especifica la relaciones volumétricas y gravimétricas de la mezcla asfáltica en caliente tal como se muestra en la Figura 1 (Ver figura en el anexo 4.7)].

Para Orellana (2016), “la durabilidad de la mezcla asfáltica, es un cálculo de las propiedades físicas del cemento asfáltico el cual, se modifica con el paso del tiempo (se llama endurecimiento por envejecimiento). En general, cuando una mezcla asfáltica tiene mayor tiempo, su viscosidad aumenta y se vuelve más rígido y frágil. El envejecimiento se produce al someter a la mezcla asfáltica a altas temperaturas” (p.37). [En la presente investigación se busca que la mezcla asfáltica sea durable en el tiempo].

Por otro lado, Goetendia y Pérez (2015), hacen mención que “el problema de durabilidad de las mezclas asfálticas y del pavimento se da en las condiciones puestas en práctica (condiciones de servicio), sin embargo, después de las experiencias e investigaciones del tesista en los lugares denominados como zonas de altura del Perú, se identificó a la temperatura como la variante influyente en el deterioro de las carreteras pavimentadas” (p.10).

Corrales (2015), manifiesta que “los asfaltos modificados cuyo comportamiento es mejorado con el propósito de aumentar la tolerancia al esfuerzo y modificar la susceptibilidad térmica ocasionada por cambios extremos de temperatura obteniendo un comportamiento visco - elástico ideal a las temperaturas puestas en práctica. Por tal motivo, adicionar al asfalto polímero adecuado, proporciona al cemento asfáltico excelentes características de

elasticidad, adherencia y cohesión” (p.16). [Para la investigación realizada las características que se desea obtener es mejorar la adherencia e impermeabilidad de la mezcla asfáltica].

Para Morales (2012), “nos habla de los tipos de fallas y deterioro de los pavimentos asfálticos y saber su importancia en la vida útil de la mezcla asfáltica al estar arriesgada al medio ambiente y cargas del tránsito. Se dividen en tres grupos básicos de fallas y deterioro que están presentes las mezclas, las cuales son: Agrietamiento por fatiga, deformación permanente y fisuración por baja temperatura” (p.17). [En la presente investigación se tiene que evaluar los ejemplos de fallas y deterioro que se presentan en las mezclas asfálticas en caliente (ver información detallada en el anexo 4.9)].

Huamán (2011), en su investigación nos da a conocer sobre las características y propiedades del asfalto como material aglutinante de variable consistencia, indicando que “una de sus características es el color negro y su procedencia se da de manera natural y/o por refinación del petróleo, en este último caso, la refinación del petróleo para la extracción del asfalto es el más utilizado en la actualidad, ya que es obtenido sin impurezas y son preparados especialmente para el uso directo en pavimentos asfálticos y es magnífica para aplicación en trabajos de pavimentación por sus características y propiedades aglutinantes, de flexibilidad, de impermeabilización, de durabilidad y gran resistencia a los álcalis y ácidos en general” (p.16 y p.17). [En el presente estudio es necesario e importante que se conozcan las propiedades del asfalto para su óptima utilización].

Padilla (2004), sostiene que “una de las características principales de los materiales asfálticos es la impermeabilidad. Se debe, a que la solubilidad del agua en dichos materiales es muy reducida y, también, a la elevada viscosidad de tales materiales. En síntesis, cuanto menor es la penetración de un material asfáltico, más lentamente se dispersa el agua a través de él” (p.33). [La investigación plasmada en este informe busca conseguir la impermeabilidad necesaria para una resistencia óptima del diseño formulado].

Los aportes de Páez (2001), para la presente investigación consisten en señalar que “la conducta de la mezcla asfáltica y nos da a conocer las restricciones principales de las mezclas asfálticas, laborando en zonas de altura, es su limitada capacidad de resistencia a la tracción. El gradiente térmico produce altos esfuerzos en un lapso muy corto (-5°C a +30°C) superando la capacidad intrínseca de cualquier pavimento convencional, en este versículo nos da a conocer los tipos de deterioros que el ingeniero trata de evitar, como es la deformación permanente, la fisura por fatiga, y la fisuración por baja temperatura” (p.71).

Cabe destacar que el informe de investigación contiene las distintas teorías y definiciones de autores que se utilizan en el desarrollo del presente estudio siendo necesarios para la formulación de la hipótesis y el desarrollo de los objetivos establecidos.

La primera definición desarrollada hace referencia a la Mezcla Asfáltica en Caliente - MAC, esta es “definida como la composición del ligante bituminoso con los áridos (también se incluye el polvo mineral). Las cantidades referente al ligante y los áridos, se puede determinarlas propiedades físicas de la mezcla. Sobre el proceso de elaboración se debe calentar el ligante con el agregado pétreo a una alta temperatura, muy superior a la temperatura ambiental para enseguida colocarla en obra” (Zúñiga, 2015, p.16).

“[...] Es imperativo que el MAC sea diseñada de tal forma que pueda ser instalada con facilidad, evitando separaciones. Previamente al diseño del MAC se deben analizar el agregado como el líquido asfáltico para determinar si son aptos para la infraestructura del pavimento. Los agregados deben estar tenaces, limpios y durables, e manera imperativa deben tener una granulometría de acuerdo con la especificación técnica” (Zúñiga, 2015, p.23).

En relación al objetivo del diseño la mezcla asfáltica, Zúñiga sostiene las siguientes definiciones:

[...] La **Estabilidad** es la suficiencia de una MAC para soportar las cargas de tráfico sin que se produzcan fallas o deformaciones. Dependiendo de la fricción interna entre agregados pétreos. **Durabilidad**: es la suficiencia de una MAC para

resistir la desintegración debido al tráfico, al medio ambiente y a la pérdida de cohesión al paso del tiempo. **Impermeabilidad** es la suficiencia de una MAC a ser penetrado por el aire y el agua. La **Trabajabilidad** es la sencillez que tiene una MAC para ser colocada, compactada y puesta a trabajar, está directamente relacionada con el porcentaje y tipo de agregado, así mismo, la temperatura del mezclado, compactación y puesta a trabajar. **Flexibilidad** es la suficiencia de un pavimento asfáltico para adaptarse a los movimientos y asentamientos de la base y subrasante sin agrietarse. **Resistencia a la fatiga** es la capacidad de una MAC para resistir los esfuerzos provocados por el tráfico en varias pasadas (es su vida útil). **Resistencia al deslizamiento** es una facultad que debe presentar un pavimento mojado para brindar la resistencia al deslizamiento o la posibilidad de hidro - planeo. (2015, p.38 y p.39).

Otro elemento son los asfaltos modificados con Aditivos, cuya definición de autores citada sostienen que “Los asfaltos modificados con aditivo buscan superar sus propiedades visco – elásticas y así, poder cumplir con lo requerido en proyectos de infraestructura vial; específicamente la modificación de una MAC, busca mejorar la flexibilidad, la elasticidad la durabilidad y la consistencia, evitando que la MAC se desprenda, se fisure o se deforme. En el análisis de una MAC modificada se valora el potencial que tiene en recuperarse y resistir en condiciones de envejecimiento, su objetivo principal de absorber los esfuerzos sin fisurarse o deformarse, evitando deformaciones plásticas” (Elizondo, Salazar y Villegas, 2010, p. 2).

En relación con los agregados pétreos la fuente citada hace referencia a que “El agregado pétreo refiere a las fracciones de minerales granulares que se utilizan para bases, sub-bases, rellenos de vías. También se utilizan para la mezcla con materiales cementantes para formar concretos y demás estructuras rígidas. Sus fuentes son los depósitos naturales de arena, piedra y grava, así como los pavimentos pulverizados de asfalto y concreto” (Facultad De Ciencias y Tecnología UMSS, 2004, p.27).

Sobre el análisis granulométrico de los agregados finos y grueso es sustancial ya que “por medio de tamices con abertura cuadrada se determina la asignación partículas de agregados fino y grueso, la muestra debe estar seca y tener un peso conocido. Se destina para determinar la gradación de los materiales

propuestos para uso como agregados. Los resultados se usarán para determinar el cumplimiento en la distribución en el tamaño de las partículas con los requerimientos exigidos en el proyecto u la obra, proporcionando datos imprescindibles para el control de inclusión de agregados” (Dirección General De Caminos y Ferrocarriles MTC, 2016, p.303).

“La incorporación de fílleres en la MAC, mejora sus propiedades del medio bituminosos, espesando al asfalto modificando su viscosidad, mejorando la adherencia y proveyendo un mejor espesor en la cubierta de los áridos, esto permite retardar el envejecimiento. En una MAC la cantidad del fíller debe estar en función a las propiedades físico – mecánica y propiedades volumétricas que se desea obtener. En otras partes del mundo de adiciona el fíller con el fin de no llegar a la concentración crítica, se debe dosificar racionalmente sin sacrificar la resistencia a las fallas y deformaciones por sobre fillerización, ya que, un exceso de la relación asfalto - fíller contraerá una elevada rigidez” (Bianchetto H., Miró R. y Pérez F., 2007, p.3).

Es conveniente conocer el método Marshall explicado por Zúñiga el cual señala:

“[...] El método Marshall se aplica sólo a MAC con cemento asfáltico que comprendan agregados pétreos con tamaño máximos, igual o inferior a 25 mm. (1”). El método Marshall se usa para el diseño de la MAC en laboratorio como para en el control de terreno” (2015, p.40).

Por otro lado, es fundamental conocer las características del lugar donde se realiza la investigación, la cual presenta condiciones climatológicas adversas y basándose en el autor Del Aguila quien sostiene:

Los lugares considerados como zonas de altura, al año están sujetas a 2 estaciones definidas, en primer lugar, la estación de verano o lluviosa y seguidamente la estación de invierno o fría. En estación de lluvias normalmente se comprenden de noviembre y abril, acumulando precipitaciones pluviales de media mensual entre 400 y 600 mm de agua de lluvia, en los meses con mayor incidencia. Las precipitaciones pluviales en una media anual suelen comprende entre 500 y 1500 mm. En los meses de

junio a setiembre se produce la estación de invierno o de heladas, en donde se producen temperaturas mínimas de -20°C por las madrugadas, mientras que en el día la temperatura media se eleva hasta los $+20^{\circ}\text{C}$; el gradiente térmico (diferencia entre la temperatura más alta y la más baja) se produce al interior de una capa asfáltica, en un determinado intervalo de tiempo, esta se produce hasta los $+60^{\circ}\text{C}$ en 8 horas. La radiación solar en estas zonas tiene una intensidad 4 a 5 veces mayor que la correspondiente a la costa peruana. Las mediciones efectuadas a más de 4,000 msnm, indican una radiación de $5.5 \times 10^6 \text{ cal/m}^2/\text{día}$ (1999, p.2).

Para resultados de la investigación se recurrió a la norma internacional ASTM D-4867/D-4867M (Standard Test Method for Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixtures) la cual se interpreta en la norma colombiana INV E-725 (Propiedades mecánicas en tracción de los ligantes asfálticos), su descripción sería que, la resistencia conservada por tracción indirecta es el método de prueba que establece los procedimientos para preparar y probar especímenes de concreto asfáltico con el propósito de medir el efecto del agua sobre la resistencia a la tracción indirecta. Este método de prueba es aplicable a las mezclas densas y se usa para evaluar el efecto de la humedad en las mezclas elaboradas con o sin aditivo adhesivo, incluidos líquidos y sólidos pulverulentos, tales como cal hidratada.

Sobre la base de las definiciones y enfoques de los autores presentados es necesario mencionar que para cumplir el propósito de la presente investigación se utilizó el aditivo RICOT Z 3000 del proveedor Z Aditivos; este proporciona como ventajas principales: la mejora del asfalto tanto en su adherencia como en su resistencia a la humedad, resistencia a las variaciones climatológicas, aumento en la manejabilidad haciéndolo más plástico, entre otras ventajas (Ver Características en el anexo 4.5). Adicionalmente, se usó la CAL HIDRATADA TIPO C (Hidróxido De Calcio), la adición de cal hidratada previene los deterioros prematuros y aumenta la vida útil del pavimento (Ver Características en el anexo 4.6).



III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

El informe de investigación fue de tipo aplicada. Para Borja (2012), “La investigación aplicada desea actuar, modificar, construir y conocer la realidad de la problemática. Está más abocada a la aplicación instantánea sobre un problema antes que el desarrollo del conocimiento” (p.10). [Para la presente investigación se considera la implementación del aditivo RICOT Z 3000 en la MAC, que modifica su resistencia y permite analizar su comportamiento bajo las condiciones climatológicas de las zonas de altura].

De acuerdo al enfoque, la investigación fue cuantitativa. Borja (2012), indica que “la forma más confiable de conocer la realidad de algún lugar o población es la recolección y análisis de datos, de acuerdo a ello, se podría responder las incógnitas de la investigación planteada y probar la hipótesis. Esta investigación se base en la medición numérica y repetidamente en el uso de la estadística estableciendo patrones de comportamiento en una población” (p.11 y p.12). [Asimismo, se recolectaron y analizaron los datos numéricos obtenidos de los ensayos realizados y sobre la base de estos resultados se respondieron las incógnitas de la investigación usando medidas cuantificables].

La metodología para demostrar el planeamiento de la hipótesis en el diseño de investigación fue de estudio experimental. Para Borja (2012), “es donde la hipótesis se comprueba mediante la manipulación deliberada de las variables, en una determinación de causa - efecto” (p.14). [Se aplicaron diferentes niveles de dosificación de aditivo RICOT Z 3000 a la MAC, dándole nuevas características y propiedades para la resistencia a las condiciones climatológicas de las zonas de altura].

El nivel que alcanzó la investigación es experimental puro. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “Se reúnen dos principales requisitos para lograr la validez y el control, en primer lugar, es la manipulación de la variable independiente y en segundo lugar es la igualdad de los grupos. El diseño puede tener una o más variables independientes y una o más variables dependientes. Se pueden emplear pre - pruebas y pos - pruebas analizando la transformación de los grupos antes y después del tratamiento experimental”

(p.141). [Para el informe de investigación, se realizó la manipulación deliberada de la variable independiente (aditivo RICOT Z 3000), causando la mejora en la variable dependiente (mejora de la mezcla asfáltica en caliente para zonas de altura) logrando la validez interna].

3.2. Variables y Operacionalización

La variable independiente “es la causa o la que produce el efecto en la variable dependiente.” (Borja, 2012, p.23). [La variable independiente fue el aditivo RICOT Z 3000].

La variable dependiente “es el efecto o el resultado producido por la actuación de la variable independiente.” (Borja, 2012, p.23). [La variable dependiente fue la mejora de la mezcla asfáltica en caliente para zonas de altura].

En cuanto a la matriz de operacionalización de variables “En la tabla en donde se medirán las variables, donde se tendrá descomponer en indicadores y así poder medirlas” (Borja, 2012, p.24). [Se consideraron los siguientes aspectos: definición conceptual, definición operacional, indicadores, escala de medición (Ver Anexo 3)].

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

“La **población** se denomina a un universo o al conjunto de elementos sujetos que serán motivo de estudio.” (Borja, 2012, p.30). [Para el informe de investigación la **población** fue 7 km. de carretera pavimentada entre la ciudad de Cerro de Pasco y el distrito de Yanahuanca a más de 4,100 m.s.n.m.].

“Si cada uno de los elementos de estudio de una investigación tuvieran las mismas características, la dimensión requerida de la **muestra** sería solamente de uno; si no se presentara este caso, se necesitaría establecer una dimensión de muestra mayor de uno, pero menor que la población total” (Borja, 2012, p.31). [La **muestra** se conformó por el conjunto de materiales que componen la mezcla asfáltica en 364.22 metros lineales de carretera pavimentada, según cálculo del tamaño de muestra (Ver detalle en el Anexo 4.1)].

El tipo de **muestreo** fue probabilístico “en este muestreo todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser seleccionados [...] aplicando el muestreo aleatorio simple donde todos los objetos tienen la misma probabilidad de salir escogidos. Se distinguen dos casos, las cuales son: la selección con reemplazo y la selección sin reemplazo.” (Borja, 2012, p.31). [El **muestreo** fue de tipo probabilístico con muestreo aleatorio simple, la muestra será designada al azar debido a que la vía tiene la misma característica en todo su tramo].

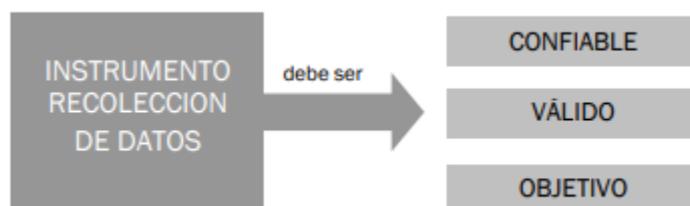
“La **unidad de análisis** nos indica que elementos van a ser medidos; en síntesis, los elementos o casos a quienes se aplicará el instrumento de medición” (Borja, 2012, p.31). [Para el estudio, **la unidad de análisis** fue la MAC utilizada en la carretera de la vía Cerro de Pasco – Yanahuanca].

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

“Las técnicas que se utilizaron para recopilar toda la información de campo, se deben presentar con los formatos estándares utilizados en esta tarea, en el caso de proyectos de ingeniería se deben presentar los formatos utilizados [...] Para los informes de investigación en ingeniería, se deben plasmar todos los datos observados en los formatos adecuados” (Borja, 2012, p.33). [Para la investigación se asistió a la zona de estudio con el objetivo de reconocer el estado en que se encontraba; asimismo, se realizaron ensayos de laboratorio].

“Para el proceso de recolección de datos, se deben realizar tres actividades vinculadas entre sí, estas son: seleccionar los instrumentos de recolección de datos los cuales deben ser válidos y confiables, se debe dar la aplicación del instrumento a la muestra de estudio; en síntesis, obtener registros, mediciones de variables y observaciones; y por último analizar la información recopilada” (Borja, 2012, p.33). [Los instrumentos que se han utilizado para la recopilación de datos fueron las hojas de cálculo con el diseño mezcla asfáltica, el uso de equipos especializados para el levantamiento de muestras, equipos de laboratorio para el análisis de granulométrico y de resistencia de la mezcla asfáltica contando para cada ensayo con un instrumento de medición normada; asimismo, las guías de revisión y observación de campo].

Para utilizar los instrumentos de recolección de datos en el informe de investigación científica se debe considerar estos ítems.



La validez “Se refiere al nivel en que el instrumento mide efectivamente la variable que pretende medir” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.200). [La investigación fue sometida a evaluación por ingenieros y técnicos especialistas en el tema de estudio, cuya determinación de valoración se presenta en el siguiente cuadro (Ver detalle en el Anexo 4.2)].

“La confiabilidad se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.200). [Para la presente investigación la confiabilidad de los instrumentos se sustenta con la certificación de técnicos, ingenieros y especialistas involucrados en la elaboración de los ensayos y la ficha de recolección de datos].

3.5. Procedimientos

Se plantearon los siguientes procedimientos en la recopilación de los datos:

- 1) Se describe en forma breve lo que se planteó para el desarrollo.
- 2) Se realiza la caracterización de los materiales dando la definición de los materiales a utilizar para el diseño de mezcla asfáltica en caliente, como tipo de cemento asfáltico, agregados pétreos entre finos y grueso, la incorporación del fíller mineral y del aditivo RICOT Z 3000.
- 3) En el laboratorio se realizó la coordinación para la distribución de materiales para la MAC.
- 4) Características de la MAC modificada con el aditivo RICOT Z 3000, lo cual están determinadas de acuerdo a normas técnicas del ensayo Marshall y normas internacionales como son el ASTM D-4867 y AASHTO T-283.
- 5) En los ensayos: Propiedades físicas de los agregados pétreos, inclusión de la Cal Hidratada (fíller), el diseño de la MAC, porcentaje de en la mezcla

asfáltica, resistencia a la susceptibilidad de la humedad y resistencia a la tracción indirecta (TSR).

La presente investigación solo contemplara la Resistencia a la Tracción Indirecta (TSR) por unidad, puesto que, la norma técnica INV E-725-07 establece los procedimientos para preparar y probar especímenes de concreto asfáltico con el propósito de medir el efecto del agua y donde se promedia seis especímenes para cada prueba, tres para ser probados en seco y tres para ser probados después de la saturación parcial y acondicionamiento en baño con agua.

Al obtener los resultados de laboratorio, corresponderá a comparar nuestra hipótesis, elaborar las conclusiones se elaborará las recomendaciones finales del informe de investigación.

3.6. Método de análisis de datos

“El análisis de los datos dependerá principalmente de los tipos de datos que se hayan recolectado durante el trabajo de campo. En los casos de datos cuantitativos se debe codificar y llevarlo a un cuadro de datos en alguna Hoja digital. Luego se realiza el análisis estadístico o cuantitativo de cada una de las variables de estudio” (Borja, 2012, p.35). [En la presente investigación se realizaron ensayos de laboratorio a la mezcla asfáltica en caliente a fin de determinar la calidad de la MAC en cuanto se refiere a la adhesividad, viscosidad, impermeabilidad, penetración entre otras propiedades. Según los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados, se procederá al análisis, evaluación y proceso para obtener conclusiones sobre la posibilidad de aplicar el aditivo RICOT Z 3000 en la MAC mediante gráficos y tablas estadísticas].

3.7. Aspectos éticos

Los investigadores fueron responsables de la sinceridad del contenido del informe de investigación que presentó datos reales y verificables en las empresas y laboratorios responsables de los resultados de cada estudio. Se ha valorado los derechos de autor citando a todas las fuentes utilizadas, respetando los parámetros de la Norma ISO-690. Se hizo referencia a todos los involucrados en los estudios y verificaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio. En

conclusión, los investigadores somos conscientes que el informe de investigación ha sido elaborado sobre la base al respeto y la moral de acuerdo con lo establecido por las normas institucionales y sobre la base de la propia voluntad.





IV. RESULTADOS

4.1. Recopilación de información

El presente informe de investigación se realizó en la ciudad de Cerro de Pasco a más de 4,100 m.s.n.m., partiendo con visita a la Planta Sacra Familia donde se realiza la producción de mezcla asfáltica en caliente ubicado en la vía de penetración de Cerro de Pasco a Yanahuanca, donde también se ubicada el laboratorio de mecánica de suelos, concretos y pavimentos del Consorcio Oriente.

Este informe ha consistido en analizar la mezcla asfáltica en caliente con la modificación del aditivo RICOT Z 3000 para la resistencia en condiciones de zonas de altura, en cuanto a los materiales para realizar la briqueta de ensayo; se elaboraron cuatro grupos de briquetas de mezcla asfáltica en caliente (seis briquetas por cada grupo), se agregó a cada grupo el aditivo RICOT Z 3000 con propuestas de dosificaciones de 0.50%, 0.70%, 0.90% y 1.00% para definir el porcentaje adecuado que incremente las propiedades mecánicas según los parámetros Marshall (densidad, fluidez, estabilidad, porcentaje de vacíos de la mezcla y porcentaje de vacíos del agregado mineral).

4.2. Características de los materiales.

Para el informe de investigación se utilizó los siguientes materiales:

- **Cemento Asfáltico PEN 120/150:** Se utilizó este tipo de cemento asfáltico ya que cumple con las especificaciones técnicas según la altura de la zona en la que se empleara (ver información detallada en el anexo 4.8).
- **Piedra Chancada:** la piedra chancada (Agregado grueso) con un tamaño máximo de 3/4", la cual, es procedente de la Planta Industrial Chancadora de la Cantera Sacra Familia. Los agregados serán probados con la finalidad conocer sus características físicas de acuerdo a norma NTP, las cuales serán utilizadas en la fabricación de la MAC.
- **Arena Chancada:** la arena chancada (Agregado fino) con un tamaño máximo de 1/4", de igual manera, es procedente de la Planta Industrial Chancadora de la Cantera Sacra Familia.
- **Arena Natural:** la arena lavada o natural (Agregado fino) es procedente de la Cantera Sacra Familia.

- Cal hidratada Tipo C: la cal hidratada (Fíller mineral) fue proveída por la empresa Calera del Centro S.R.L. desde la zona industrial del C. P. Sacra Familia empleara (ver información detallada en el anexo 4.9).
- Aditivo RICOT Z 3000: Este aditivo fue proveída por la empresa Z Aditivos desde lima metropolitana (ver información detallada en el anexo 4.5).

Los materiales almacenaron dentro del laboratorio del Consorcio Oriente el cual cuenta con áreas amplias y necesarias para desarrollar todos los ensayos correspondientes.

4.3. Combinación de agregados

La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente está de acuerdo a norma NTP en la Sección 03.03.03 Concreto Asfáltico en Caliente, debe responder a alguno de los siguientes husos granulométricos para determinar el tipo de MAC a utilizar, teniendo como tamaño máximo de los agregados 19,0 mm (3/4").

Tabla 3. Tipo de MAC

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

Fuente: PROVIAS Nacional – MTC

4.4. Análisis Granulométrico por Tamizado

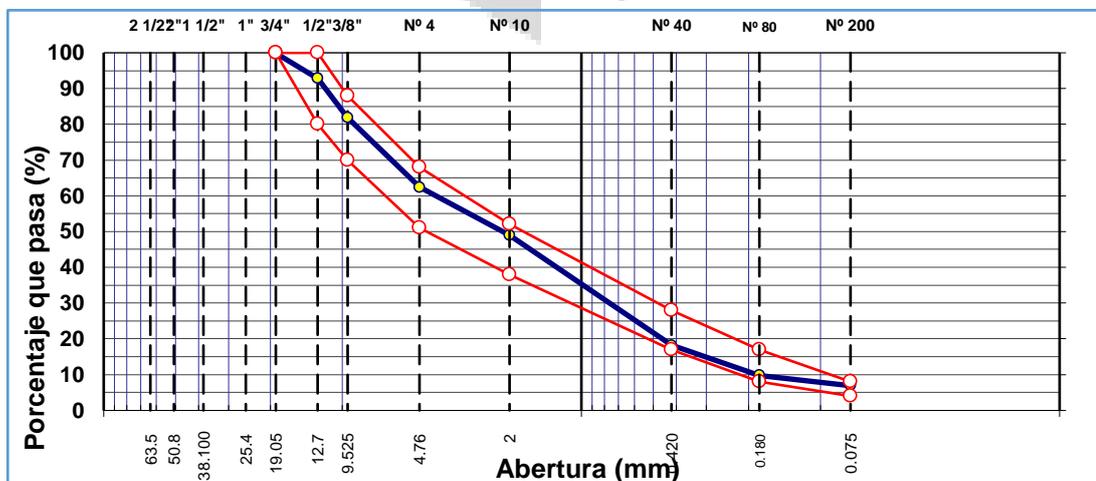
Este ensayo determinara los porcentajes de los agregados a incluir en el diseño de la MAC, en una combinación teórica y en contraste con las especificaciones del tipo de MAC a utilizar. Se empleó el sistema Superpave el cual, es el método de diseño de mezclas asfálticas en caliente y un modelo de predicción del comportamiento de pavimentos asfálticos (Silva, 2015), apropiado para nuestro diseño de mezcla asfáltica.

Tabla 4. Análisis Granulométrico por Tamizado

Tamices y aberturas (mm)		Fajas por agregados a intervenir				Mezcla MAC-2			Chequeo
		Piedra chancada 3/4"-1/4"	Arena chancada <1/4"	Arena Natural < 3/8"	Filler Cal Hidratada	Combinación Teórica	Especificaciones		
		38.0%	34.0%	26.0%	2.0%		MAC-2		
1"	25.400	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100	ok
1/2"	12.700	81.2	100.0	100.0	100.0	92.9	80	100	ok
3/8"	9.525	53.1	100.0	98.8	100.0	81.9	70	88	ok
# 4	4.760	12.4	98.7	84.9	100.0	62.4	51	68	ok
# 10	2.000	5.2	74.5	75.6	100.0	49.0	38	52	ok
# 40	0.420	0.0	25.2	30.1	89.7	18.2	17	28	ok
# 80	0.180	0.0	16.1	10.6	75.4	9.7	8	17	ok
# 200	0.075	0.0	12.8	5.0	64.1	6.9	4	8	ok

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Gráfica del Análisis Granulométrico por Tamizado



Fuente: Elaboración propia.

La tabla 4, estable los parámetros entre los porcentajes de agregados y las especificaciones de tipo MAC-2 donde se realiza un chequeo de intervalos de los porcentajes obtenidos y el tipo de MAC, en la figura 6 también podemos observar la representación gráfica entre los parámetros del diseño MAC-2 (líneas de color rojo) y los resultados obtenidos (línea de color azul).

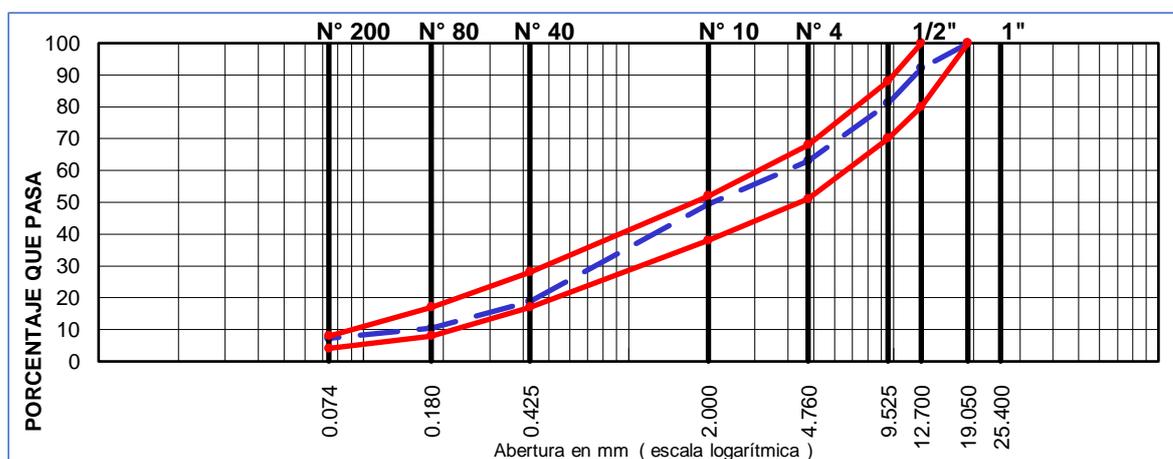
Para la combinación física de los agregados se inició con un peso de 50 Kg (50,000 gr.) obteniendo en las particiones (fracciones) un peso de 797.6 gr., el cual su sometido a la gradación por tamizado dándonos los siguientes resultados:

Tabla 5. Combinación física de los agregados

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA TAMAÑO MÁXIMO: 3/4"	
			retenido	acumulado	que pasa			
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							
2"	50.800						PESO INICIAL	50000.0 gr
1 1/2"	38.100						Peso de fracción	797.6 gr
1"	25.400							
3/4"	19.050				100.0	100		
1/2"	12.700	3950.0	7.9	7.9	92.1	80 - 100	Arena Natural < 3/8"	27.0 %
3/8"	9.525	5529.0	11.1	19.0	81.0	70 - 88	Arena Chancada 3/16"	33.0 %
N°4	4.760	9021.0	18.0	37.0	63.0	51 - 68	Pierda Chancada 3/4"-3/16"	38.0 %
N° 10	2.000	171.3	13.5	50.5	49.5	38 - 52	Filler	2.0 %
N° 40	0.425	388.5	30.7	81.2	18.8	17 - 28	Total	100.0 %
N° 80	0.180	106.6	8.4	89.6	10.4	8 - 17		
N° 200	0.074	40.4	3.2	92.8	7.2	4 - 8	OBS.- Filler incluido	
< 200	-	90.8	7.2	100.0				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Gráfica de la Combinación Física de los Agregados



Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 5, sobre la combinación física de los agregados, se establece según el tamizaje, los porcentajes de agregados a utilizar en nuestro diseño de MAC las cuales son:

- Piedra Chancada (Grava Triturada) de 3/4" – 3/16" en un 38%
- Arena chancada (Arena Triturada) de < 3/16" en 33%
- Arena natural (Arena Lavada o zarandeada) de < 3/8" en 27%
- Cal Hidratada Tipo C (Filler mineral) en 2%.

En la figura 7 se aprecia el rango del análisis granulométrico por tamizado, siendo el tamaño máximo de los agregados a partir de la malla 3/4" hasta menores de la malla N° 200.

4.5. Ensayo Marshall para el diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente tipo MAC-2

Ya teniendo el porcentaje de nuestros agregados pétreos, se plantean diversas proporciones del cemento asfáltico. Para un óptimo diseño de la mezcla asfáltica se debe garantizar seis parámetros importantes, las cuales son:

- Peso Unitario
- Vacíos llenos de aire
- Vacíos en el agregado mineral
- Vacíos en el Cemento Asfáltico.
- Flujo
- Estabilidad

En base a ello, se elaboran los gráficos de tendencias correspondientes, según la metodología Marshall (Zúñiga, 2015).

Para resultados del ensayo Marshall se recurrió a la norma internacional ASTM D-1559, la cual se interpreta en la norma colombiana INV E-748-07, el cual mide la resistencia de mezclas asfálticas en caliente empleando el aparato Marshall.

Se procedió a elaborar las briquetas Marshall en proporciones de 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5% y 7.0% de C.A. en el peso de la mezcla para obtener el nivel óptimo, obteniendo los siguientes resultados:

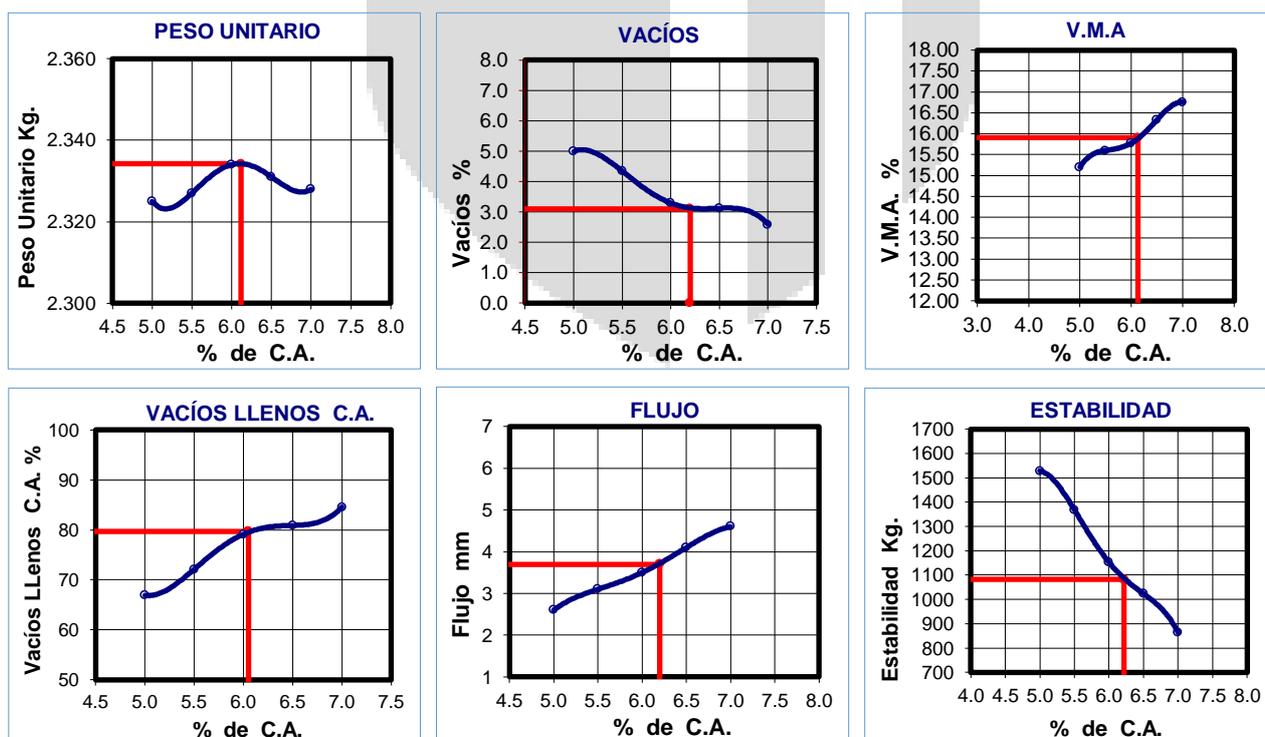
Tabla 6. C.A. en el peso de la mezcla

PARÁMETROS	U.M.	C.A. EN EL PESO DE LA MEZCLA				
C.A.	%	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
PESO UNITARIO	gr/c.c.	2.325	2.327	2.334	2.331	2.328
VACIOS	%	5.0	4.3	3.3	3.1	2.6
V.M.A.	%	15.2	15.6	15.8	16.3	16.8
VACÍOS LLENOS CON C.A.	%	66.9	72.1	79.1	80.9	84.5
FLUJO	mm	2.6	3.1	3.5	4.1	4.6
ESTABILIDAD	Kg	1528	1369	1153	1024	864
ESTABILIDAD - FLUJO	Kg/cm	5812	4418	3297	2500	1879

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6 se aprecian los resultados en las diferentes proporciones del cemento asfáltico. Luego se elaboran los gráficos de tendencias correspondientes según la metodología Marshall y se hallan los rendimientos óptimos.

Figura 8. Gráfica de tendencias de parámetros



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8 se aprecia el cumplimiento de los parámetros según los diferentes porcentajes de cemento asfáltico. Para hallar los rendimientos óptimos según la grafico de tendencias, se realiza la intersección entre los parámetros y el porcentaje de C.A., los resultados serían los siguientes:

Tabla 7. Porcentaje óptimo del C.A.

PARÁMETROS	C.A. en %	Resultados
PESO UNITARIO	6.12	2.334
VACIOS	6.20	3.1
V.M.A.	6.13	15.9
VACÍOS LLENOS CON C.A.	6.05	79.7
FLUJO	6.20	3.7
ESTABILIDAD	6.22	1082

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7 se aprecian los resultados de los porcentajes óptimos del cemento asfáltico. Según la norma ASTM D-1559 para lograr el óptimo contenido del C.A., se obtiene en base al promedio del peso unitario, vacíos llenos de aire y la estabilidad.

Tabla 8. Contenido óptimo del C.A.

ÓPTIMO CONTENIDO DE ASFALTO	
PESO UNIT.	6.12 %
VACIOS	6.20 %
ESTABILIDAD	6.22 %
PROMEDIO	6.18 %

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 8, nos muestra como resultado óptimo del cemento asfáltico en 6.18%, para lo cual, se redondeará a 6.20% con fines de mejor simplicidad en la dosificación del cemento asfáltico.

Se procederá a la elaboración de la briqueta Marshall en proporción de 6.20% de cemento asfáltico, para hablar los resultados en los parámetros del peso unitario, vacíos de aire, vacíos de aire en el agregado mineral, vacíos llenos con cemento asfáltico, flujo, estabilidad y estabilidad-flujo, incluyendo los parámetros del índice de compactibilidad y la estabilidad retenida.

Tabla 9. Resumen de resultados para la dosificación del C.A.

	- 0.3%	Resultados al 6.20% de C.A. (ÓPTIMO)	+ 0.3%	ESPECIFICACIÓN NORMA ASTM D-1559
GOLPES POR LADO	75	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	5.90	6.20	6.50	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	2.327	2.334	2.341	-
VACÍOS	2.8	3.1	3.4	3 - 5
V.M.A.	15.7	16.0	16.3	Mín 14
VACÍOS LLENOS CON C.A.	80.2	80.5	80.8	-
FLUJO	3.43	3.73	4.03	2 - 4
ESTABILIDAD	1085	1085	1085	Mín. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	2907	2908	2908	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	7.43	7.73	8.03	5 % min
ESTABILIDAD RETENIDA	81.7	82.0	82.3	80% Min

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, nos muestra el resultado de los parámetros en contrasté con lo establecido en las especificaciones técnicas de la norma ASTM D-1559, obteniendo el cumplimiento de todos los parámetros a un porcentaje del C.A. en 6.20%

En síntesis, se obtiene para nuestra MAC la siguiente dosificación:

- Cemento asfáltico (PEN 120/150) en 6.2%
- Propuesta de incorporación de aditivo mejorador de adherencia en 0.80% (En peso del ligante)

4.6. Ensayo Lottman Modificado (Efecto de humedad sobre mezclas asfálticas) Norma ASTM D-4867 AASHTO T-283

Para el ensayo Lottman (Resistencia a la tracción indirecta o resistencia al daño por humedad) se elaboraron grupos de briquetas de mezcla asfáltica en caliente incorporando el aditivo RICOT Z 3000 con dosificaciones diferentes de 0.50%, 0.70%, 0.90% y 1.00%. Luego, cada grupo se subdividió entre grupo seco y grupo en vía de humedad determinando la relación de resistencia a la tracción indirecta (TSR), se ponen a prueba las briquetas dosificadas de acuerdo con las especificaciones técnicas de las normas ASTM D-4867 y AASHTO T-283 (Ver el procedimiento en el anexo 4.10).

4.6.1. Compactación variable

Según la norma, se deben compactar las briquetas (ensayar a 75 golpes, 60 golpes, 45 golpes, 30 golpes y 15 golpes) para determinar con cuantos golpes la mezcla obtiene un porcentaje de vacíos entre 6 y 8 %, el cual, es el porcentaje que solicita la norma ASTM D-4867 y AASHTO T-283 para la iniciación de las pruebas siguiendo la lógica de “A mayor compactación, menor será el porcentaje de vacíos.”

Tabla 10. Compactación variable a 10 golpes por cara

Nº Probetas			01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:		6.20%				
Nº golpes por cara:		10				
A	Espesor	cm				
B	Peso Probeta al Aire	gr	1215.4	1212.6	1210.4	
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1232.9	1231.8	1230.5	
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	692.9	691.5	689.3	
E	Volumen de la Probeta	(B-C) cc	540.0	540.3	541.2	
F	Peso Específico de la Probeta	(B/D) gr/cc	2.251	2.244	2.237	
G	Peso Específico Máximo	gr/cc	2.468	2.468	2.468	
H	% Vacíos	$100*((F-E)/F)$ %	8.80	9.06	9.38	9.08

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Compactación variable a 25 golpes por cara

Nº Probetas			01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:		6.20%				
Nº golpes por cara:		25				
A	Espesor	cm				
B	Peso Probeta al Aire	gr	1216.5	1212.9	1208.7	
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1228.5	1223.9	1220.2	
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	699.6	695.7	694.1	
E	Volumen de la Probeta	(B-C) cc	528.9	528.2	526.1	
F	Peso Específico de la Probeta	(B/D) gr/cc	2.300	2.296	2.297	
G	Peso Específico Máximo	gr/cc	2.468	2.468	2.468	
H	% Vacíos	$100*((F-E)/F)$ %	6.80	6.95	6.91	6.89

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Compactación variable a 50 golpes por cara

Nº Probetas			01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:		6.20%				
Nº golpes por cara:		50				
A	Espesor	cm				
B	Peso Probeta al Aire	gr	1206.5	1209.7	1210.9	
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1212.5	1214.9	1216.9	
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	694.9	695.4	697.2	
E	Volumen de la Probeta	(B-C) cc	517.6	519.5	519.7	
F	Peso Específico de la Probeta	(B/D) gr/cc	2.331	2.329	2.330	
G	Peso Específico Máximo	gr/cc	2.468	2.468	2.468	
H	% Vacíos	$100*((F-E)/F)$ %	5.55	5.65	5.60	5.60

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Compactación variable a 75 golpes por cara

Nº Probetas			01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:		6.20%				
Nº golpes por cara:		75				
A	Espesor	cm				
B	Peso Probeta al Aire	gr	1210.4	1212.3	1208.7	
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1211.4	1213.6	1209.4	
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	701.8	703.8	701.4	
E	Volumen de la Probeta (B-C)	cc	509.6	509.8	508.0	
F	Peso Específico de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.375	2.378	2.379	
G	Peso Específico Máximo	gr/cc	2.468	2.468	2.468	
H	% Vacíos $100*((F-E)/F)$	%	3.76	3.65	3.59	3.67

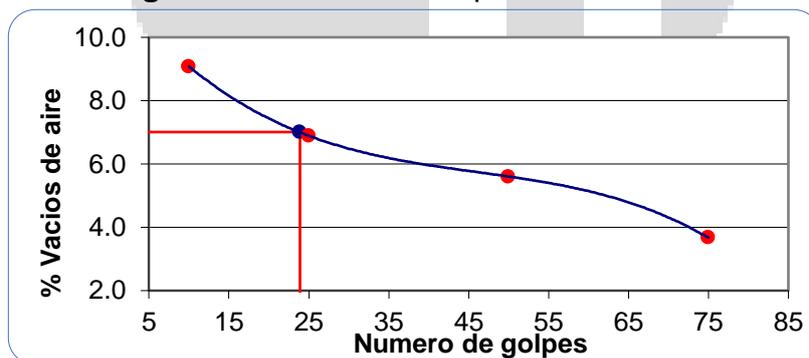
Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 10, 11, 12 y 13, muestra el resultado del porcentaje de vacíos en las probetas (briquetas Marshall) las cuales se detallan a continuación:

- A 10 golpes se obtiene 9.08% de vacíos.
- A 25 golpes se obtiene 6.89% de vacíos.
- A 50 golpes se obtiene 5.60% de vacíos.
- A 75 golpes se obtiene 3.67% de vacíos.

Una vez obtenido el % de vacíos en las briquetas se procede a elaborar el gráfico de tendencias correspondiente a la compactación variable.

Figura 9. Gráfica de compactación variable



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9 se aprecia que para obtener un porcentaje de vacíos entre 6.00% y 8.00% (7.00% óptimo) según los requerimientos de la norma ASTM D-4867 y AASHTO T-283, es necesario una compactación a 24 golpes.

4.6.2. Ensayo Lottman Modificado

Los ensayos para determinar la resistencia a la tracción indirecta (TSR), se realizaron de acuerdo a la norma ASTM D-4867 y AASHTO T-283, se analizan los resultados promedios de las briquetas en una dosificación de 0.50, 0.70, 0.90 y 1.00 % de aditivo RICOT Z 3000.

Tabla 14. Lottman al 0.50% de aditivo RICOT Z 3000

Nº Probetas			A	B	C	A	B	C
% cemento asfáltico:	6.20%		Grupo Saturado			Grupo Seco		
Nº golpes por cara:	24							
A	Diámetro	cm	10.18	10.18	10.18	10.19	10.16	10.16
B	Espesor	cm	6.19	6.19	6.15	6.17	6.15	6.17
C	Carga de Tracción Indirecta	kg	436	430	440	521	551	541
D	Resistencia Seca $(2 \cdot C)/(A \cdot B \cdot \pi)$	kg/cm ²				5.3	5.6	5.7
E	Resistencia Humedad $(2 \cdot C)/(A \cdot B \cdot \pi)$	kg/cm ²	4.4	4.4	4.5			
	Promedio		4.4			5.56		
	TSR	%				79.3		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Lottman al 0.70% de aditivo RICOT Z 3000

Nº Probetas			A	B	C	A	B	C
% cemento asfáltico:	6.20%		Grupo Saturado			Grupo Seco		
Nº golpes por cara:	24							
A	Diámetro	cm	10.15	10.17	10.16	10.2	10.17	10.18
B	Espesor	cm	6.2	6.15	6.16	6.08	6.15	5.96
C	Carga de Tracción Indirecta	kg	470	468	457	550	560	562
D	Resistencia Seca $(2 \cdot C)/(A \cdot B \cdot \pi)$	kg/cm ²				5.6	5.7	5.9
E	Resistencia Humedad $(2 \cdot C)/(A \cdot B \cdot \pi)$	kg/cm ²	4.8	4.8	4.6			
	Promedio		4.7			5.7		
	TSR	%				82.2		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Lottman al 0.90% de aditivo RICOT Z 3000

Nº Probetas			A	B	C	A	B	C
% cemento asfáltico:	6.20%		Grupo Saturado			Grupo Seco		
Nº golpes por cara:	24							
A	Diámetro	cm	10.15	10.2	10.19	10.17	10.18	10.18
B	Espesor	cm	6.19	6.21	6.2	6.1	6.14	6.09
C	Carga de Tracción Indirecta	kg	497	520	510	580	587	590
D	Resistencia Seca $(2 \cdot C)/(A \cdot B \cdot \pi)$	kg/cm ²				6.0	6.0	6.1
E	Resistencia Humedad $(2 \cdot C)/(A \cdot B \cdot \pi)$	kg/cm ²	5.0	5.2	5.1			
	Promedio		5.1			6.0		
	TSR	%				85.6		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Lottman al 1.00% de aditivo RICOT Z 3000

Nº Probetas			A	B	C	A	B	C
% cemento asfáltico:		6.20%	Grupo Saturado			Grupo Seco		
Nº golpes por cara:		24						
A	Diámetro	cm	10.16	10.17	10.15	10.2	10.19	10.18
B	Espesor	cm	6.2	6.11	6.12	6.1	6.15	6.17
C	Carga de Tracción Indirecta	kg	580.6	530	540	610	630	610
D	Resistencia Seca $(2 \cdot C)/(A \cdot B \cdot \pi)$	kg/cm ²				6.2	6.4	6.2
E	Resistencia Humedad $(2 \cdot C)/(A \cdot B \cdot \pi)$	kg/cm ²	5.9	5.4	5.5			
Promedio			5.6			6.3		
TSR		%				89.4		

Fuente: Elaboración propia.

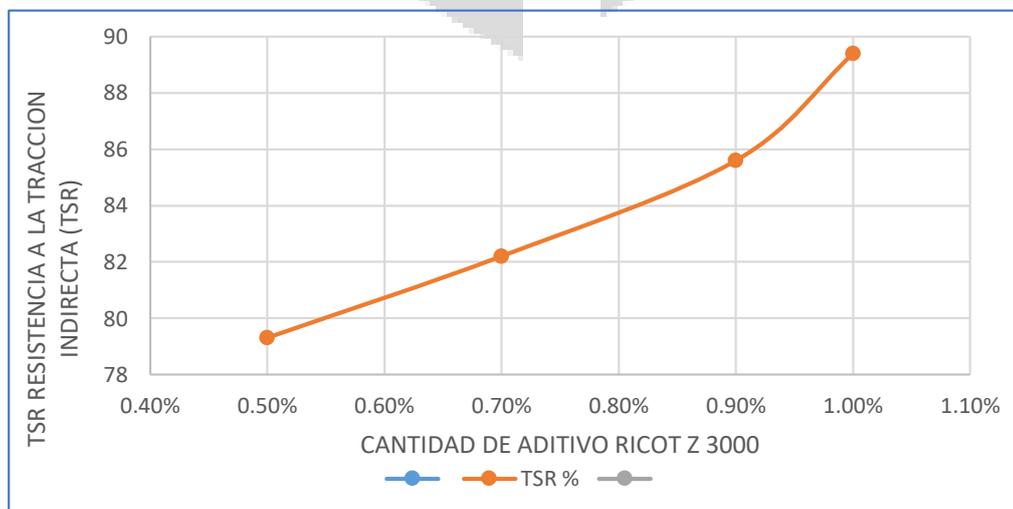
Tabla 18. Resumen promedio - TSR

MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2					
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INIRECTA (TSR)					
TIPO DE MEZCLA ASFALTICA CON ADITIVO	CANTIDAD DE ADITIVO	NORMA	Cantidad de Cemento Asfáltico	Nº de golpes por cara	TSR (%)
Briquetas Marshall del N°01 al N°06	0.50%	ASTM D-4867 y	6.20%	24	79.3
Briquetas Marshall del N°07 al N°12	0.70%		6.20%	24	82.2
Briquetas Marshall del N°13 al N°18	0.90%	AASHTO T-283	6.20%	24	85.6
Briquetas Marshall del N°19 al N°24	1.00%		6.20%	24	89.4

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenido el % de TSR se procede a elaborar el gráfico de tendencias correspondiente.

Figura 10. Gráfica del ensayo Lottman



Fuente: Elaboración propia

La tabla 14, presenta los resultados promedio por cada dosificación de aditivo propuesta basado en la resistencia a la tracción indirecta (TSR), con una cantidad de 6.20% de C.A., un N° de 24 golpes por cara y con dosificaciones de 0.50, 0.70, 0.90 y 1.00 % de aditivo RICOT Z 3000, consiguiendo los siguientes resultados:

- Briqueta Marshall con aditivo al 0.50% se obtiene 79.3% de TSR.
- Briqueta Marshall con aditivo al 0.70% se obtiene 82.2% de TSR.
- Briqueta Marshall con aditivo al 0.90% se obtiene 85.6 % de TSR.
- Briqueta Marshall con aditivo al 1.00 % se obtiene 89.4 % de TSR.

Según los resultados obtenidos aprecia que a mayor % de aditivo, aumenta la resistencia a la humedad, según la norma ASTM D-4867 y AASHTO T-283 se requiere como mínimo un TSR del 80%. En la figura 10, también nos muestra el incremento de resistencia a mayor dosificación del aditivo.

Tabla 19. Comparación de resultados con la norma ASTM D-4867

Mezcla Asfáltica en Caliente	Cantidad de aditivo al 0.50%	Cantidad de aditivo al 0.70%	Cantidad de aditivo al 0.90%	Cantidad de aditivo al 1.00%
Resistencia a tracción indirecta (TSR)	NO CUMPLE ASTM D-4867 79.3% ≥ 80.0%	SI CUMPLE ASTM D-4867 82.2% ≥ 80.0%	SI CUMPLE ASTM D-4867 85.6% ≥ 80.0%	SI CUMPLE ASTM D-4867 89.4% ≥ 80.0%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 se muestra los resultados en comparación a la norma ASTM D-4867, tomando como conveniente un 0.70 % de dosificación óptima del aditivo RICOT Z 3000.



En el presente informe de investigación, se dará a conocer la discusión, la cual parte de la idea de elaborar una mezcla asfáltica en caliente resistente a condiciones climatológicas extremas con la incorporación del aditivo RICOT Z 3000, ampliando el entendimiento en la evaluación de dosificaciones de aditivos en las mezclas asfálticas con la finalidad de mejorar la vida útil de los pavimentos en zonas de altura.

Iniciado con una comparación en condiciones climatológicas, para Pilares (2018), Goetendia y Pérez (2015) y Páez (2001) en sus investigaciones señalaron que las circunstancias climáticas de la zona centro del Perú son variables e inseguras, indican que los esfuerzos producidos por el alto gradiente térmico son cambiantes en un lapso muy corto (-5°C a $+30^{\circ}\text{C}$) superando la capacidad esencial de la mezcla asfáltica convencional, así como en temperaturas mínimas promedio de -5.3°C y temperaturas máximas promedio de $+33^{\circ}\text{C}$, con picos entre -14°C y $+35^{\circ}\text{C}$, como también manifestaron que la temperatura afecta directamente en la deformación y durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente y pavimentos. En este caso, las condiciones climatológicas de la ciudad de Cerro de Pasco, exactamente en la vía de penetración de Cerro de Pasco a Yanahuanca la cual está ubicada a más de 4,100 m.s.n.m., tienen características similares a las descritas por los tesisistas, por consiguiente, es un índice importante a considerar para el diseño de mezcla asfáltica en caliente.

Según Velasco (2016) y Bianchetto H., Miró R. y Pérez (2007), en sus investigaciones realizaron propuestas de combinaciones de agregados incluyendo el fíller para mejorar las propiedades del medio bituminoso, espesando al asfalto modificando su viscosidad, mejorando la adherencia y proveyendo un mejor espesor en la cubierta de los áridos. Sin embargo, el criterio de determinación del contenido óptimo de fíller son diferentes a nuestros resultados ya que ilustran casos a una temperatura entre -3°C y $+20^{\circ}\text{C}$, siendo el óptimo de fíller corresponde a 1.2% y 1.3% para las mezclas fabricadas con betunes modificados; en tanto que, para las elaboradas con asfalto convencional, se da para entre 1.0% y 1.1% para temperaturas bajas y medias (-10°C y 25°C), lo cual en nuestro diseño granulométrico en las mismas condiciones de temperatura nos resulta en un 2.0% de incorporación de Fíller mineral (Cal Hidratada), con una óptima

gradación de Piedra Chancada 3/4" – 3/16" en un 38%, Arena chancada 3/16" en 33% y Arena natural 3/8" en 27%, si llegar a la sobre-fillerización.

Para Céspedes (2019), realizó un diseño de mezcla asfáltica tipo MAC-2 logrando un porcentaje óptimo de cemento asfáltico en 5.7% con una incorporación del aditivo Quimibond en un 0.5% logrando una óptima gradación de Piedra Chancada 1/2" en un 45%, Arena chancada en 45% y Arena natural 3/16" en 9.5%, con una incorporación de fíller en 0.5%, este diseño tiene una mejor Trabajabilidad en zonas costeras. Sin embargo en nuestra investigación se realizó el diseño de mezcla asfáltica con un mayor porcentaje de cemento asfáltico al 6.20% con una gradación óptima de Piedra Chancada 3/4" – 3/16" en un 38%, Arena chancada 3/16" en 33% y Arena natural 3/8" en 27% y 2.0% de incorporación de Fíller mineral, teniendo un porcentaje para la inclusión de aditivo del 0.8%, cabe resaltar que los parámetros del diseño de mezcla asfáltica se encuentran en la norma ASTM D-1559.

Por parte de Aranda (2017), en su tesis desarrollo tres briquetas para lo cual uno se elaboró sin inclusión del aditivo y las otras dos con dosificaciones, y los otros dos con aditivo según la clasificación que les dio (AMA y AMT1) sus resultados los resultados del ensayo Iottman según la norma ASTM D-4867, demuestran un incremento en el % del ITSr en las briquetas modificadas con aditivo obteniendo un resultado en AMA a 25°C con un TSR de 84.1% y en AMT1 a 25°C con un TSR de 101.3%, sobrepasando el mínimo exigido por la norma que es de 80%, no obstante, la biqueta sin aditivos no cumplen con los porcentajes exigidos por la Norma ASTM la cual obtuvo un TSR de 39.9%. Sin embargo, en el resultado de nuestro informe de investigación se logró obtener TSR 82.2%. con la segunda propuesta de dosificación de aditivo planteada (0.7%). cabe mencionar que las propuestas cumplen de acuerdo a norma ASTM D-4867 y AASHTO T-283 clasificando las propuestas de mezclas asfáltica y concluyendo que, a mayor dosificación del aditivo RICOT Z 3000, mayor es su porcentaje de resistencia a la humedad.

De acuerdo con Corrales (2015) y Elizondo, Salazar y Villegas (2010) en su investigación obtuvieron resultados en los asfaltos modificados con aditivos los cuales demostraron la mejora en sus propiedades visco-elásticas, mediante la

modificación se desea mejorar la elasticidad y la flexibilidad, la consistencia y la durabilidad con el fin de evitar que una mezcla asfáltica se fisure aumentando la tolerancia al esfuerzo y modificar la susceptibilidad térmica ocasionada por cambios extremos de temperatura. Dado a nuestra investigación del ensayo lottman, se muestra un incremento en el % del TSR al aumentar de la dosificación del aditivo RICOT Z 3000 (mejoramiento del asfalto con la incorporación de un aditivo), en nuestra primera dosis de aditivo al 0.50%, se obtuvo un TSR de 79.3%, en la segunda dosis de aditivo al 0.70%, se obtuvo un TSR de 82.2%, en la tercera dosis de aditivo al 0.90%, se obtuvo un TSR de 85.6% y en la cuarta dosis de aditivo al 1.00%, se obtuvo un TSR de 89.4%, los que fueron semejantes a los resultados de los estudios a la mezcla asfáltica en caliente mejora su índice de resistencia al choque de humedad.

En los resultados de Urrego y Ruiz (2016), en su estudio señala que la adhesión entre el ligante bituminoso y los agregados pétreos en una mezcla asfáltica es uno de los contrafuertes dentro del proceso de la construcción de una infraestructura vial. Sin embargo, para nuestra investigación al momento de hallar el % de TSR, ya se está garantizando el índice de adherencia en una escala mayor al 75% (mínimo solicitado en la norma ASTM D-4867), probando así la adherencia entre los agregados grueso y el cemento asfáltico.



VI. CONCLUSIONES

Dentro de los parámetros de nuestro informe de investigación llegamos a las siguientes conclusiones:

- Existe una mejora en la resistencia de la mezcla asfáltica al añadir el aditivo RICOT Z 3000. Donde se demuestra que al incorporar una mayor cantidad aditivo, mejora su porcentaje de resistencia a la tracción indirecta, para nuestra primera propuesta de aditivo al 0.50%, se obtuvo un TSR de 79.3%, en la segunda propuesta de aditivo al 0.70%, se obtuvo un TSR de 82.2%, en la tercera propuesta de aditivo al 0.90%, se obtuvo un TSR de 85.6% y en la cuarta propuesta de aditivo al 1.00%, se obtuvo un TSR de 89.4%, deduciendo que las propuestas cumplen con el mejoramiento de la mezcla asfáltica en caliente.
- Los ensayos de resistencia a la tracción indirecta con las dosificaciones a partir de 0.70% de inclusión de aditivo RICOT Z 3000, incrementa el TSR al 82.2%. Donde según la norma ASTM D-4867 y AASHTO T-283 requiere como mínimo del 80%, cumple a partir de la dosificación mencionada, EL incremento proporciona una mejor respuesta estructural frente a las precipitaciones pluviales incrementando su impermeabilidad de la mezcla asfáltica en caliente.
- En los ensayos de compactación variable, la mezcla asfáltica en caliente modificada con el aditivo RICOT Z 3000 presenta una disminución del % de vacíos de aire según el número de golpes, necesitamos alcanzar el 7.0% de vacíos en la briqueta Marshall, concluyendo que su proporción se dará a un N° de 24 golpes por cara, estando estipulado en la norma ASTM D-4867, para iniciar el ensayo lottman.
- Finalmente se concluye que si existe una mejora en la adherencia entre los agregados gruesos y el cemento asfáltico ya que se consiguieron los resultados dentro del rango establecido en la norma ASTM D-1559 la cual depende en su mayoría, por la naturaleza del agregado pétreos.



VII. RECOMENDACIONES

Para posteriores investigaciones sobre mezclas asfálticas en caliente y su dosificación de aditivos para mejorar sus propiedades, se dan las siguientes recomendaciones:

- Para alturas mayores a los 4,100 m.s.n.m. se recomienda una dosificación mínima del 0.70% de aditivo mejorador de asfalto para una mejor trabajabilidad y resistencia de la mezcla asfáltica.
- Al realizar la dosificación no debemos exceder la proporción del aditivo RICOT Z 3000, ya que la norma ASTM D-4867 y AASHTO T-283 requiere como mínimo del 80% del TSR, pero no indica un máximo, lo cual generaría mayores costos por excedencia de aditivo.
- Para el tipo de zona donde se realizó la investigación, se recomienda diseñar la mezcla asfáltica en caliente con inclusión de fíller, ya que, se evitarían problemas de exudación (deterioro en la superficie de una mezcla asfáltica).
- En la producción, se recomienda tener en cuenta los niveles de humedad de los agregados pétreos, ya que influye en el consumo de combustible, puesto que, primero tiene que pasar por una etapa de secado.
- Para la pavimentación de la vía, se debe verificar las condiciones climatológicas en SENAMHI ya que, a causa de las heladas, friajes y precipitaciones pluviales se vuelve inviable la colocación de la carpeta asfáltica.



TESIS

CÉSPEDES, Amélida. Proceso de producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente empleando una planta de asfalto móvil. Tesis (Título de Ingeniero Civil), [Lima] Universidad de Piura, 2019.

PILARES, Carlos. Análisis del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente con fibras de polipropileno incorporada para condiciones de zonas de altura. Tesis (Título de Ingeniero Civil), [Lima] Universidad San Ignacio de Loyola, 2018.

ARANDA, Javiera. Evaluación de la susceptibilidad al daño por humedad de mezclas asfálticas en caliente utilizando ensayo de tracción indirecta. Tesis (Título de Ingeniero Civil), [Valparaíso] Universidad Técnica Federico Santa María Departamento De Obras Civiles de Chile, 2017.

URREGO, Edward y RUIZ, Cristian. Determinación de la adherencia en mezclas asfálticas elaboradas con asfaltos convencionales y materiales de peña y río. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Universidad Católica De Colombia, 2016.

VELASCO, Leonardo. Permeabilidad del concreto asfáltico: influencia de la granulometría y el contenido de cemento asfáltico. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Universidad Nacional Autónoma De México, 2016.

ORELLANA, Susana. Análisis del comportamiento y beneficios de las mezclas asfálticas tibias. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Lima: Universidad Nacional De Ingeniería, 2016.

GOETENDIA, Francis y PEREZ, Victorino. Influencia de la temperatura en el deterioro de la carpeta asfáltica en la carretera nacional tramo, Rumichaca - Los Libertadores (Huaytará) (PE-28A). Tesis (Título de Ingeniero Civil), Universidad Nacional De Huancavelica, 2015.

CORRALES, Tatiana. Propuesta de método de diseño de mezclas asfálticas abiertas en caliente como capa de alivio. Tesis (Título de Tecnóloga en Administración de Proyectos de la Construcción), [s.l.]: Escuela Politécnica Nacional, 2015.

MORALES, Carlos. Mezclas asfálticas en caliente utilizando asfalto modificado, revisión y propuesta de especificación). Tesis (Título de Maestro en ingeniería Vial), Universidad De San Carlos De Guatemala, 2012.

HUAMAN, Néstor. La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú. Tesis (Título de Maestro en Ciencias con Mención en Ingeniería De Transportes), Lima: Universidad Nacional De Ingeniería, 2011.

PADILLA, Alejandro. Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista. Tesis (Título de Maestro en Movilidad Urbana), Universidad Politécnica de Catalunya, 2004.

PAEZ, Iván. Evaluación de mezclas asfálticas en zonas de altura aplicación a la carretera Cusco - Abancay Tramo IV. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Lima: Universidad Nacional Ingeniería, 2001.

OTROS

ZUÑIGA R. Laboratorio Nacional de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas. Mezcla asfáltica en caliente. Santiago de Chile, Chile, 2015.

ELIZONDO F., SALAZAR J. y VILLEGAS E. Universidad de Costa Rica. Caracterización de asfaltos modificados con aditivos. San José, Costa Rica, 2010. ISSN: 1409-2441

Facultad de Ciencias y Tecnología - UMSS. Pavimentos. Cochabamba, Bolivia, 2004.

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de ensayos de materiales. Lima, Perú, 2016.

BIANCHETTO H., MIRÓ R. y PÉREZ F. Universidad Nacional de la Plata Argentina. Resistencia al envejecimiento de las mezclas bituminosas en caliente beneficios y limitaciones de la incorporación de filleres comerciales. La Plata, Buenos Aires, Argentina, 2007.

DEL AGUILA P. Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto. Experiencias sobre el diseño y criterios para la construcción de pavimentos en zonas de altura. Sevilla, España, 1999.

PROVIAS Nacional. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Sección 410. Pavimento de Concreto Asfáltico Caliente (MAC). Lima, Perú, 2016.

Instituto Nacional de Vías - INVIAS. Mintransporte. Evaluación de la susceptibilidad al agua de las mezclas asfálticas compactadas utilizando la prueba de tracción indirecta I.N.V. E-725-07. Bogotá, Colombia, 2015.

Instituto Nacional de Vías - INVIAS. Mintransporte. Gravedad específica BULK y densidad de mezclas asfálticas compactadas no absorbentes empleando especímenes saturados y superficie seca I.N.V. E-733-07. Bogotá, Colombia, 2015.

Instituto Nacional de Vías - INVIAS. Mintransporte. Resistencia de mezclas asfálticas en caliente empleando el aparato MARSHALL I.N.V. E-748-07. Bogotá, Colombia, 2015.

PROVIAS Nacional. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Concreto Asfáltico en Caliente. Lima, Perú, 2016.

- SILVA J. Laboratorio Nacional de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas. Determinación de grado de desempeño en cementos asfálticos. Santiago de Chile, Chile, 2015.
- ASTM International. Standard test method for effect of moisture on asphalt concrete paving mixtures ASTM D4867 / D4867M. West Conshohocken, USA, 2004.
- AASTHO® Resistance of compacted asphalt mixtures to moisture-induced damage AASTHO T-283. Washington, D.C., USA.
- AASTHO® Standard specification for transportation materials and methods of sampling and testing. Washington, D.C., USA, 2014.
- AASTHO® Guide for design of pavement structures. Washington, D.C., USA, 1993.
- ASTM International. Resistance to plastic flow of bituminous mixtures using Marshall apparatus ASTM D1559. West Conshohocken, USA, 1998.
- ASTM International. Standard test for effect of moisture on asphalt concrete paving mixtures (Lottman test) ASTM D4867 (MN/DOT Modified). West Conshohocken, USA, 2010.
- National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, A Guide to Best Practices for Achieving Context Sensitive Solutions. Washington, D.C., USA, 2002.
- KALOUSH K., WITCZAK M., y MAMLOUK M. Arizona State University. Fiber dosage effects in asphalt binders and hot mix asphalt mixtures. Arizona, USA, 2012.
- EAPA - European Asphalt Pavement Association. The use of warm mix asphalt. Bruselas, Belgica, 2014.

- KHOSLA P., TAYEBALI A. A., AYYALA D. & HARITHA MALLADI. Civil, Construction and Environmental Engineering. An Evaluation of Warm Mix Asphalt Technology for NCDOT Mixes
- KOERNER R.M. Geo-institute and asce continuing education. Geosynthetics used in unpaved and paved roads. Austin, USA, 2014.
- Construction and Building Materials, MUKHTAR A., LUO X., LÜ C., WANG J. y HUANG z., Improving mechanics behavior of hot mix asphalt using graphene-oxide. Austin, USA, 2020.
- Geotextiles and Geomembranes, ABU-FARSAKH M., HANANDEH S., MOHAMMAD L. Y CHEN Q., Performance of geosynthetic reinforced/stabilized paved roads built over soft soil under cyclic plate loads. Austin, USA, 2016.
- Geotextiles and Geomembranes, WU H., HUANG B., SHU X. y ZHAO S., Evaluation of geogrid reinforcement effects on unbound granular pavement base courses using loaded wheel tester. Austin, USA, 2015.
- Journal of Cleaner Production, COSTA A. A. y BENTA A, Economic and environmental impact study of warm mix asphalt compared to hot mix asphalt. Tennessee, USA, 2016.
- National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, Mix design practices for warm mix asphalt. Washington, D.C., USA, 2011.



Anexo 1: Declaratoria de autenticidad de los autores



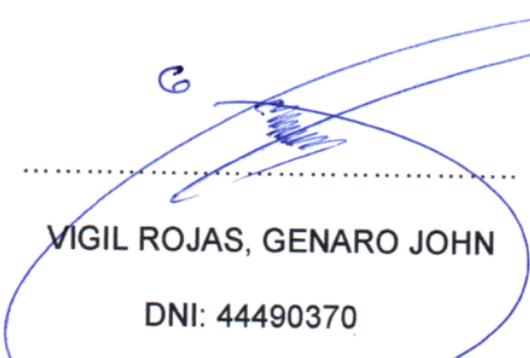
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE LOS AUTORES

Código : F07-PP-PR-02.02
Versión : 10
Fecha : 10-06-2019
Página : 1 de 1

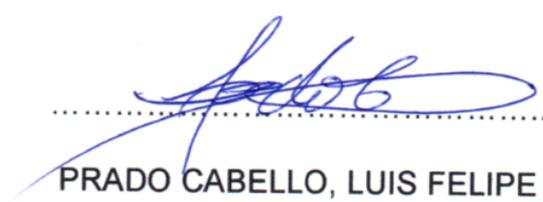
Nosotros, Genaro John Vigil Rojas y Luis Felipe Prado Cabello, alumnos de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Ate, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado "Análisis del diseño de mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 para zonas de altura" son:

1. De nuestra autoría.
2. El presente Trabajo de Investigación / Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de Investigación / Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación / Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

Lima, 25 de Julio del 2020


VIGIL ROJAS, GENARO JOHN

DNI: 44490370


PRADO CABELLO, LUIS FELIPE

DNI: 09059059

Revisó	Vicerrectorado de Investigación/ SGC	DEVAC /Responsable del	Aprobó	Rectorado
--------	---	------------------------	--------	-----------

NOTA: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentren fuera del Campus Virtual Trilce serán considerados como COPIA NO CONTROLADA.

Anexo 2: Declaratoria de autenticidad del asesor

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 2 de 136
---	--	---

Yo, ING. MBA José Antonio Contreras Velásquez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Ate, revisor (a) de la tesis titulada

“Análisis del diseño de mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 para zonas de altura”, de los estudiantes Genaro John Vigil Rojas y Luis Felipe Prado Cabello, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 25 de Julio del 2020

.....
Firma

ING. MBA José Antonio Contreras Velásquez

DNI: 10261467

Revisó	Vicerrectorado de Investigación/ DEVAC /Responsable del SGC	Aprobó	Rectorado
--------	---	--------	---------------------------

NOTA: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentren fuera del Campus Virtual Trilce serán considerados como COPIA NO CONTROLADA.

Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Aditivo RICOT Z 3000	Aditivo para mejorar el asfalto tanto en su adhesividad como impermeabilidad. Resistente a las variaciones climatológicas. Resistente a los sulfatos y los salitres. Aumenta la adhesividad e impermeabilidad del asfalto. Aumenta la manejabilidad del asfalto, lo hace más plástico. (FICHA TÉCNICA RICOT Z 3000, p.1).	Ensayos para determinar la apropiada dosificación de aditivo.	Cantidad de Aditivo RICOT Z 3000	Peso del cemento asfáltico en relación al aditivo	%
Mejora de la mezcla asfáltica en caliente para zonas de altura	Se define como mezcla asfáltica (o bituminosa) en caliente a la combinación de áridos (incluido el polvo mineral) con un ligante. (ZUÑIGA, 2015, p.16). La modificación de asfaltos con aditivos busca mejorar sus propiedades visco-elásticas para cumplir con los requerimientos de un proyecto; de manera muy concisa se puede decir que mediante la modificación se desea mejorar la elasticidad y la flexibilidad, la consistencia y la durabilidad. (ELIZONDO, SALAZAR y VILLEGAS, 2010, p. 2).	Ensayos para determinar el porcentaje de agregados, el porcentaje de C.A. y la resistencia de la mezcla asfáltica en caliente.	Combinación de agregados	Porcentaje de agregados para el diseño de la MAC (Ensayo Marshall)	%
			Cantidad de Cemento Asfáltico	Porcentaje del C.A. para el diseño de la MAC (Ensayo Marshall)	%
			TSR	Resistencia a la tracción indirecta (Ensayo Lottman)	%

Fuente: elaboración propia.

Anexo 4: Instrumento de recolección de datos

Anexo 4.1: Cálculo del tamaño de muestra finita

CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA FINITA

PROYECTO:

" Análisis del diseño de mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 para zonas de altura"

POBLACIÓN:

7 KM. (7,000 MTS.) VÍA DE PAVIMENTO FLEXIBLE

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra buscado

N = Tamaño de la Población o Universo

Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

e = Erro de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

$q = (1 - p)$ = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Nivel de confianza	Z_{α}
99.7%	3
99%	2,58
98%	2,33
96%	2,05
95%	1,96
90%	1,645
80%	1,28
50%	0,674

Cálculo:

Parámetro	Insertar Valor
N	7,000
Z	1.96
p	50%
q	50%
e	5%

$$n = \frac{7,000 * (1.96)_{\alpha}^2 * 0.50 * 0.50}{(0.05)^2 * (7,000 - 1) + (1.96)_{\alpha}^2 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = \frac{6722.8}{18.4579}$$

$$n = 364.22$$

Tamaño de muestra:

$n = 364.22$ Metros lineales de carretera

Anexo 4.2: Validación de instrumentos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y nombres del validador: Mtro. Juan Carlos Vega Cabrera.

1.2. Especialidad del validador: 29 años de constructor de obras civiles en general y Maestro en Ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción.

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis Granulométrico por Tamizado

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	
1. Claridad	Está formulado con lenguaje.										x	
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x	
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x	
4. Organización	Existe una organización lógica.										x	
5. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										x	
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.										x	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos.										x	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										x	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										x	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										x	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

Lima, 15 de julio del 2020.

FIRMA DEL ESPECIALISTA

DNI: 07901125

CIP: 40323

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Mtro. Juan Carlos Vega Cabrera.
- 1.2. Especialidad del validador: 29 años de constructor de obras civiles en general y Maestro en Ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción.
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Diseño de Mezcla Asfáltica MAC-2

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
11. Claridad	Está formulado con lenguaje.									x	
12. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.									x	
13. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									x	
14. Organización	Existe una organización lógica.									x	
15. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									x	
16. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.									x	
17. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos.									x	
18. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									x	
19. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									x	
20. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									x	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- 3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:
- 3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

- 4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

Lima, 15 de julio del 2020.


FIRMA DEL ESPECIALISTA

DNI: 07901125

CIP: 40323

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Apellidos y nombres del validador:** Mtro. Juan Carlos Vega Cabrera.
- 1.2. **Especialidad del validador:** 29 años de constructor de obras civiles en general y Maestro en Ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción.
- 1.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ensayo Lottman Modificado

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	
21. Claridad	Está formulado con lenguaje.										x	
22. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x	
23. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x	
24. Organización	Existe una organización lógica.										x	
25. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										x	
26. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.										x	
27. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos.										x	
28. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										x	
29. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										x	
30. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										x	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- 3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:
- 3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

- 4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

Lima, 15 de julio del 2020.


FIRMA DEL ESPECIALISTA

DNI: 07901125

CIP: 40323

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. **Apellidos y nombres del validador:** Ing. Luis Almonacid Flores

1.2. **Especialidad del validador:** Ingeniero Civil – CIP 93768

1.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Análisis Granulométrico por Tamizado

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje.									x	
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.									x	
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									x	
4. Organización	Existe una organización lógica.									x	
5. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									x	
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.									x	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos									x	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									x	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									x	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico,									x	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

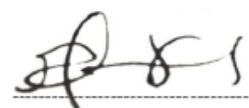
3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

95%

Lima, 15 de julio del 2020.



FIRMA DEL ESPECIALISTA

DNI: 80349244

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y nombres del validador: Ing. Luis Almonacid Flores

1.2. Especialidad del validador: Ingeniero Civil – CIP 93768

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Diseño de Mezcla Asfáltica MAC-2

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
11. Claridad	Está formulado con lenguaje.									x	
12. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.									x	
13. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									x	
14. Organización	Existe una organización lógica.									x	
15. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									x	
16. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.									x	
17. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos									x	
18. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									x	
19. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									x	
20. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico,									x	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

Lima, 15 de julio del 2020.



FIRMA DEL ESPECIALISTA

DNI: 80349244

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y nombres del validador: Ing. Luis Almonacid Flores

1.2. Especialidad del validador: Ingeniero Civil – CIP 93768

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ensayo Lottman Modificado

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
21. Claridad	Está formulado con lenguaje.									x	
22. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.									x	
23. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									x	
24. Organización	Existe una organización lógica.									x	
25. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									x	
26. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.									x	
27. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos									x	
28. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									x	
29. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									x	
30. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico,									x	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

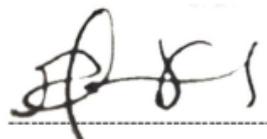
3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

Lima, 15 de julio del 2020.



FIRMA DEL ESPECIALISTA

DNI: 80349244

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y nombres del validador:

Ing. Rogil Wilper Faya Fernández – CIP 23418

1.2. Especialidad del validador: Supervisión de Obras Civiles y Mineras, Gestión Pública.

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis Granulométrico por Tamizado

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje.									x	
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.									x	
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									x	
4. Organización	Existe una organización lógica.									x	
5. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									x	
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.									x	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos									x	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									x	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									x	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico,									x	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

95%

Lima, 15 de julio del 2020.


Ing. Rogil Wilper Faya Fernández
DNI: 27676535

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y nombres del validador:

Ing. Rogil Wilper Faya Fernández – CIP 23418

1.2. Especialidad del validador: Supervisión de Obras Civiles y Mineras, Gestión Pública.

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Diseño de Mezcla Asfáltica MAC-2

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
11. Claridad	Está formulado con lenguaje.									X	
12. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.									X	
13. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X	
14. Organización	Existe una organización lógica.									X	
15. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									X	
16. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.									X	
17. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos									X	
18. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X	
19. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X	
20. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico,									X	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

Lima, 15 de julio del 2020.


Ing. Rogil Wilper Faya Fernández
DNI: 27676535

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y nombres del validador:

Ing. Rogil Wilper Faya Fernández – CIP 23418

1.2. Especialidad del validador: Supervisión de Obras Civiles y Mineras, Gestión Pública.

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ensayo Lottman Modificado

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	
21. Claridad	Está formulado con lenguaje.										x	
22. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x	
23. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x	
24. Organización	Existe una organización lógica.										x	
25. Eficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										x	
26. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis.										x	
27. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos										x	
28. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										x	
29. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										x	
30. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico,										x	

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

3.1. El instrumento cumple los requisitos para su aplicación:

3.2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.1. Se obtuvo el siguiente promedio:

95%

Lima, 15 de julio del 2020.





 Ing. Rogil Wilper Faya Fernández
 DNI: 27676535

VALIDEZ CON V DE AIKEN

TÍTULO:

" Análisis del diseño de mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 para zonas de altura "

ALUMNOS:

- Genaro John Vigil Rojas
- Luis Felipe Prado Cabello

EXPERTOS:

- Mtro. Ing. Juan Carlos Vega Cabrera – CIP 40323
- Ing. Luis Almonacid Flores – CIP 93768
- Ing. Rogil Wilper Faya Fernández – CIP 23418

INDICADORES	JUECES			EVALUACIÓN		V DE AIKEN
	1	2	3	DE ACUERDO	EN DESACUERDO	
FÓRMULA INDICADOR 1	A	A	A	3	0	1.00
FÓRMULA INDICADOR 1	A	A	A	3	0	1.00
FÓRMULA INDICADOR 1	A	A	A	3	0	1.00
FÓRMULA INDICADOR 1	A	A	A	3	0	1.00

Coefficiente de Validez de AIKEN

$$V = \frac{S}{n(c-1)}$$

Siendo:

S = la sumatoria de $s_i = 3$

s_i = Valor asignado por el juez i ,

n = Número de jueces = 3

c = Número de valores de la escala de valoración (2. en este caso)

$$V = \frac{3}{3(2-1)} = 1$$

Los tres expertos están de acuerdo: 1.00

Como quiera que, para los indicadores sean válidos se necesita un completo acuerdo entre los expertos (Escrura, L.M., 1991), concluimos que los indicadores son válidos.

Anexo 4.3: Ubicación Geográfica



Anexo 4.4: Panel fotográfico

SELECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS



Fotografía 1. Selección de los agregados a utilizar en la mezcla asfáltica en caliente:

- Piedra de 1/2"
- Piedra de 3/8"
- Agregados que pasen la malla N°4.



Fotografía 2. Selección de los agregados a utilizar en la mezcla asfáltica en caliente:

- Agregados retenidos en la malla N°10.



Fotografía 3. Selección de los agregados a utilizar en la mezcla asfáltica en caliente:

- Agregados que pasen la malla N°10.



Fotografía 4. Incorporación de la Cal Hidratada Tipo C (Fíller)



Fotografía 5. Incorporación del Cemento Asfáltico (PEN 120 / 150)



Fotografía 6. Incorporación del Aditivo RICOT Z 3000

SELECCIÓN DE MATERIALES DE LABORATORIO



Fotografía 7. Tamices para el análisis granulométrico.



Fotografía 8. Baño maría de laboratorio para susceptibilidad a la humedad.



Fotografía 9. Flujometro para el análisis del flujo de la mezcla.



Fotografía 10. Balanza electrónica, y recipiente para combinar el PEN con el Aditivo.



Fotografía 11. Congeladora para obtener el congelamiento de la mezcla asfáltica.



Fotografía 12. Prensa Marshall utilizando la mordaza Lottman para hallar la resistencia a la tracción indirecta.

ELABORACIÓN DE LAS BRIQUETAS MARSHALL



Fotografía 13. Combinación de agregados gruesos para el diseño de mezcla asfáltica.



Fotografía 14. Combinación de agregados finos para el diseño de mezcla asfáltica.



Fotografía 15. Gradación de los agregados pétreos.



Fotografía 16. Combinación del cemento asfáltico (PEN 120/150) con el aditivo RICOT Z 3000.



Fotografía 17. Reacción química del PEN con la inclusión del aditivo.



Fotografía 18. Peso del Cemento Asfáltico en combinación del aditivo es de 2,053gr.



Fotografía 19. Combinación de los agregados Pétreos con Cemento asfáltico (PEN 120/150) y el aditivo RICOT Z 3000, con un peso de 1,226gr.



Fotografía 20. Preparación de la Mezcla asfáltica en Caliente.



Fotografía 21. Compactación de la briqueta Marshall con un número de 24 golpes por cada lado.



Fotografía 22. Primer grupo de briquetas con inclusión del aditivo RICOT Z 3000 al 0.50%, las cuales se subdividen en dos grupos, grupo en vía de humedad (Saturados) y grupo seco (No saturados)



Fotografía 23. Segundo grupo de briquetas con inclusión del aditivo RICOT Z 3000 al 0.70%, las cuales se subdividen en dos grupos, grupo en vía de humedad (Saturados) y grupo seco (No saturados)

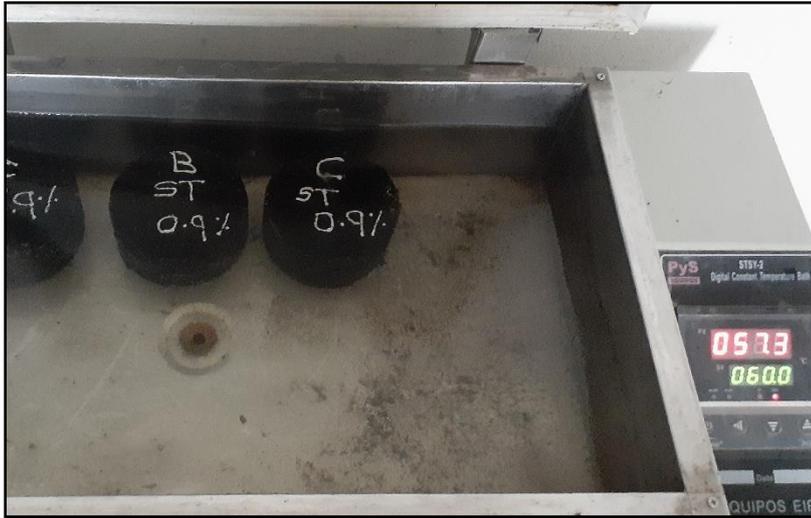


Fotografía 24. Tercer grupo de briquetas con inclusión del aditivo RICOT Z 3000 al 0.90%, las cuales se subdividen en dos grupos, grupo en vía de humedad (Saturados) y grupo seco (No saturados)



Fotografía 25. Cuarto grupo de briquetas con inclusión del aditivo RICOT Z 3000 al 1.00%, las cuales se subdividen en dos grupos, grupo en vía de humedad (Saturados) y grupo seco (No saturados)

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO LOTTMAN



Fotografía 26. Todos los grupos de briquetas en vía de humedad (Saturados) con inclusión del aditivo RICOT Z 3000, se ingresan al baño maría en un promedio de 5 a 15 minutos. A una temperatura de +60°C aproximadamente.



Fotografía 27. Todas las briquetas sometidas al baño maría se envuelven en plástico y se refrigeran a una temperatura de -19°C por un periodo de 16 horas.



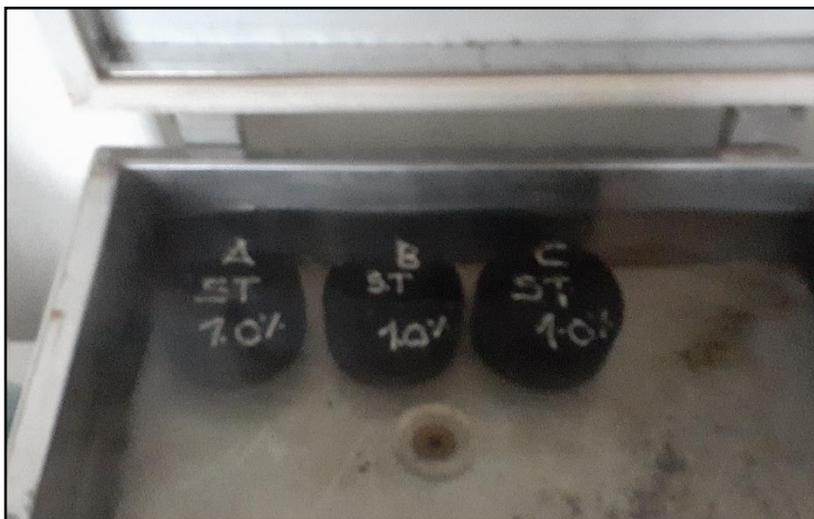
Fotografía 28. El grupo de briquetas en vía de humedad (Saturados) con inclusión del aditivo RICOT Z 3000 al 0.50%, se ingresan al baño maría en un promedio de 24 horas. A una temperatura de +60°C aproximadamente.



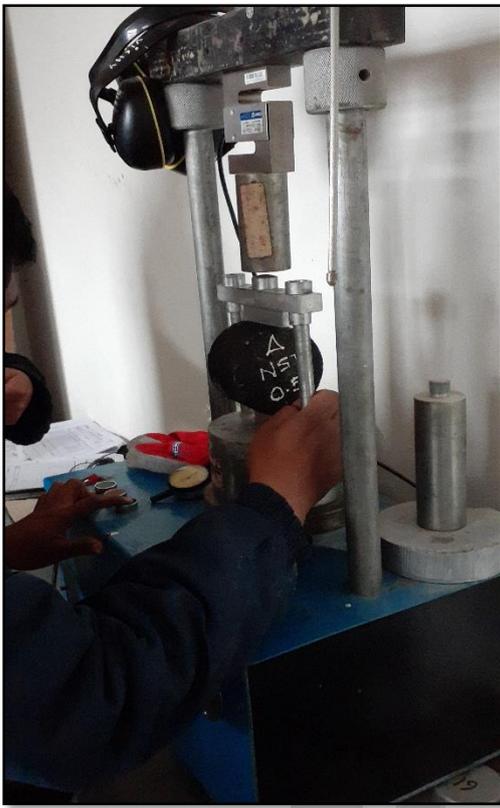
Fotografía 29. El grupo de briquetas en vía de humedad (Saturados) con inclusión del aditivo RICOT Z 3000 al 0.70%, se ingresan al baño maría en un promedio de 24 horas. A una temperatura de +60°C aproximadamente.



Fotografía 30. El grupo de briquetas en vía de humedad (Saturados) con inclusión del aditivo RICOT Z 3000 al 0.90%, se ingresan al baño maría en un promedio de 24 horas. A una temperatura de +60°C aproximadamente.



Fotografía 31. El grupo de briquetas en vía de humedad (Saturados) con inclusión del aditivo RICOT Z 3000 al 1.00%, se ingresan al baño maría en un promedio de 24 horas. A una temperatura de +60°C aproximadamente.



Fotografía 32 y 33. Los grupos de briquetas Saturadas y No saturadas con inclusión de aditivo al 0.50% y 0.70%, se ingresan a la prensa Marshall con la mordaza Lottman.



Fotografía 34 y 35. Los grupos de briquetas Saturadas y No saturadas con inclusión de aditivo al 0.90% y 1.00%, se ingresan a la prensa Marshall con la mordaza Lottman.



Fotografía 36 y 37. Se evalúan las briquetas en el punto de ruptura y se analiza el TSR (Resistencia a la Tracción Indirecta)

TIPOS DE FALLAS ESTRUCTURALES EN CERRO DE PASCO



Fotografía 38 y 39. Problemática en la durabilidad y resistencia de los pavimentos a climas de zonas de altura en las vías de ciudad de Cerro de Pasco, Provincia de Pasco, Departamento de Pasco.



Fotografía 40 y 41. Equipo de investigadores en la ciudad de Cerro de Pasco.



Anexo 4.5: Ficha Técnica RICOT Z 3000

Productos para Carreteras

Ficha Técnica Ricot Z 3000

Descripción: Aditivo para mejorar el asfalto tanto en su adhesividad como impermeabilidad. Es de color Gardner tipo Amina de cadena lineal.

PROCEDIMIENTO

Características Físicas:

- Aspecto: LÍQUIDO VISCOSO (Según requerimiento del cliente)
- Color Gardner: 13 – 15
- Peso Combinado Molecular: 362
- Punto de Fusión °C: 46 – 70 a mayores 30° C Líquido Viscoso
- Punto de Inflamación °C: 200°C INASSA ASTM D 92
- Gravedad Específica: 0.9960
- Referencia Acuosa a 25°C: 0.82 – 0.85
- Resistencia a los Rayos U. V.
- Total Aminas: 417.29, ASTM D 2073.
- Adherencia Agregado Petro.
 - ASTM D 3625: + 95
- Viscosidad a 25°C: 5,000 – 8,000 CPS

Ventajas

- Resistente a las variaciones climatológicas.
- Resistente a los sulfatos y los salitres.
- Aumenta la adhesividad e impermeabilidad del asfalto.
- Aumenta la manejabilidad del asfalto, lo hace más plástico.
- Tiene una compactación más pareja.
- Arquitectónicamente queda mucho más liso debido a que disminuye el porcentaje de vacíos.

Aplicación

En cuanto a la aplicación de RICOT Z 3000 recomendamos que se agregue directamente en los tanques de asfalto y a través de una tubería en forma de vaso comunicante, con una bomba recircular, para después ser enviado para el diseño de la carpeta asfáltica.



Cuidados

- Tener cuidado con la arena por el porcentaje de salinidad.
- Revisar con un microscopio si la piedra de la arena es cóncava o redonda.
- De preferencia deberá ser cóncava debido a que armará como un rompecabezas, por poner un ejemplo se obtendrá una mejor cohesión del material.
- Al vaciar el RICOT Z 3000 deben tener cuidado y evitar que pueda salpicar el asfalto caliente.
- Se recomienda el uso de guantes, lentes y mascarilla. Para mayor detalle remitirse a la hoja de seguridad del producto.

Dosificación

- 0.5% al 1% del peso del asfalto para carpeta asfáltica.
- Bicapa 2 % del peso del asfalto (pen).
- Mayor tráfico usar Estabilizador Z con Polímeros (1% peso del cemento asfáltico)

Solubilidad

- Agua a 25 °C: Insoluble.
- Gasolina 25° : Parcialmente Soluble
- Alcohol isopropileno a 25° : Soluble

Ensayos

- Para comportamiento de los agregados y asfalto se recomienda realizar prueba Lottman ASTM D 4867.
- Se deberá realizar pruebas aumentando los porcentajes de RICOT Z 3000 en 0.25, 0.50, 0.75, 1%, hasta obtener una tabla que contenga los valores necesarios, para que se aprecie un buen recubrimiento de adherencia entre arena y asfalto según ensayo ASTM D 3625 y Resistencia a la Temperatura ASTM D 92.
- Usar el 2 % para tratamiento de Bicapas con aminas. Para mayor tráfico en la carretera utilizar resina Estabilizador Z con Polímeros al 1 % del peso del asfalto.
- Utilizar el 0.5 % de aditivo RICOT Z 3000 x cilindro de RC 250 para imprimación.



Almacenaje

La vida útil de RICOT Z 3000 cuando está bien sellado y almacenado es de 1 año.

Envases

- Cilindros de 181.4 Kg.
- Pesos Específicos





Z ADITIVOS S.A.

Fabricantes de aditivos para concreto, suelo y asfalto.

El mejor amigo del concreto

R.U.C. 20101020739

COTIZACION

Nº

200000803

CLIENTE

Razón Social: C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.
RUC: 20569006326
Dirección: AV. LOS PROCERES NRO. 1000 URB. CERCADO JUNIN - HUANCACHILCA HUANCAYO JUNIN
Teléfono: -
Contacto: ING. OMAR
Obra: GENERAL
Nro. Oportunidad: 18LIMLIM01001

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO DE LISTA	PRECIO DE OFERTA	TOTAL
RICOT Z X 55 GAL (181.4KG)	CIL	50.00	3,139.71	2,900.15	145,000.00
RICOT Z 3000 X 55 GAL (181.4 KG)	CIL	50.00	3,318.82	3,100.11	155,000.00
				SUB TOTAL S/	300,000.00
				IGV S/	54,000.00
				TOTAL S/	354,000.00

CONDICIÓN DE PAGO

Contado

LUGAR DE ENTREGA

Proyecto: OFICINA
Dirección: AV. LOS PROCERES NRO. 1000 URB. CERCADO JUNIN - HUANCAYO - CHILCA

OBSERVACIONES

DATOS ADICIONALES

Solicitante: Carmen Loley
Usuario: LOLOY CORDOVA, CARMEN DEL ROSARIO
Fecha Cotización: 06/02/2020
Fecha Vencimiento: 06/03/2020

APROBACION

Aprobador:

CONDICIONES COMERCIALES

- 1.- La Calidad de nuestros productos está garantizada por nuestra experiencia de más de 30 años en el mercado nacional.
- 2.- El lugar de entrega será en la puerta de OBRA y según indicación del CLIENTE, dentro de Lima Metropolitana.
- 3.- El HORARIO DE ATENCION es de Lunes a Viernes de 8:00 a 18:00 y Sábados de 8:00 a 12:15 horas.
- 4.- Damos asistencia técnica antes, durante y capacitación a los operarios para aplicación de producto durante la ejecución de la Obra .
- 5.- Entregamos CERTIFICADOS DE CALIDAD, HOJAS DE SEGURIDAD (MSDS), ESPECIFICACIONES TÉCNICAS y CERTIFICADOS ENSAYO de todos nuestros productos a solicitud del CLIENTE. DE
- 6.- Facilitamos SOPORTE TÉCNICO antes, durante y después de la aplicación de producto, según acuerdos con el CLIENTE.

Depósito a Cuenta corriente a nombre de Z ADITIVOS S.A.

CTA. CTE. Banco Continental (Soles): 0011-0384-0100007109-50

CTA. CTE. Banco de Crédito (Soles): 191-0620087004

CTA. CTE. Scotiabank (Soles): 000-3249204

Anexo 4.6: Ficha Técnica Cal Hidratada Tipo C



CALERA DEL CENTRO S. R. L.

FICHA TECNICA CAL HIDRATADA TIPO C

1. IDENTIFICACIÓN

- NOMBRE COMERCIAL: CAL HIDRATADA TIPO C
- NOMBRE QUIMICO: HIDROXIDO DE CALCIO
- FORMULA QUIMICA: Ca(OH)_2
- PESO MOLECULAR:

DESCRIPCIÓN

Es un material resultante de La hidratación de la cal viva (óxido de calcio, CaO) hasta satisfacer su afinidad química. Polvo blanco, finamente dividido, impalpable e inoloro.

USOS

Se usa principalmente en las empresas mineras para la neutralización de las aguas ácidas, así mismo en la industria del cuero, acueductos, en las petroleras, en la industria dedicada a la fabricación de pinturas, Etc.

2.- ANÁLISIS QUIMICO TIPICO:

SiO₂ :	2.68%
TiO :	0.03%
Al₂O₃ :	0.61%
Fe₂O₃ :	0.35%
CaO :	91.20%
MgO :	1.56%
MnO :	0.01%
SiO :	0.04%
PO :	0.00%
Na O :	0.00%
K O :	0.05%

Pérdida por Calcinación :	3.47%
TOTAL :	100%

3.- PROPIEDADES FISICAS TÍPICAS:

		Rango
CaO útil Promedio:	50.00%	35.00% a 64.99%
CO2 :	1.85%	1.75 % a2.00%
pH :	12.3	
Gravedad Especifica :	3.10	
Densidad Aparente g/l a-m 50:	930	900 a 950
a-m 120:	880	865 a 885
Granulometría		
+m110% :	8.00	7.00 a 10.00

4.- PRESENTACIÓN:

En Sacos	30.00 Kg
A Granel:	Kg



STEFFANY KAROL ROJAS ROJAS
GERENTE GENERAL

PRINCIPAL: Jr. Bismuto s/n. – Urb. Real de Minas – Chaupimarca - Cerro de Pasco
SEDE PRODUCTIVA: Zona Industrial del C. P. Sacra Familia – Simón Bolívar - Pasco
CONTACTOS: MOV. 990454075 / 990454022 / 990009153 / 956495734
RPM #279860 / #990454075/ #956495734 FIJO: (01) 5358216
e-mail: calera.del.centro@gmail.com / calcenter_12@hotmail.com



Anexo 4.7: Relaciones volumétricas y gravimétricas

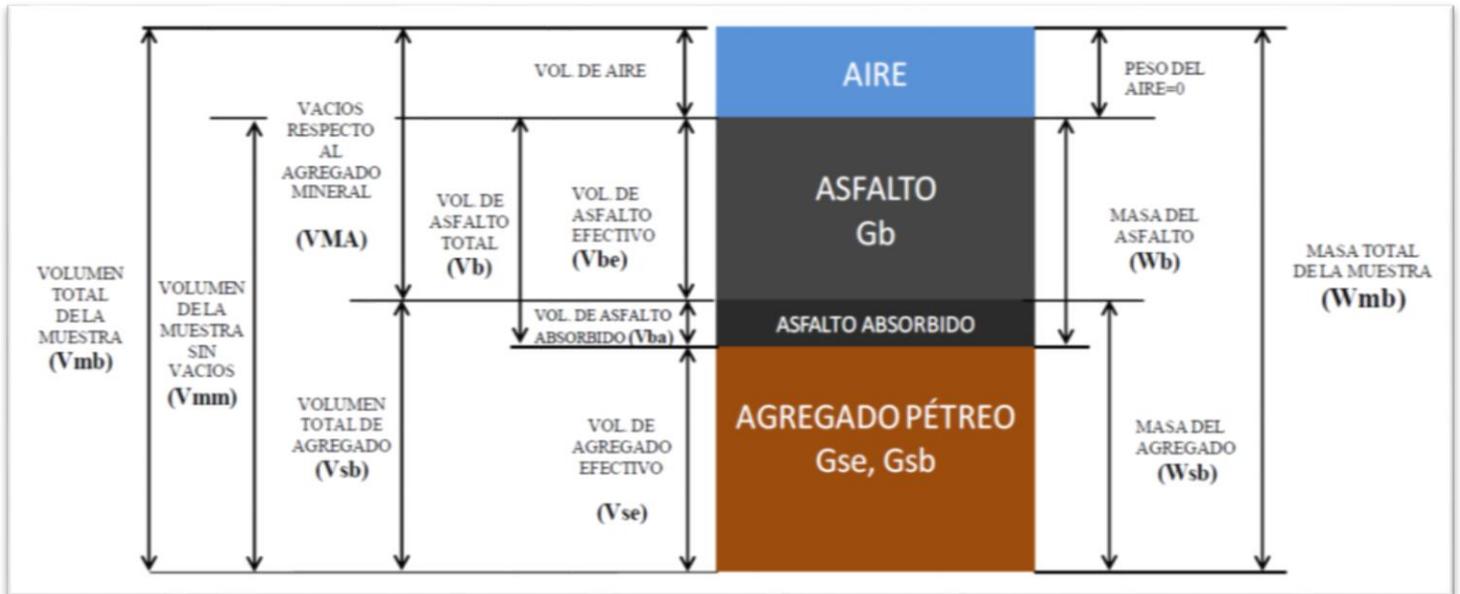


Figura 1. Diagrama de fases de una mezcla asfáltica compactada

Dónde:

V_{mb} = volumen total de la mezcla compactada.

V_{mm} = volumen de la mezcla sin vacíos.

VMA = volumen de vacíos en el agregado mineral.

V_{sb} = volumen total del agregado.

V_{se} = volumen efectivo de agregado.

V_{be} = volumen efectivo de cemento asfáltico.

V_{ba} = volumen de cemento asfáltico absorbido.

V_{aire} = volumen de aire.

W_{mb} = masa total de la mezcla compactada.

W_a = masa del aire.

Anexo 4.8: Tipos de Cementos asfálticos, sus diferencias y usos

Dentro de las opciones de cemento asfáltico tenemos las siguientes: 40/50, 60/70, 85/100, 120/150 y 200/300. Identifiquemos en qué se diferencian y también cuándo es oportuno usar una u otra.

Las nomenclaturas de cada producto se refieren al grado de penetración y viscosidad que tienen. Por ejemplo: El PEN 40/50 tiene una penetración entre 40 a 50 décimas por milímetro y su consistencia – a temperatura ambiente – si colocamos el dedo encima solo alcanzaría a producir una leve huella de manera superficial.

Mientras mayor sea el grado de penetración, mayor será la blandidez de cada producto. Es decir, si ponemos nuestro dedo en el asfalto 200/300 en una temperatura cálida penetraría con mayor facilidad la superficie.

En la siguiente tabla descifraremos mejor los tipos de asfalto que más se utilizan y su uso según la altura.

**Tabla 1.3.-Sistema de Clasificación por Penetración
REQUISITOS PARA UNA ESPECIFICACIÓN PARA CEMENTO ASFALTICO
AASHTO M 20**

	GRADO DE PENETRACIÓN									
	40-50		60-70		85-100		120-150		200-300	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Penetración, 25° C 100 g. 5 segundos	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto inflamador, cleveland, °C	450	-	450	-	450	-	425	-	350	-
Ductilidad 25° C, 5 cm por minuto	100	-	100	-	100	-	100	-	-	-
Solubilidad de triclorotileno, por ciento	99	-	99	-	99	-	99	-	99	-
TFO 3.2 mm, 63° C, 5 horas	-	0.8	-	0.8	-	1.0	-	1.3	-	1.5
Perdida por calentamiento, Porcentaje	-	0.8	-	0.8	-	1.0	-	1.3	-	1.5
Penetración del residuo, Porcentaje del original	58	-	54	-	50	-	46	-	40	-
Ductilidad del residuo a 25° C. 5 cm por min., cm	-	-	50	-	75	-	100	-	100	-
Prueba del mancha (cuando y como se especifica) (ver nota) :	Negativo para todos los grados Negativo para todos los grados Negativo para todos los grados									
Solvente normal del nafta										
Solvente de nafta - xileno. % xileno										
Solvente de heptano - xileno. % xileno	Negativo para todos los grados									

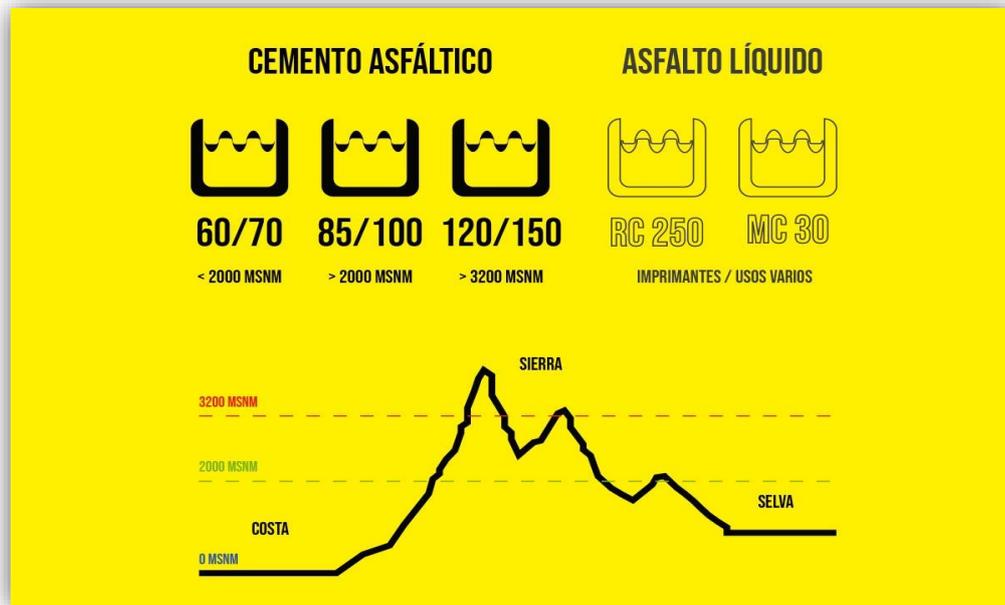
Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en caliente del Asphalt Institute. Serie de Manuales N° 22 (MS-22).

Nota: El uso de la prueba de mancha es opcional. El ingeniero deberá especificar el tipo de solvente usado cuando se va a usar la prueba. En el caso de los solventes de xileno, deberá de especificar el porcentaje de xileno a ser usado.

El asfalto líquido MC 30 (Medium Curing), traducido al español como “curado medio”, es un derivado del Petróleo constituido por una mezcla de cemento asfáltico y solventes hidrocarbonados de diferentes tipos y niveles de destilación que le imparten a los asfaltos diluidos sus distintos tiempos de corte o curado.

Se trata de productos líquidos a temperatura ambiente que se aplican en frío. Asfalto cuyo fluidificante es kerosene, seguidas con el número correspondiente a

la viscosidad cinemática que tienen los asfaltos MC. Es utilizado mayormente para: Imprimaciones de suelos, lechados asfálticos, riego de liga, tratamientos superficiales, micro pavimentos y estabilización de suelos.



El asfalto líquido RC 250 (Rapid Curing), “curado rápido” es una mezcla de asfalto de penetración con un destilado de petróleo muy volátil, del tipo de gasolina, que imparten a los asfaltos diluidos sus distintos tiempos de corte o curado.

Se trata de productos líquidos a temperatura ambiente y que se aplican en frío. El número de 250 asociados con el nombre indica la viscosidad permisible a 60°C (144°F). La viscosidad del producto depende de la volatilidad del solvente y de la proporción de los componentes. Se usa para: Preparación de mezcla asfáltica para pavimentación en frío (Asfalto en frío), riego de imprimación (Sellado para la construcción de carreteras), riego de adherencia, preparación de carpeta asfáltica en frío, riego de liga, estabilización de suelos para bases y sub bases, lechadas asfálticas, tratamiento superficial, micro pavimentos y estabilización de suelos.

Ambos productos (RC y MC) se pueden utilizar en cualquier clima y es funcional a cualquier altura sobre el nivel del mar. La diferencia que limita los cementos asfálticos es que esta última sirve para asfaltar una carretera desde 0, en cambio con el MC y RC funcionan muy bien para dar mantenimiento de sanaciones rápidas a las carreteras.

Anexo 4.9: Tipos de cal



La cal es un término genérico que designa todas las formas físicas en las que pueden aparecer el óxido de calcio y el de magnesio, (CaO y MgO) y/o el hidróxido de calcio y/o el de magnesio, ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ y $\text{Mg}(\text{OH})_2$).

Dentro de los componentes de la Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC), se puede considerar al fíller (relleno o llenante). Ello dependerá de la granulometría de los agregados finos que componen la MAC. Es decir que el fíller se utilizará en las mezclas asfálticas con el objetivo de rectificar las deficiencias de la curva granulométrica de los agregados finos que por sí sola no cumple las especificaciones técnicas para la mezcla pre-establecida.

Por otra parte, y a modo de aporte al conocimiento, se menciona también que el fíller suele tener un efecto secundario, dependiendo de su naturaleza, el cual es mejorar la adherencia entre el cemento asfáltico y los agregados pétreos.

Dado este contexto, se menciona que la finalidad del presente artículo es la de mostrar en forma detallada los requisitos del fíller denominado cal hidratada para que sea considerada su conveniencia al momento de determinar los elementos de entrada para un diseño de mezcla de concreto asfáltico en caliente.

La especificación estándar que gobierna los requerimientos para la Cal Tipo I y la Cal Tipo II, las cuales se utilizan en los diseños de MAC, es la norma AASHTO M 303.

En esta norma se indican los siguientes conceptos:

1. Cal Tipo I:

Cal hidratada con alto contenido de calcio que contiene un máximo contenido de magnesio, calculado como óxido de magnesio, de 4% en masa.

2. Cal Tipo II:

Cal magnésica o dolomítica que contiene magnesio, calculado como óxido de magnesio, en un porcentaje mayor a 4% pero no mayor a 36% en masa.

Ambos tipos de cal (Tipo I y Tipo II) deberán cumplir con los siguientes requisitos granulométricos cuando hayan sido ensayados de acuerdo a la norma AASHTO T 219:

- Máximo residuo retenido en la malla N° 30: 3% en masa.
- Máximo residuo retenido en la malla N° 200: 20 % en masa.

Luego de haber visto los conceptos previos, se determinan los requerimientos para cada uno de ellos:

Requerimientos para Cal Tipo I y Cal Tipo II:

1. Contenido de Cal Activa [% Ca(OH)_2 + % Ca(O)]: Mínimo 90% en masa (*).
2. Contenido de Cal Deshidratada [% Ca(O)]: Máximo 7% en masa.
3. Contenido de Agua [H_2O]: Máximo 3% en masa.

(*) No se permite más del 7% en masa de óxido de calcio (cal deshidratada) en la determinación del contenido total de cal activa.

Requerimientos para Cal Tipo II:

1. Contenido de Residuo de Ignición de Óxido de Calcio y Magnesio: Mínimo 96% en masa.
2. Contenido de Dióxido de Carbono (de base recibida): Máximo 7%.
3. Contenido de Óxido de Calcio Deshidratado (de base recibida): Máximo 3%.

La enumeración de los requisitos del fíller a ser usado en la mezcla de concreto asfáltico en caliente, es de gran ayuda para los diseñadores de mezclas y para los profesionales que participan de la elaboración de estudios de proyectos para ejecución de carreteras, ya que brinda el alcance total de los requisitos y ello permite la adecuada planificación de la calidad, costo y plazo del proceso “Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente.”



Anexo 4.10: Tipos de deterioro de las mezclas asfálticas en caliente

Deformación permanente

En nuestro medio es ampliamente conocida como ahuellamiento y es irrecuperable; por lo regular es una manifestación de un déficit estructural del pavimento, debido a que la deformación se da en todas las capas de la estructura de pavimento, incluyendo a la subrasante, originado por la repetición de cargas de tránsito. Existe otro tipo de ahuellamiento donde la deformación se da únicamente en la carpeta asfáltica, este es originado por la baja resistencia al corte que presenta la mezcla asfáltica y por lo tanto no es capaz de soportar las cargas del tránsito; está asociado a altas temperaturas de trabajo de la mezcla asfáltica en caliente. De acuerdo con el manual de pavimentos para mezclas asfálticas en caliente del Departamento del Transporte y la Administración de Carreteras de los Estados Unidos, entre las principales causas de la deformación permanente o ahuellamiento están:

- Baja cantidad de vacíos de aire (menos del 4%)
- Exceso de vacíos de aire (más del 8%)
- Cemento asfáltico de baja viscosidad
- Mayor consolidación de las capas inferior a la carpeta de rodadura
- Mayor exposición de la carpeta de rodadura a velocidades bajas o cargas
- de larga duración
- Utilización de arena natural, poca cantidad de polvo mineral y la utilización de agregados redondeados



Figura 2. Deformación permanente a nivel de carpeta asfáltica

Agrietamiento por fatiga

Es el resultado de un esfuerzo de tensión mayor a la resistencia a la tensión de la mezcla asfáltica en caliente; en un inicio se manifiesta por fisuras longitudinales intermitentes dentro de la huella; generalmente es asociado con la repetición y magnitud de las cargas del tránsito. El problema se hace más grave cuando existe un drenaje deficiente en el pavimento lo cual contribuye a que las capas inferiores se saturen y pierdan resistencia, otra causa del agrietamiento por fatiga es el reiterado paso de camiones sobrecargados y/o por espesores de pavimento no adecuados; en su estado más avanzado se representa por medio de baches y desprendimientos de la carpeta asfáltica, en general se considera que el agrietamiento por fatiga es más un problema estructural que de materiales.

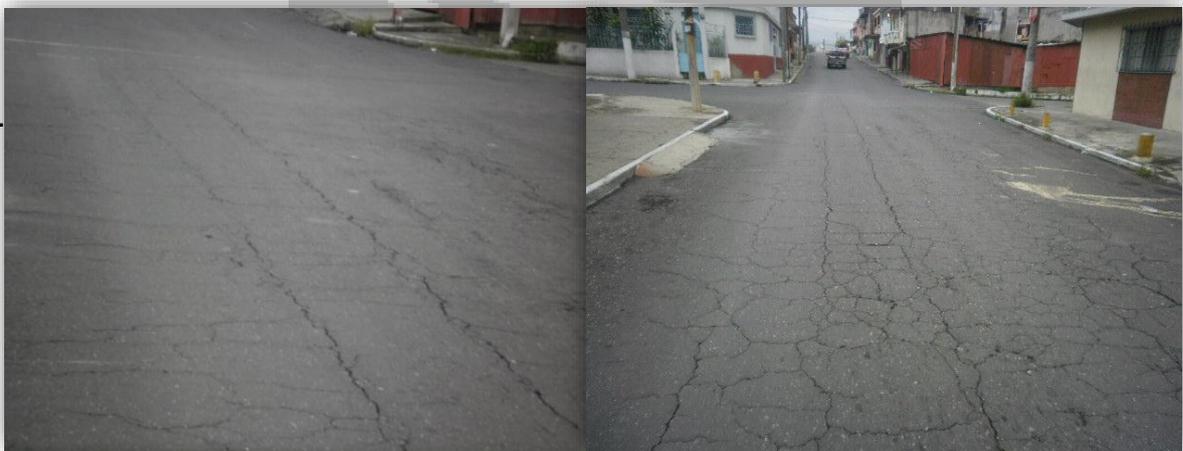


Figura 3. Agrietamiento por fatiga

Fisuración por baja temperatura

Es atribuible a la deformación por tensión inducida en la mezcla asfáltica en caliente a medida que la temperatura baja; este tipo de deterioro es atribuible más a los efectos del medio ambiente que a la acción de las cargas de tránsito; se representa por medio de fisuras transversales intermitentes perpendiculares a la dirección del flujo de tránsito. Las fisuras por baja temperatura se forman por contracciones en la carpeta asfáltica que por lo regular están en servicio en climas fríos; cuando la carpeta se contrae, se originan deformaciones de tensión en su interior, cuando estos esfuerzos exceden la resistencia a la tensión de la mezcla asfáltica, esta se fisura; entre algunas de las causas que pueden originar este tipo de deterioro están: la utilización de asfaltos duros en climas fríos, ligantes asfálticos oxidados y mezclas con un alto porcentaje de vacíos.



Figura 4. Fisuración por baja temperatura

Anexo 4.11: Procedimiento de Ensayo Lottman

1. Se compactan especímenes con el óptimo contenido de C.A. (PEN) en el equipo Marshall, se elaboran cuatro juegos de briquetas (seis briquetas por cada juego) con tres briquetas por número de golpes (un juego de 75 golpes, 60 golpes, 45 golpes, 30 golpes y 15 golpes) para determinar con cuantos golpes la mezcla obtiene un porcentaje de vacíos entre 6 y 8 %.
2. Luego de desmoldar y enfriar las briquetas por mínimo una hora a temperatura ambiente, se procede a determinar su peso unitario de cada juego de briquetas compactadas a diferentes golpes, y con estos datos comparados con el rice se determina el % de vacíos de cada juego de briquetas y mediante un cuadro de intersección se determina que cantidad de golpes se necesita para obtener un vacío de entre 6 y 8 %.

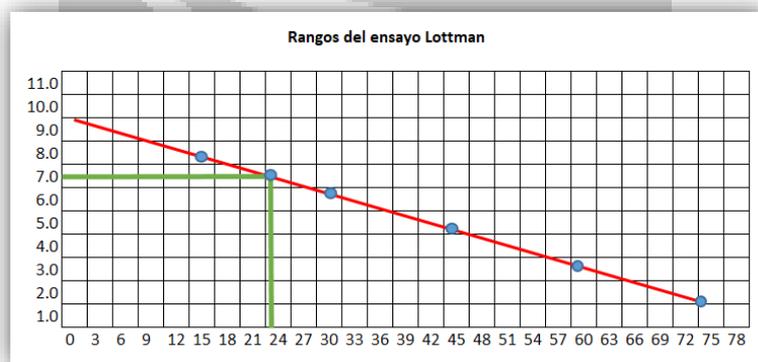


Figura 5. Rangos del ensayo Lottman

3. Después se procede a compactar dos juegos de briquetas con la cantidad de golpes que se determinó en el párrafo anterior (en nuestro caso se determinó 24 golpes para hallar vacíos de 7.00%)
4. En los grupos de briquetas de mezcla asfáltica en se incorporó el aditivo RICOT Z 3000 con dosificaciones diferentes de 0.50%, 0.70%, 0.90% y 1.00%. Luego, cada grupo se subdividió entre grupo seco y grupo en vía de humedad determinando la relación de resistencia a la tracción indirecta (TSR).
5. Después de haber enfriado las probetas se procede a determinar su diámetro y altura (promedio de 4 medias de diámetro y altura) para el cálculo de resistencias secas y húmedas de tracción indirecta (TSR) según la norma ASTM D-4867 y AASHTO T-283, realizar los respectivos pesos unitarios de

ambos grupos. Luego el primer grupo seco romper con la mordaza para tracción indirecta, y el grupo húmedo realizar el ensayo en vacíos olla para rice (MUESTRA SATURADA EN VACÍO 19 a 28" Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C) y luego de esto realizar peso unitario con solo dos pesos de la muestra y peso de la muestra en agua.

6. Luego el grupo húmedo envolver en bolsas de plástico agregando 10 ml de agua y sellarlo para meterlo al congelador a $-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 15 horas, luego sacarlos de la bolsa y saturarlo a baño maría por 24 horas a 60°C , se evalúa el comportamiento de la mezcla asfáltica al cambio brusco de temperatura. Luego se retiran del baño María y se pone en agua a 25°C por media hora y se toman nuevamente las medidas de espesores y peso unitario dos pesos de la muestra y peso de la muestra en agua.
7. Finalmente Se procede a realizar la rotura se sometan (prueba de tracción indirecta) en la prensa Marshall utilizando la mordaza lottman (mordaza de tracción indirecta) para determinar el porcentaje de daño.

Anexo 4.12: Resultados de los ensayos

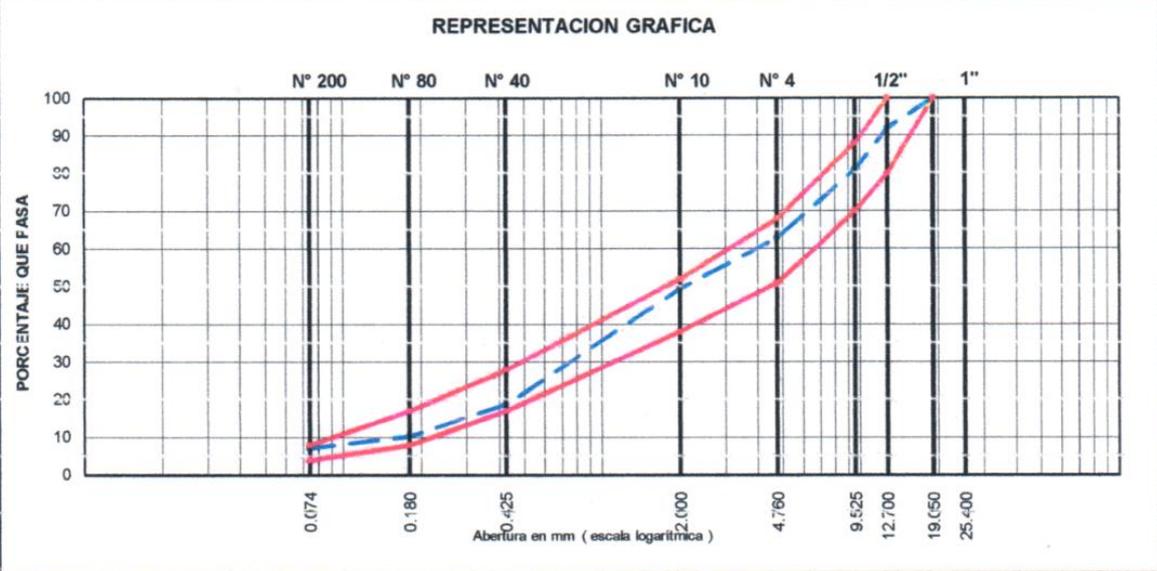
Análisis Granulométrico por Tamizado

		REGISTRO DE CONTROL					CO.SGC.PL.0001-F1			
		CONTROL DE CALIDAD					Revisión: 0			
		COMBINACIÓN DE AGREGADOS					Fecha: 15/09/2019			
		LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS					Página: 1 de 1			
NOMBRE DEL PROYECTO:		Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.								
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco						N° CERTIFICADO:				
CONTRATISTA: Consorcio Oriente						FECHA: 24/09/2019				
SUPERVISION: Consorcio Supervisor Yanahuanca						UBICACIÓN: Dep. de Pasco				
DATOS DE LA MUESTRA										
COMBINACIÓN DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DISEÑO MAC-2-01 - PLANTA SACRA FAMILIA - CERRO DE PASCO										
Fecha :		24-sep-19				<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Gradación Superpave Tamaño máximo: 3/4" </div>				
Tramo :		I Cerro de Pasco								
Tamices y aberturas (mm)		Fajas por agregados a intervenir					Mezcla MAC-2			Chequeo
		Grava Integral 3/4"-1/4"	Arena chancada <1/4	Arena zarandeada < 3/8	Arena Opcional	Filler Cal Hidratada	Comb. Teórica	Especific.		
		38.0%	34.0%	26.0%	0.0%	2.0%		MAC-02		
1"	25.400	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100	ok
1/2"	12.700	81.2	100.0	100.0	100.0	100.0	92.9	80	100	ok
3/8"	9.525	53.1	100.0	98.8	100.0	100.0	81.9	70	88	ok
# 4	4.760	12.4	98.7	84.9	100.0	100.0	62.4	51	68	ok
# 10	2.000	5.2	74.5	75.6	100.0	100.0	49.0	38	52	ok
# 40	0.420	0.0	25.2	30.1	100.0	89.7	18.2	17	28	ok
# 80	0.180	0.0	16.1	10.6	100.0	75.4	9.7	8	17	ok
# 200	0.075	0.0	12.8	5.0	100.0	64.1	6.9	4	8	ok

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 <i>Edwin Paul Vichy Rivera</i> Asistente del Exp. en Suelos y Diseño de Asfalto	 <i>Roberto M. López Lazo</i> Exp. en Suelos y Diseño de Asfalto CIP 49737	 <i>Elias Cuenca Cabrera</i> Residente de OBRA CIP: 63748

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
NOMBRE DEL PROYECTO: Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.	
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco	N° CERTIFICADO:
CONTRATISTA: Consorcio Oriente	FECHA: 24/09/2019
SUPERVISION: Consorcio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN: Dpto. Pasco

COMBINACIÓN FÍSICA									
TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	
3"	76.200						UBICACIÓN	:	
2 1/2"	63.500						HORA	:	
2"	50.800						PESO INICIAL	50000.0	gr
1 1/2"	38.100						Peso de fracción	797.6	gr
1"	25.400						PROPORCIONES		%
3/4"	19.050				100.0	100			
1/2"	12.700	3950.0	7.9	7.9	92.1	80 - 100	Arena Natural < 3/8"	27.0	%
3/8"	9.525	5520.0	11.1	19.0	81.0	70 - 98	Arena Triturada 3/16"	33.0	%
N°4	4.760	9021.0	18.0	37.0	63.0	51 - 68	Grava Triturada 3/4"-3/16"	38.0	%
N° 10	2.000	171.3	13.5	50.5	49.5	38 - 52	Filler	2.0	%
N° 40	0.425	388.5	30.7	81.2	18.8	17 - 28	Total	100.0	%
N° 80	0.180	106.6	8.4	89.6	10.4	8 - 17			
N° 200	0.074	40.4	3.2	92.8	7.2	4 - 8	OBS.- Filler incluido		
< 200	-	90.8	7.2	100.0			Humedad de Mezcla (%)		



OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:  <i>Edwin Paul Vichy Rivera</i> Asistente del Esp. en Suelos y Diseño de Asfalto	REVISADO POR:  <i>Ing. Roberto M. López Luzo</i> Exp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP: 49737	APROBADO POR:  <i>Ing. Elias Cuenca Cabrera</i> Residente de OBRA CIP: 63748
--	--	--

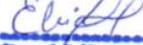
	REGISTRO DE CONTROL		CO.SGC.PL.0001-F1		
	CONTROL DE CALIDAD		Revisión: 0		
	EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E114)		Fecha: 15/09/2019		
Página: 1 de 1					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
NOMBRE DEL PROYECTO: Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.					
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco		N° CERTIFICADO:			
CONTRATISTA: Consorcio Oriente		FECHA:	27/09/2019		
SUPERVISION: Consorcio Supervisor Yanahuanca		UBICACIÓN:	Dep. de Pasco		
DATOS DE LA MUESTRA					
Cantera:	Sacra Familia	Ubicación:	Cerro de Pasco		
Material:	Combinacion Fisica de Agregados Finos	Cantera:	Sacra Familia		
MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Hora de entrada a saturación		08:35	08:37	08:39	
Hora de salida de saturación (más 10')		08:45	08:47	08:49	
Hora de entrada a decantación		08:47	08:49	08:51	
Hora de salida de decantación (más 20')		09:07	09:09	09:11	
Altura máxima de material fino	cm	5.50	5.42	5.62	
Altura máxima de la arena	cm	3.93	4.01	3.97	
Equivalente de arena	%	72.0	74.0	71.0	
Equivalente de arena promedio	%	72.3			
Resultado equivalente de arena	%	72			
Observaciones:					
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:	
  Edwin Paul Vichy Rivera <small>Prof. Titular del Esp. en Suelos y Diseño de Asfalto</small>		  Ing. Roberto M. López Lazo <small>Esp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP 49737</small>		  Ing. Blas Cuenca Cabrera <small>Residente de OBRA CIP: 63748</small>	

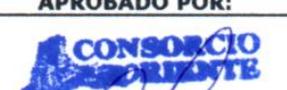
	REGISTRO DE CONTROL			CO.SG.PL.0002-F5			
	CONTROL DE CALIDAD			Revisión: 0			
	DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS (MTC E210)			Fecha: 15/09/2017 Página: 1 de 1			
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS							
NOMBRE DEL PROYECTO:		Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.					
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco			N° CERTIFICADO:				
CONTRATISTA: Consorcio Oriente			FECHA: 27/09/2019				
SUPERVISION: Consorcio Supervisor Yanahuanca			UBICACIÓN: Dpto-Pasco				
DATOS DE LA MUESTRA							
Cantera:		Sacra Familia					
Material:		Grava Triturada Para Asfalto					
CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS							
TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	1 CARA FRACTURADA (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)	(E)/(D)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	3950.0	3750.0	94.9	7.9	750.0	
1/2"	3/8"	5529.0	5023.0	90.8	11.1	1004.6	
TOTAL		9479.0	8773.0		19.0	1754.6	92.6
CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS							
TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	2 CARAS FRACTURADAS (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)	(E)/(D)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	3950.0	3621.0	91.7	7.9	724.2	
1/2"	3/8"	5529.0	4020.0	72.7	11.1	804.0	
TOTAL		9479.0	7641.0		19.0	1528.2	80.6
OBSERVACIONES:							
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:			
 Edwin Paul Vichy Rivera <small>Asesor del Esp. en Suelos y Diseño de Asfalto</small>		 Ing. Roberto M. López Lazo <small>Esp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP 49737</small>		 Ing. Blas Cuenca Cabrera <small>Residente de Obra CIP: 63748</small>			

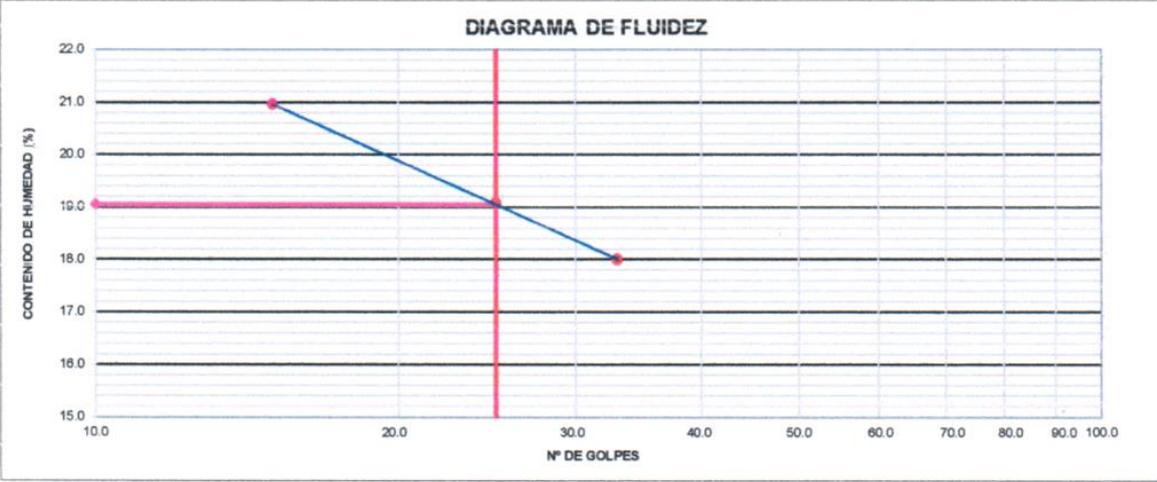
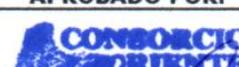
	REGISTRO DE CONTROL		CO.SGC.PL.0002-F4			
	CONTROL DE CALIDAD		Revisión: 0			
	DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (NORMA ASTM D-4791)		Fecha: 15/09/2019			
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS						
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.					
CLIENTE:	Gobierno Regional de Cerro de Pasco			N° CERTIFICADO:		
CONTRATISTA :	Consortio Oriente			FECHA:	27/09/2019	
SUPERVISION:	Consortio Supervisor Yanahuanca			UBICACIÓN:	Dpto. Pasco	
DATOS DE LA MUESTRA						
Cantera:	Sacra Familia					
Material:	Grava Triturada Para Asfalto					
TAMIZ	Peso por mallas (A) (gr)	Peso chatas y alargadas (B) (gr)	Porcentaje (C)=(B)/(A)*100 (%)	Gradación Original (D) (%)	Corrección (E)=(C)*(D) (%)	(E)/(D) (%)
2 1/2" - 2"						
1" - 3/4"						
3/4" - 1/2"	3950	210.0	5.3	7.9	42.0	
1/2" - 3/8"	5529	350.0	6.3	11.1	70.0	
Peso Total (gr.)	9479	560.0		19.0	112.0	5.9
Observaciones:						
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>						
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:		
  Edwin Paul Vichy Rivera <small>Asistente del Esp. en Suelos y Diseño de Asfalto</small>		  Ing. Roberto M. López Lazo <small>Exp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP 49737</small>		  Ing. Elias Cuenca Cabrera <small>Residente de OBRA CIP: 63748</small>		

	REGISTRO DE CONTROL		CO.SGC.PL.0001-F7	
	CONTROL DE CALIDAD		Revisión: 0	
	ENSAYO DE ABRASION		Fecha: 15/09/2019	
MAQUINA DE LOS ANGELES - (MTC E207)		Página: 1 de 1		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
NOMBRE DEL PROYECTO:		Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.		
CLIENTE:		Gobierno Regional de Cerro de Pasco		
CONTRATISTA:		Consorcio Oriente		FECHA: 28/09/2019
SUPERVISION:		Consorcio Supervisor Yanahuanca		
DATOS DE LA MUESTRA				
Cantera:	Sacra Familia		Ubicación:	Cerro de Pasco
Material:	Grava Triturada Para Asfalto			
Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"		2500.0		
1/2" - 3/8"		2500.0		
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total		5000.0		
(%) Retenido en la malla N° 12		3795.0		
(%) Que pasa en la malla N° 12		1205.0		
N° de esferas		11		
Peso de las esferas (gr)		4584 ± 25		
% Desgaste		24.1%		
OBSERVACIONES :				
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>				
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:
 <i>Edwin Paul Vichy Rivera</i> Edwin Paul Vichy Rivera Asistente del Exp. en Suavos y Diseño de Asfalto		 <i>Roberto M. López Lazo</i> Ing. Roberto M. López Lazo Exp. En Suavos y Diseño de Asfalto CIP 49737		 <i>Blas Cuenca Cabrera</i> Ing. Blas Cuenca Cabrera Residente de OBRA CIP 63748

	REGISTRO DE CONTROL			CO.SGC.PL.0001-F5	
	CONTROL DE CALIDAD			Revisión: 0	
	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS (MTC E205/MTC E206)			Fecha: 15/09/2019	
Página: 1 de 1					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:		Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.			
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco			N° CERTIFICADO:		
CONTRATISTA: Consorcio Oriente			FECHA: 28/09/2019		
SUPERVISION: Consorcio Supervisor Yanahuanca			UBICACIÓN: Dpto. Pasco		
DATOS DE LA MUESTRA					
Cantera:	Sacra Familia		Ubicación:		Cerro de Pasco
Material:	Grava Triturada Para Asfalto				
AGREGADO GRUESO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1210.6	1211.6	1209.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	745.1	747.1	743.1	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	465.5	464.5	465.9	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1197.7	1199.5	1196.8	
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm ³)	452.6	452.4	453.7	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.573	2.582	2.569	2.575
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.601	2.608	2.595	2.601
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.646	2.651	2.638	2.645
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.08	1.01	1.02	1.04
OBSERVACIONES:					
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>					
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:	
 Edwin Paul Vichy Rivera Asistente del Esp. en Suelos y Diseño de Asfalto		 Ing. Roberto M. López Lazo Esp. en Suelos y Diseño de Asfalto CIP 49737		 Ing. Elias Cuenca Cabrera Residente de OBRA CIP: 63748	

	REGISTRO DE CONTROL		CO.SGC.PL.0001-F5	
	CONTROL DE CALIDAD		Revisión: 0	
	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS (MTC E205/MTC E206)		Fecha: 15/09/2019 Página: 1 de 1	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.			
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco			N° CERTIFICADO:	
CONTRATISTA: Consorcio Oriente			FECHA:	28/09/2019
SUPERVISION: Consorcio Supervisor Yanahuanca			UBICACIÓN:	Dpto. Pasco
DATOS DE LA MUESTRA				
Cantera:	Sacra Familia			Ubicación: Cerro de Pasco
Material:	Combinación de Agregados Finos Para Asfalto			
GRAVEDAD ESPECIFICA - AGREGADO FINO				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	600.0	600.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	718.6	716.9	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1318.6	1316.9	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	1100.4	1080.1	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm ³)	218.2	236.8	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	593.5	593.9	
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm ³)	211.7	230.7	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.720	2.508	2.614
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.750	2.534	2.642
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.804	2.574	2.689
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.1	1.0	1.1
OBSERVACIONES:				
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:
  Edwin Paul Vichy Rivera <small>Asistente del Esp. en Suavos y Diseño de Asfalto</small>		  Roberto M. López Lazo <small>En Suavos y Diseño de Asfalto CIP 49737</small>		  Ing. Blas Cuenna Cabrera <small>Residente de OBRA CIP: 63748</small>

 REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110, MTC E111)		CO.SGC.PL.0001-F2 Revisión: 0 Fecha: 15/09/2019 Página: 1 de 1	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.		
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco	N° CERTIFICADO:		
CONTRATISTA: Consorcio Oriente	FECHA:	29/09/2019	
SUPERVISION: Consorcio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN:	Dpto. Pasco	
DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera: Sacra Familia	Ubicación: Cerro de Pasco		
Material: Combinación de Agregados Finos Para Asfalto			
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)			
N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.42	38.95	37.19
TARRO + SUELO SECO	35.08	33.62	33.57
AGUA	3.34	3.33	3.62
PESO DEL TARRO	13.54	13.78	13.74
PESO DEL SUELO SECO	21.54	19.84	19.83
% DE HUMEDAD	15.51	16.78	18.26
N° DE GOLPES	33	26	17
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)			
N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO	16.69		
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.		
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	
 Edwin Paul Vichy Rivera Asistente del Esp. en Suavos y Diseño de Asfalto	 Ing. Roberto M. López Lazo Esp. En Suavos y Diseño de Asfalto CIP 48737	 Inca Suroeste representante de OBRA CIP: 63748	

 REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110, MTC E111)		CO.SGC.PL.0001-F2 Revisión: 0 Fecha: 15/09/2019 Página: 1 de 1	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.		
CLIENTE:	Gobierno Regional de Cerro de Pasco	N° CERTIFICADO:	
CONTRATISTA:	Consortio Oriente	FECHA:	
SUPERVISION:	Consortio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN:	
DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera:	Sacra Familia	Ubicación:	
Material:	Combinación de Agregados Finos Para Asfalto		
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 200)			
N° TARRO	4	5	6
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.94	38.51	36.08
TARRO + SUELO SECO	32.66	34.65	32.26
AGUA	3.28	3.86	3.82
PESO DEL TARRO	14.43	14.41	14.03
PESO DEL SUELO SECO	18.23	20.24	18.23
% DE HUMEDAD	17.99	19.07	20.95
N° DE GOLPES	33	25	15
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 200)			
N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
			
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO	19.1		
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.		
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	
  Edwin Paul Vichy Rivera <small>Asesor del Esp. en Análisis y Diseño de Asfalto</small>	  Ing. Roberto M. López Lazo <small>Esp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP 49737</small>	  Ing. Blas Cuenca Cabrera <small>Residente de OBRA CIP: 63748</small>	

Diseño de Mezcla Asfáltica MAC-2

REGISTRO DE CONTROL		CO.SGC.PL.0001-F1	
CONTROL DE CALIDAD		Revisión: 0	
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MAC 2 PLANTA INDUSTRIAL DE SACRA FAMILIA - CERRO DE PASCO		Fecha: 20/09/2019	
		Página: 1 de 1	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.		
CLIENTE:	Gobierno Regional de Pasco	Nº CERTIFICADO:	
CONTRATISTA:	Consortio Oriente	FECHA:	25/09/2019
SUPERVISIÓN:	Consortio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN:	Dpto. Pasco

PESO UNITARIO

Vacios

V.M.A.

VACIOS LLENOS C.A. %

FLUJO

ESTABILIDAD

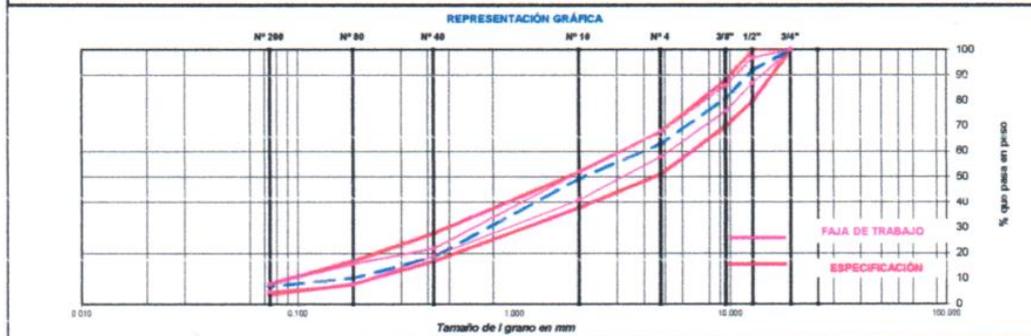
	- 0.3%	ÓPTIMO %C.A.	+ 0.3%	ESPECIFIC.
GOLPES POR LADO	75	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	5.80	6.20	6.50	(4-0.3%)
PESO UNITARIO	2.327	2.334	2.341	
VACIOS	2.8	3.1	3.4	3 - 5
V.M.A.	15.7	16.0	16.3	Min 14
VACIOS LLENOS CON C.A.	80.2	80.5	80.8	2 - 4
FLUJO	3.43	3.73	4.03	2 - 4
ESTABILIDAD	1065	1035	1005	Min. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	2907	2908	2808	1700 - 4000
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	7.43	7.73	8.03	5 % min
ESTABILIDAD RETENEDIDA	81.7	82.0	82.3	80% Min

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 <i>Edwin Paul Vichy Rivera</i> Asesor de Esp. en Suelos y Diseño de Asfalto	 <i>Ing. Roberto M. López Lazo</i> Esp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP 49737	 <i>Ing. Blas Cuencana Cabrera</i> Residente de OBRA CIP 63780

	REGISTRO DE CONTROL	CO.SGC.PL.0001-F1
	CONTROL DE CALIDAD	Revisión: 0
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E204)	Fecha: 20/09/2019
		Página: 1 de 1
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.	
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco	N° CERTIFICADO:	
CONTRATISTA: Consorcio Oriente	FECHA:	25/09/2019
SUPERVISIÓN: Consorcio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN:	Dpto. Pasco

DATOS DE LA MUESTRA	
Cantera: Sacra Familia	Ubicación: Cerro de Pasco
Material: Combinación de Agregados Para Diseño Marshall	
Tamaño Máximo: 3/4"	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavar	gr.
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO		3950.0	5528.0	8021.0	171.3	388.5	106.8	40.4	90.8	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	7.9	11.1	18.0	13.5	30.7	8.4	3.2	7.2	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	7.9	19.0	37.0	50.5	81.2	89.6	92.8	100.0	Peso Inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	92.1	81.0	83.0	49.5	18.8	10.4	7.2	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.
											797.8
											50060.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
BRIQUETAS		1"	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
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 > N° 4	%	35.15	35.15	35.15	35.15	35.15	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	57.85	57.85	57.85	57.85	57.85	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0323	1.0323	1.0323	1.0323	1.0323	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.575	2.575	2.575	2.575	2.575	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.610	2.610	2.610	2.610	2.610	
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1203.4	1209.5	1209.5	1209.5	1210.1	
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1203.9	1207.0	1207.0	1210.1	1210.1	
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	696.1	698.3	699.9	699.9	699.9	
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	517.8	518.7	520.2	520.2	520.2	
13 PESO DE LA PARAFINA (10-6)	gr.						
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Ps parafina)	c.c.						
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	517.8	518.7	520.2	520.2	520.2	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.324	2.326	2.325	2.325	2.325	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.448	2.448	2.448	2.448	2.448	
18 VACÍOS (1/-19)(109/1)	%	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)((2/8)+(3/7)+(4/6))		2.605	2.605	2.605	2.605	2.605	
20 V.M.A. 100-(2+3+4)((18/19))	%	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	88.7	87.1	86.9	86.9	86.9	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)((100/17)-(1/5))		2.639	2.639	2.639	2.639	2.639	
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(22-19))/(22*19)	%	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	
25 FLUJO	mm	2.5	2.8	2.8	2.8	2.8	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1534.3	1562.8	1487.7	1487.7	1487.7	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1534	1563	1487	1487	1487	Mín. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	6137	5581	5718	5718	5718	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

- Grava triturada 3/4" - Cantera Sacra Familia 38%
- Arena triturada 1/4" - Cantera Sacra Familia 34%
- Arena natural - Cantera Sacra Familia 26%
- Filler (Cal Hidratada) 2%
- Cemento asfáltico 6.20%
- Aditivo mejorador de adherencia 0.8%
- Cemento asfáltico 0.8%

ELABORADO POR: Edwin Paul Vichy Rivera Asistente del Exp. en Suelos y Diseño de Asfalto	REVISADO POR: Ing. Roberto M. López Luzzo Exp. en Suelos y Diseño de Asfalto CIP 49737	APROBADO POR: Eneas Cuenca Cabrera Residente de OTRA CIP: 63746
---	---	--

	REGISTRO DE CONTROL	CO.SGC.PL.0001-F1
	CONTROL DE CALIDAD	Revisión: 0
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E204)	Fecha: 20/09/2019
		Página: 1 de 1

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco	N° CERTIFICADO:
CONTRATISTA: Consorcio Oriente	FECHA: 25/09/2019
SUPERVISIÓN: Consorcio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN: Dpto. Pasco

DATOS DE LA MUESTRA	
Cantera: Sacra Familia	Ubicación: Cerro de Pasco
Materia: Combinación de Agregados Para Diseño Marshall	
Tamaño Máximo: 3/4"	

Diseño C.A. 5.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavar	g.
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	g.
PESO RETENIDO	g.	3950.0	5529.0	9021.0	171.3	386.5	106.6	40.4	90.8	Peso Mat. Lav + Filtro	g.
RETENIDO PARCIAL	%	7.9	11.1	18.0	13.5	30.7	8.4	3.2	7.2	Peso de Asfalto	g.
RETENIDO ACUMULADO	%	7.9	19.0	37.0	50.5	81.2	89.6	92.8	100.0	Peso Inicial de Filtro	g.
PASA	%	100.0	92.1	81.0	63.0	49.5	18.8	10.4	7.2	Peso final de Filtro	g.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	g.
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											797.6
										PESO TOTAL	g.
											5090.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
BRQUETAS		1"	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.5	5.5	5.5	5.5	
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	34.97	34.97	34.97	34.97	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	57.05	57.05	57.05	57.05	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.89	1.89	1.89	1.89	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0323	1.0323	1.0323	1.0323	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.575	2.575	2.575	2.575	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.610	2.610	2.610	2.610	
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.100	3.100	3.100	3.100	
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	g.	1200.9	1200.9	1200.4	1200.4	
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	g.	1207.2	1203.2	1203.7	1203.7	
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	g.	688.8	688.1	688.6	688.6	
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	518.4	517.1	517.1	517.1	
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	g.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	518.4	517.1	517.1	517.1	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (B15)	gr/c.	2.328	2.326	2.327	2.327	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.433	2.433	2.433	2.433	
18	VACÍOS (17-18)(10/17)	%	4.3	4.4	4.3	4.3	3 - b
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.605	2.605	2.605	2.605	
20	V.M.A. 100-(2+3+4)(1/16/19)	%	15.5	15.6	15.6	15.6	Min. 14
21	VACIOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	72.3	71.9	72.1	72.1	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)((100/17)-(1/5))		2.641	2.641	2.641	2.641	
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(5-(22-19))/(22-19))	%	0.55	0.55	0.55	0.55	
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)(2+3+4)/100)	%	4.98	4.98	4.98	4.98	
25	FLUJO	mm	3.1	3.2	3.0	3.1	2 - 4
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1340.2	1390.3	1375.8	1375.8	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	1.00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1340	1390	1376	1368	Min. 815
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	4323	4345	4585	4418	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

- Grava triturada 3/4" - Cantera Sacra Familia 38%
- Arena triturada 1/4" - Cantera Sacra Familia 34%
- Arena natural - Cantera Sacra Familia 26%
- Filler (Cal Hidratada) 2%
- Cemento asfáltico 6.2%
- Aditivo mejorador de adherencia 0.9%
- Cemento asfáltico PEN 120-150

ELABORADO POR:  <i>Edwin Paul Vichy Rivera</i> Edwin Paul Vichy Rivera <small>Asistente del Esp. en Suelos y Diseño de Asf. Pav.</small>	REVISADO POR:  <i>Roberto M. López Lazo</i> Ing. Roberto M. López Lazo <small>Exp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP 49737</small>	APROBADO POR:  <i>Elias Cuenca Cabrera</i> Ing. Elias Cuenca Cabrera <small>Residente de OBRAS CIP: 63748</small>
---	---	--

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco	N° CERTIFICADO:
CONTRATISTA: Consorcio Oriente	FECHA: 25/09/2019
SUPERVISIÓN: Consorcio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN: Dpto. Pasco

DATOS DE LA MUESTRA	
Cantera: Sacra Familia	Ubicación: Cerro de Pasco
Materia: Combinación de Agregados Para Diseño Marshall	
Tamaño Máximo: 3/4"	

Diseño C.A. 6.0%

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lav	gr.	
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.	
PESO RETENIDO	gr.	3950.0	5529.0	9021.0	171.3	388.5	106.8	40.4	90.8	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
RETENIDO PARCIAL	%	7.9	11.1	18.0	13.5	30.7	8.4	3.2	7.2	Peso de Asfalto	gr.	
RETENIDO ACUMULADO	%	7.9	19.0	37.0	50.5	81.2	89.6	92.8	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.	
PASA	%	100.0	92.1	81.0	63.0	49.5	18.8	10.4	7.2	Peso final de Filtro	gr.	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 89	51 - 69	39 - 52	17 - 29	9 - 17	1 - 9	Peso de Filtro	gr.	
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%	
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	gr.



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.0	6.0	6.0	6.0	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	34.78	34.78	34.78		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	57.34	57.34	57.34		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.88	1.88	1.88		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0323	1.0323	1.0323		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.575	2.575	2.575		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.610	2.610	2.610		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.100	3.100	3.100		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1270.0	1202.4	1205.6		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1210.6	1203.2	1206.4		
11 PCGO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	992.1	988.2	989.8		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	518.7	515.0	516.6		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.	0.0	0.0	0.0		
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.	0.0	0.0	0.0		
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	518.7	515.0	516.6		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.333	2.335	2.334	2.334	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.413	2.413	2.413		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	3.3	3.3	3.3	3.3	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2/9)+(3/7)+(4/8))		2.905	2.905	2.905		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/19)	%	15.8	15.7	15.8	15.8	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	78.9	78.3	78.1	78.1	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100/17)+(1/5))		2.639	2.639	2.639		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*9*(22-19)/(22*19)	%	0.51	0.51	0.51		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)*(2+3+4)/100	%	5.52	5.52	5.52		
25 FLUJO	mm	3.6	3.6	3.6	3.5	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1120	1188.5	1150.9		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1120	1189	1151	1153	Min. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3200	3496	3197	3297	1700 - 4000

OBSERVACIONES:	
Grava triturada 3/4" - Cantera Sacra Familia	38%
Arena triturada 1/4" - Cantera Sacra Familia	34%
Arena natural - Cantera Sacra Familia	26%
Filler (Cal Hidratada)	2%
Cemento asfáltico	6.2%
Aditivo mejorador de adherencia	0.8%
Cemento asfáltico	PEN 120- 150

ELABORADO POR:  <i>Edwin Paul Vichy Rivero</i> Edwin Paul Vichy Rivero Asistente del Exp. en Suelos y Diseño de Asf.	REVISADO POR:  <i>Roberto M. López Lazo</i> Ing. Roberto M. López Lazo Exp. en Suelos y Diseño de Asfalto CIP: 49737	APROBADO POR:  <i>Elias Cuenca Cabrera</i> Ing. Elias Cuenca Cabrera Residente de OBRA CIP: 63748
---	--	---

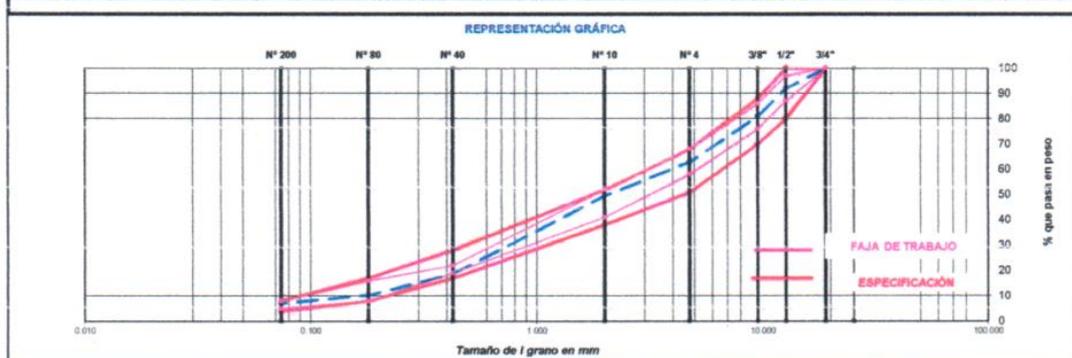
	REGISTRO DE CONTROL	CO.SGC.PL.0001-F1
	CONTROL DE CALIDAD	Revisión: 0
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E204)	Fecha: 20/09/2019
		Página: 1 de 1

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.	
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco	N° CERTIFICADO:	
CONTRATISTA: Consorcio Oriente	FECHA:	25/09/2019
SUPERVISIÓN: Consorcio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN:	Dpto. Pasco

DATOS DE LA MUESTRA		
Cantera: Sacra Familia	Ubicación: Cerro de Pasco	
Material: Combinación de Agregados Para Diseño Marshall		
Tamaño Máximo: 3/4"		

Diseño C.A. 6.5%

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavir	gr.
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.		3950.0	5529.0	9021.0	1713	388.5	106.6	40.4	90.8	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%		7.9	11.1	18.0	13.5	30.7	8.4	3.2	7.2	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%		7.9	19.0	37.0	50.5	81.2	89.6	92.8	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	92.1	81.0	83.0	49.5	18.8	10.4	7.2		Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACION	%	100	80-100	70-88	91-88	38-52	17-28	8-17	4-8		Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO												gr.
												797.6
												58000.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.	
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.5	6.5	6.5	6.5		
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	34.60	34.60	34.60			
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	57.04	57.04	57.04			
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.87	1.87	1.87			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0323	1.0323	1.0323			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.575	2.575	2.575			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.610	2.610	2.610			
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.100	3.100	3.100			
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1208.6	1205.2	1207.5			
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1208.2	1205.5	1208.0			
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	690.5	688.7	690.0			
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	518.7	518.8	518.0			
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr						
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.						
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	518.7	518.8	518.0			
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.330	2.332	2.331	2.331		
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.406	2.406	2.406			
18 VACÍOS (17-16)/(10/17)	%	3.7	3.1	3.1	3.1	3 - 5	
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2/6)+(3/7)+(4/6))		2.605	2.605	2.605			
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(18/19)	%	16.4	16.3	16.3	16.3	Mín. 14	
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-15)/20	%	80.7	81.1	80.9	80.9		
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.651	2.651	2.651			
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(5-(22-19))/(22*19)	%	0.69	0.69	0.69			
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)/(2+3+4)/100)	%	5.85	5.85	5.85			
25 FLUJO	mm	4.2	4.1	4.0	4.1	2 - 4	
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1953	942.2	1114.4			
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	0.96	1.00			
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1053	905	1114	1024	Mín. 815	
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	2507	2206	2786	2500	1700 - 4000	

OBSERVACIONES:

Grava triturada 3/4" - Cantera Sacra Familia	38%
Arena triturada 1/4" - Cantera Sacra Familia	34%
Arena natural - Cantera Sacra Familia	20%
Filler (Cal Hidratada)	2%
Cemento asfáltico	6.2%
Aditivo mejorador de adherencia	0.8%
Cemento asfáltico	PEN 120-150

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
  Edwin Paul Vichy Rivera <small>Asistente del E.S. en Suelos y Diseño de Asfalto</small>	  Ing. Roberto M. López Lazo <small>E.S. en Suelos y Diseño de Asfalto CIP 49737</small>	  Elias Cuénca Cabrera <small>Residente de OBRAS CIP: 63748</small>

	REGISTRO DE CONTROL	CO.SGC.PL.0001-F1
	CONTROL DE CALIDAD	Revisión: 0
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E204)	Fecha: 20/09/2019
		Página: 1 de 1

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.

CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco	Nº CERTIFICADO:
---	------------------------

CONTRATISTA: Consorcio Oriente	FECHA: 25/09/2019
---------------------------------------	--------------------------

SUPERVISION: Consorcio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN: Dpto. Pasco
---	-------------------------------

Cantera: Sacra Familia	Ubicación: Cerro de Pasco
-------------------------------	----------------------------------

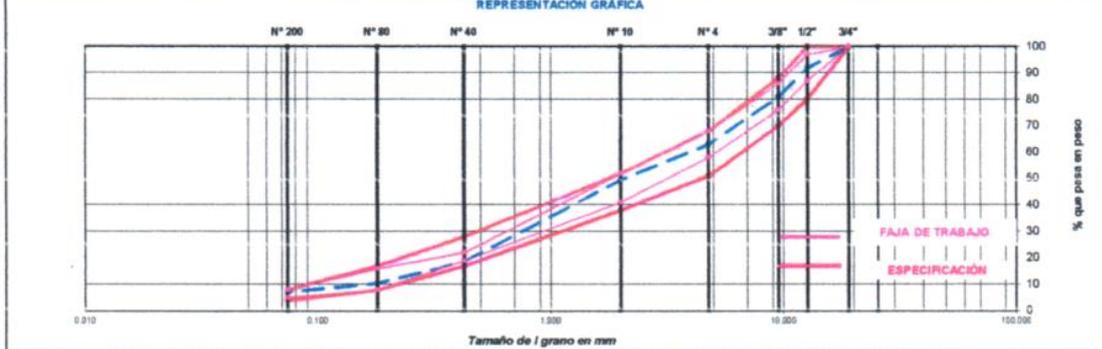
Material: Combinación de Agregados Para Diseño Marshall
--

Tamaño Máximo: 3/4"

Diseño C.A. 6.20% - ÓPTIMO

ENSAYO GRANULOMÉTRICO											LAVADO ASFÁLTICO		
TAMZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	Nº 200	Peso Mat. S/Levar	gr.	
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.	
PESO RETENIDO	gr.		3950.0	5529.0	9021.0	171.3	388.5	106.6	40.4	90.8	Peso Mat. Lav +Filtro	gr.	
RETENIDO PARCIAL	%		7.9	11.1	18.0	13.5	30.7	8.4	3.2	7.2	Peso de Asfalto	gr.	
RETENIDO ACUMULADO	%		7.9	19.0	37.0	50.5	81.2	89.6	92.8	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.	
PASA	%	100.0	92.1	81.0	63.0	49.5	18.8	10.4	7.2		Peso final de Filtro	gr.	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr.	
ASFALTO LIQUIDO											FRACCIÓN	%	
TRAMO ASFALTADO												PESO TOTAL	gr.

Metros Lineales:



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

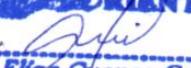
BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.20	6.20	6.20	6.20	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	34.71	34.71	34.71	34.71	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	57.22	57.22	57.22	57.22	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.88	1.88	1.88	1.88	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0323	1.0323	1.0323		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.575	2.575	2.575		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.610	2.610	2.610		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.100	3.100	3.100		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1201.7	1210.2	1207.4		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1202.8	1210.7	1206.0		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	688.1	692.1	690.5		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	514.7	518.6	517.5		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	514.7	518.6	517.5		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.	2.335	2.334	2.333	2.334	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.408	2.409	2.409		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	3.1	3.1	3.2	3.1	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4V(2/6)+(3/7)+(4/8))		2.605	2.605	2.605		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/19)	%	15.9	16.0	16.0	16.0	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-16)/20	%	80.7	80.4	80.3	80.5	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4V(100/17)+(1/5))		2.642	2.642	2.642		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(5*(22-19))/(22*19)	%	0.55	0.55	0.55		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)		5.88	5.88	5.88		
25 FLUJO	mm	3.8	3.7	3.7	3.7	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1054	1108.1	1093	1085	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1054	1108	1093	1085	Min. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	2774	2985	2954	2908	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

- Grava triturada 3/4" - Cantera Sacra Familia 38%
- Arena triturada 1/4" - Cantera Sacra Familia 34%
- Arena natural - Cantera Sacra Familia 26%
- Filler (Cal Hidratada) 2%
- Cemento asfáltico 5.2%
- Aditivo mejorador de adherencia 0.8%
- Cemento asfáltico PEN 120-150

ELABORADO POR:  <i>Edwin Paul Vichy Rivera</i> Edwin Paul Vichy Rivera <small>Ingeniero del Esp. en Suelos y Diseño de Asfalto</small>	REVISADO POR:  <i>Ing. Roberto M. López Lazo</i> Ing. Roberto M. López Lazo <small>Esp. En Suelos y Diseño de Asfalto</small> <small>CIP 49737</small>	APROBADO POR:  <i>Ing. Eneas Cuenca Cabrera</i> Ing. Eneas Cuenca Cabrera <small>Residente de OBRA</small> <small>CIP: 63748</small>
---	--	--

		REGISTRO DE CONTROL				CO.SGC.PL.0002-F4			
		CONTROL DE CALIDAD				Revisión: 0			
		ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS				Fecha: 20/09/2019			
						Página: 1 de 1			
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
NOMBRE DEL PROYECTO:		Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.							
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco					N° CERTIFICADO:				
CONTRATISTA : Consorcio Oriente					FECHA: 26/09/2019				
SUPERVISION: Consorcio Supervisor Yanahuanca					UBICACIÓN: Dpto. Pasco				
DATOS DE LA MUESTRA									
Tramo: I					Ubicación:		Sacra Familia		
Cantera: Sacra Familia Cerro de Pasco									
Material: Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall									
Tamaño Máximo: 3/4"									
ESTABILIDAD RETENIDA									
BRIQUETA	N°	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	N°	75	75	75		75	75	75	
Cemento asfáltico	%	6.20	6.20	6.20		6.20	6.20	6.20	
Peso de la briqueta al aire	gr	1201.7	1210.2	1207.4		1198.0	1202.7	1193.9	
Peso de la briqueta	gr	1202.8	1210.7	1208.0		1198.7	1203.2	1194.5	
Peso de briqueta	gr	688.1	692.1	690.5		681.6	683.4	681.1	
Volumen de la briqueta	cc	514.7	518.6	517.5		517.1	519.8	513.4	
Peso de la parafina	gr	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la parafina	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la briqueta	cc	514.7	518.6	517.5		517.1	519.8	513.4	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.335	2.334	2.333		2.317	2.314	2.325	
Flujo	mm	3.80	3.70	3.70	3.7				
Estabilidad sin corregir	kg	1054	1108.1	1093		966.6	886.8	814.6	
Factor de corrección		1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	
Estabilidad corregida	kg	1054	1108	1093	1085	967	887	815	889
ESTABILIDAD CORREGIDA	%	82.0							
INDICE DE COMPACTIBILIDAD									
BRIQUETA	N°	A	B	C	PROMEDIO	A	B	C	PROMEDIO
Golpes	N°	50	50	50		5	5	5	
Cemento Asfáltico	%	6.20	6.20	6.20		6.20	6.20	6.20	
Peso de la briqueta al aire	gr	1204.1	1201.8	1205.7		1205.2	1204.8	1204.5	
Peso de la briqueta	gr	1205.0	1202.4	1206.4		1216.4	1214.7	1213.4	
Peso de la briqueta	gr	674.4	673.4	673.8		649.9	651.7	653.0	
Volumen de la briqueta	cc	530.6	529.0	532.6		566.5	563.0	560.4	
Peso de la parafina	gr	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la p:	cc	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
Volumen de la briqueta	cc	530.6	529.0	532.6		566.5	563.0	560.4	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.269	2.272	2.264	2.268	2.127	2.140	2.149	2.139
INDICE DE COMPACTIBILIDAD	%	7.73							
ELABORADO POR:			REVISADO POR:			APROBADO POR:			
  Edwin Paul Vichy Ríos Asistente del Esp. en Suelos y D...			  Ing. Roberto M. López Lazo Esp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP: 49737			  Ing. Elias Cuenca Cabrera Residente de OBRA CIP: 63748			

		REGISTRO DE CONTROL					CO.SGC.PL.0002-F4	
		CONTROL DE CALIDAD					Revisión: 0	
		DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE					Fecha: 20/09/2019	
		MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-210					Página: 1 de 1	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DEL PROYECTO:		Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.						
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco				N° CERTIFICADO:				
CONTRATISTA : Consorcio Oriente				FECHA: 25/09/2019				
SUPERVISION: Consorcio Supervisor Yanahuanca				UBICACIÓN: Dpto. Pasco				
DATOS DE LA MUESTRA								
Tramo: I				Ubicación:		Cerro de Pasco		
Cantera: Sacra Familia								
Material: Combinación Física de Agregado Para Densidad Teorica Maxima								
Tamaño Máximo: 3/4"								
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE								
ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6	
Cemento Asfáltico	%	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	6.2	
Peso del material	gr	1538.0	1545.0	1532.0	1542.0	1551.0	1560.0	
Peso del agua + frasco Rice	gr	6750.0	6750.0	6750.0	6750.0	6750.0	6750.0	
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	8290.0	8290.0	8282.0	8360.0	8356.0	8356.0	
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	7662	7655	7647	7719	7707	7706	
Volumen del material	cc	628.2	635.1	634.8	640.9	649.0	647.6	
Peso Específico Máximo	gr/cc	2.448	2.433	2.413	2.406	2.390	2.409	
Temperatura de ensayo	°C	25	25	25	25	25	25	
Grava triturada 3/4" - Cantera Sacra Familia	%	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	
Arena triturada 1/4" - Cantera Sacra Familia	%	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	
Arena natural - Cantera Sacra Familia	%	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	
Filler (Cal Hidratada)	%	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
Tiempo de ensayo	Min.	15	15	15	15	15	15	
Observaciones:								
ELABORADO POR:		REVISADO POR:			APROBADO POR:			
  Edwin Paul Vichy Rivera <small>Asistente del Esp. en Suelos y Diseño de Asfalto</small>		  Ing. Roberto M. López Lazo <small>Esp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP 49737</small>			  Ing. Elias Cuenca Cabrera <small>Residente de OBRA CIP 63748</small>			

	REGISTRO DE CONTROL	CO.SGC.PL.0002-F4
	CONTROL DE CALIDAD	Revisión: 0
	CUADRO DE DENSIDAD TEORICA MAXIMA-RICE	Fecha: 20/09/2019
		Página: 1 de 1

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.

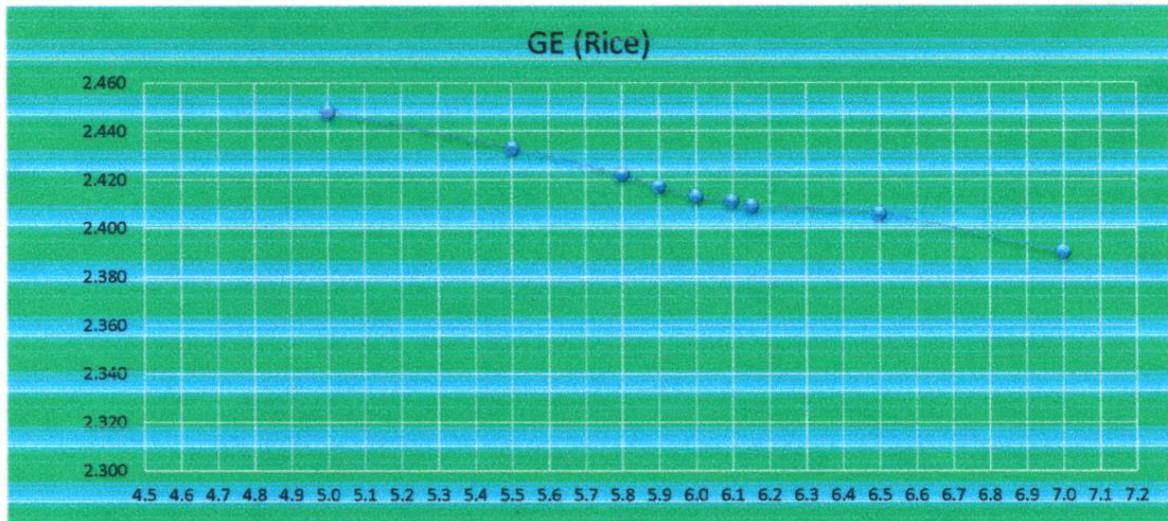
CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco	N° CERTIFICADO:
CONTRATISTA : Consorcio Oriente	FECHA: 25/09/2019
SUPERVISION: Consorcio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN: Dpto. Pasco

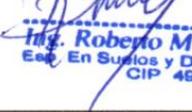
DATOS DE LA MUESTRA

Tramo: I	Ubicación:	Sacra Familia
Cantera: Sacra Familia Cerro de Pasco		
Material: Combinacion de Agregados Para Diseño Marshall		
Tamaño Máximo: 3/4"		

CUADRO RICE

%CA	GE (Rice)
5.0	2.448
5.5	2.433
5.8	2.422
5.9	2.417
6.0	2.413
6.1	2.411
6.2	2.409
6.5	2.406
7.0	2.390



ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
  Edwin Paul Vichy Rivera Asistente del Esp. en Suelos y Diseño de Asfalto	  Ing. Roberto M. López Lazo Esp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP 49737	  Elias Cuenca Cabrera Residente de OBRA CIP: 63748

Efecto de humedad sobre mezclas asfálticas ASTM D-4867 AASHTO T-283
Lottman modificado

	REGISTRO DE CONTROL		
	CONTROL DE CALIDAD		
EFFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO			Página: 1 de 1
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.		
CLIENTE:	Gobierno Regional de Cerro de Pasco		
CONTRATISTA:	Consorcio Oriente	FECHA:	16/07/2019
SUPERVISION:	Consorcio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN:	Dpto. Pasco
Material	: Mezcla Asfáltica en Caliente		
Ubicación	: Cantera Sacra Familia Cerro de Pasco		
Asfalto PEN	: 120-150		
	Aditivo	: Ricot Z 3000	
Fecha	07/11/2019		

COMPACTACION VARIABLE

Nº Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	6.11%				
Nº golpes por cara:	10				
A Espesor	cm				
B Peso Probeta al Aire	gr	1215.4	1212.6	1210.4	
C Peso de la Probeta Saturada	gr	1232.9	1231.8	1230.5	
D Peso de la Probeta en el Agua	gr	692.9	691.5	689.3	
E Volumen de la Probeta (B-C)	cc	540.0	540.3	541.2	
F Peso Especifico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.251	2.244	2.237	
G Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.468	2.468	2.468	
H % Vacios	100*((F-E)/F) %	8.80	9.06	9.38	9.08

Nº Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	6.11%				
Nº golpes por cara:	25				
A Espesor	cm				
B Peso Probeta al Aire	gr	1216.5	1212.9	1208.7	
C Peso de la Probeta Saturada	gr	1228.5	1223.9	1220.2	
D Peso de la Probeta en el Agua	gr	699.6	695.7	694.1	
E Volumen de la Probeta (B-C)	cc	528.9	528.2	526.1	
F Peso Especifico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.300	2.296	2.297	
G Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.468	2.468	2.468	
H % Vacios	100*((F-E)/F) %	6.80	6.95	6.91	6.89

Nº Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	6.11%				
Nº golpes por cara:	50				
A Espesor	cm				
B Peso Probeta al Aire	gr	1206.5	1209.7	1210.9	
C Peso de la Probeta Saturada	gr	1212.5	1214.9	1216.9	
D Peso de la Probeta en el Agua	gr	694.9	695.4	697.2	
E Volumen de la Probeta (B-C)	cc	517.6	519.5	519.7	
F Peso Especifico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.331	2.329	2.330	
G Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.468	2.468	2.468	
H % Vacios	100*((F-E)/F) %	5.55	5.65	5.60	5.60

Nº Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	6.11%				
Nº golpes por cara:	75				
A Espesor	cm				
B Peso Probeta al Aire	gr	1210.4	1212.3	1208.7	
C Peso de la Probeta Saturada	gr	1211.4	1213.6	1209.4	
D Peso de la Probeta en el Agua	gr	701.8	703.8	701.4	
E Volumen de la Probeta (B-C)	cc	509.6	509.8	508.0	
F Peso Especifico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.375	2.378	2.379	
G Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.468	2.468	2.468	
H % Vacios	100*((F-E)/F) %	3.76	3.65	3.59	3.67

Observaciones _____

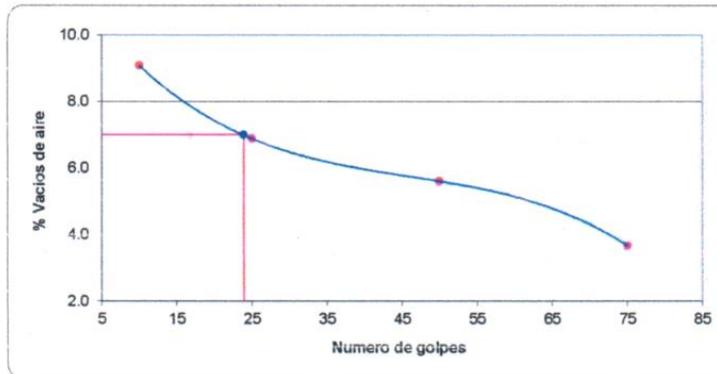
ELABORADO POR: Edwin Paul Vichy Rivera <small>Arquitecto del Esp. en Estudios y Diseño de Asfalto</small>	REVISADO POR: Ing. Roberto M. López Lazo <small>Esp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP: 49737</small>	APROBADO POR: Ing. Elias Cuenca Cabrera <small>Residente de OBRA CIP: 63748</small>
---	---	---

	REGISTRO DE CONTROL	
	CONTROL DE CALIDAD	
	EFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO	Página: 1 de 1
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.	
CLIENTE:	Gobierno Regional de Pasco	
CONTRATISTA:	Consorcio Oriente	FECHA: 16/07/2019
SUPERVISION:	Consorcio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN: Dpto. Pasco
Material : Mezcla Asfáltica en Caliente	Aditivo : Ricot Z 3000	
Ubicación : Cantera Sacra Familia Cerro de Pasco	Dosis : 0.7 %	
Asfalto PEN : 120-150		
Fecha	07/11/2019	

GRAFICO DE COMPACTACION VARIABLE

Nº golpes	% vacios
75	3.67
50	5.60
25	6.89
10	9.08

Nº golpes	% vacios
24	7.00



Observaciones

ELABORADO POR:  <i>Edwin Paul Vichy Rivera</i> Edwin Paul Vichy Rivera <small>Asesorado del Esp. en Suelos y Diseño de Asfalto</small>	REVISADO POR:  <i>Roberto M. López Lazo</i> Ing. Roberto M. López Lazo <small>Exp. en Suelos y Diseño de Asfalto CIP: 49737</small>	APROBADO POR:  <i>Élías Cuenca Cabrera</i> Ing. Éliás Cuenca Cabrera <small>Residente de OBRA CIP: 83748</small>
---	--	---

	REGISTRO DE CONTROL	
	CONTROL DE CALIDAD	
	EFEECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO	Página: 1 de 1

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.

CLIENTE: Gobierno Regional de Cerro de Pasco

CONTRATISTA: Consorcio Oriente **FECHA:** 17/07/2019

SUPERVISION: Consorcio Supervisor Yanahuanca **UBICACIÓN:** Dpto. Pasco

Material : Mezcla Asfáltica en Caliente **Aditivo :** Ricot Z 3000
Ubicación : Cantera Sacra Familia Cerro de Pasco **Dosis :** 0.5 %
Asfalto PEN : 120-150

Fecha		A			B			C		
Nº Probetas	08/11/2019									
% cemento asfáltico:	6.20%	Grupo Saturado			Grupo Seco					
Nº golpes por cara:	24									
A Diametro	cm	10.18	10.18	10.18				10.19	10.16	10.16
B Espesor	cm	6.10	5.98	6.05				6.08	6.12	5.95
C Peso Probeta al Aire	gr	1207.5	1209.5	1208.4				1212.2	1210.3	1211.0
D Peso de la Probeta Saturada	gr	1216.6	1218.4	1217.4				1221.1	1219.5	1218.8
E Peso de la Probeta en el Agua	gr	677.7	678.0	677.9				679.6	679.3	677.4
F Volumen de la Probeta	cc	538.9	540.4	539.5				541.5	540.2	541.4
G Peso Especifico Bulk de la Probeta (D-E)	gr/cc	2.241	2.238	2.240				2.238	2.241	2.237
H Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.409	2.409	2.409				2.409	2.409	2.409
I % Vacios	%	6.98	7.10	7.03				7.08	6.99	7.15
J Volumen de Vacios	cc	37.61	38.37	37.93				38.34	37.76	38.71

MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 A 28" Hg. de 5 a 15min. Agua destilada 60°C

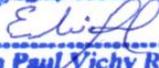
K Peso de la Probeta Saturada	gr	1233.5	1235.7	1233.9						
L Peso de la Probeta en el Agua	gr	693.2	694.2	692.4						
M Volumen de la Probeta (K-L)	cc	540.3	541.5	541.5						
N Volumen de agua de Absorción (K-C)	cc	26.0	26.2	25.5						
O Saturación (100*N)/J	%	69.1	68.3	67.2						
P Hinchamiento 100*((M-F)/F)	%	0.27	0.20	0.36						

NO SE EJECUTA

CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60°C

Q Espesor	cm	6.19	6.15	6.17						
R Peso de la Probeta Saturada	gr	1234.6	1236.8	1235.0						
S Peso de la Probeta en el Agua	gr	694.3	694.6	693.9						
T Volumen de la Probeta (R-S)	cc	540.3	542.2	541.1						
U Volumen de agua de Absorción (R-C)	cc	27.1	27.3	26.6						
V Saturación (100*U)/J	%	72.1	71.2	70.1	71.1					
W Hinchamiento 100*((T-F)/F)	%	0.27	0.32	0.29						
X Carga de Tracción Indirecta	kg	436	430	440				521	551	541
Y Resistencia Seca (2*X)/(A*B*n)	kg/cm²							5.3	5.6	5.7
Z Resistencia Humedad (2*X)/(A*Q*n)	kg/cm²	4.4	4.4	4.5	4.4					5.56
Resistencia Retenida										
Daños en la Mezcla										
TSR	%									79.3

Observaciones Muestra saturada en vacio realizado por 15 min. a 25" Hg.
 Saturación mayor a 55 y menor a 80.
 TSR = 80% minimo

ELABORADO POR:   Edwin Paul Vichy Rivera <small>Asesoría del Exp. en Suelos y Diseño de Asfalto</small>	REVISADO POR:   Ing. Roberto M. López Lazo <small>Exp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP: 49737</small>	APROBADO POR:   Ing. Elias Cuenca Cabrera <small>Residente de OBRA CIP: 63748</small>
---	---	---

	REGISTRO DE CONTROL	
	CONTROL DE CALIDAD	
	EFFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS ASTM D-4867 AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO	Página: 1 de 1

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, Provincia de Pasco, Departamento Pasco.		
CLIENTE:	Gobierno Regional de Cerro de Pasco		
CONTRATISTA:	Consorcio Oriente	FECHA:	17/07/2019
SUPERVISION:	Consorcio Supervisor Yanahuanca	UBICACIÓN:	Dpto. Pasco

Material : Mezcla Asfáltica en Caliente **Aditivo** : Ricot Z 3000
Ubicación : Cantera Sacra Familia Cerro de Pasco **Dosis** : 1.0 %
Asfalto PEN : 120-150

Fecha		08/11/2019							
Nº Probetas				A	B	C	A	B	C
%		6.20%		Grupo Saturado			Grupo Seco		
Nº golpes por cara:		24							
A	Diametro	cm		10.16	10.17	10.15	10.20	10.19	10.18
B	Espesor	cm		6.15	6.20	6.10	6.10	6.15	6.17
C	Peso Probeta al Aire	gr		1209.5	1210.6	1208.6	1212.2	1210.3	1211.0
D	Peso de la Probeta Saturada	gr		1219.4	1220.4	1218.5	1221.1	1219.5	1218.8
E	Peso de la Probeta en el Agua	gr		679.7	679.3	678.8	680.0	678.9	678.0
F	Volumen de la Probeta (D-E)	cc		539.7	541.1	539.7	541.1	540.6	540.8
G	Peso Especifico Bulk de la Probeta (C-F)	gr/cc		2.241	2.237	2.239	2.240	2.239	2.239
H	Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc		2.409	2.409	2.409	2.409	2.409	2.409
I	% Vacios 100*((H-G)/H)	%		6.97	7.12	7.04	7.00	7.06	7.04
J	Volumen de Vacios (F*I)/100	cc		37.62	38.52	37.99	37.87	38.16	38.07

MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 A 28" Hg. de 5 a 15min. Agua destilada 60°C

K	Peso de la Probeta Saturada	gr		1232.5	1236.5	1236.7	NO SE EJECUTA		
L	Peso de la Probeta en el Agua	gr		691.0	694.0	695.5			
M	Volumen de la Probeta (K-L)	cc		541.5	542.5	541.2			
N	Volumen de agua de Absorción (K-C)	cc		23.0	25.9	28.1			
O	Saturación (100*N)/J	%		61.1	67.2	74.0			
P	Hinchamiento 100*((M-F)/F)	%		0.33	0.27	0.28			

CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60°C

Q	Espesor	cm		6.20	6.11	6.12			
R	Peso de la Probeta Saturada	gr		1235.6	1237.0	1235.4			
S	Peso de la Probeta en el Agua	gr		694.0	694.3	694.1			
T	Volumen de la Probeta (R-S)	cc		541.6	542.7	541.3			
U	Volumen de agua de Absorción (R-C)	cc		26.1	26.4	26.8			
V	Saturación (100*U)/J	%		69.4	68.5	70.5	69.5		
W	Hinchamiento 100*((T-F)/F)	%		0.35	0.30	0.29			
X	Carga de Tracción Indirecta	kg		581	530	540	610	630	610
Y	Resistencia Seca (2*X)/(A*B*n)	kg/cm ²					6.2	6.4	6.2
Z	Resistencia Humedad (2*X)/(A*Q*n)	kg/cm ²		5.9	5.4	5.5	5.6		
	Resistencia Retenida								
	Daños en la Mezcla								
	TSR	%					89.4		

Observaciones Muestra saturada en vacio realizado por 15 min. a 25" Hg.
 Saturación mayor a 55 y menor a 80.
 TSR = 80% minimo

ELABORADO POR:   Edwin Paul Vichy Rivera <small>Asistente del Esp. en Suelos y Diseño de Asfalto</small>	REVISADO POR:   Ing. Roberto M. López Lazo <small>Exp. En Suelos y Diseño de Asfalto CIP: 49737</small>	APROBADO POR:   Ing. Elias Cuenca Cabrera <small>Residente de OBRA CIP: 63748</small>
--	---	---

Anexo 5: Matriz de consistencia

Tabla 2. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLE INDEPENDIENTE
¿Cómo diseñar una mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 que pueda resistir en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca?	Analizar el diseño de la mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 que resista en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca	El diseño de la mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 resiste en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca	Aditivo RICOT Z 3000
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE
¿De qué manera una mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 mejora la adherencia entre el cemento asfáltico y los agregados pétreos en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca?	Analizar la mejora en la adherencia entre el cemento asfáltico y los agregados pétreos de una mezcla asfáltica modificada con aditivo RICOT Z 3000 en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca	El diseño de la mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000, mejora su adherencia entre el cemento asfáltico y los agregados pétreos en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca.	Mejora de la mezcla asfáltica en caliente para zonas de altura
¿De qué manera una mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 mejora su resistencia a la humedad en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca?	Analizar la mejora en la resistencia a la humedad de una mezcla asfáltica modificada con aditivo RICOT Z 3000 en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca	El diseño de la mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000, mejora su resistencia a la humedad en condiciones de zonas de altura en la aplicación de la vía de Cerro De Pasco – Yanahuanca	

Fuente: elaboración propia.

Anexo 6: Resultados del Turnitin

TURNITIN: Análisis del diseño de mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 para zonas de altura



Anexo 7: Matriz de Evaluación del Informe de Investigación

	MATRIZ DE EVALUACIÓN INFORME DE INVESTIGACIÓN	Código : Versión: Fecha: Página:
---	--	---

MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA PROFESIONAL:	Ingeniería Civil	CICLO: X
DOCENTE:	Ing. Mba José Antonio Contreras Velásquez	
TÍTULO:	Análisis del diseño de mezcla asfáltica en caliente modificada con aditivo RICOT Z 3000 para zonas de altura	
ESTUDIANTE(S):	<ul style="list-style-type: none"> ● Genaro John Vigil Rojas ● Luis Felipe Prado Cabello 	
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:	Diseño De Infraestructura Vial	

INDICADORES	PUNTAJE MÁXIMO	J1	J2
TÍTULO			
El tema de investigación es innovador.	3		
El título se refiere al objetivo de la investigación, contiene la(s) variable(s) y los límites espaciales y temporales cuando corresponda.	1		
La redacción del título no excede las 20 palabras.			
RESUMEN			
Contiene los elementos necesarios mínimos.	2		
No excede las 200 palabras.			
Contiene el abstract.	2		
Presenta las palabras claves y keywords.	1		
INTRODUCCIÓN			
Está redactada en prosa y sin subtítulos.			
Describe la realidad problemática de manera precisa y concisa.	3		
Justifica porqué y para qué realiza la investigación apoyándose en referencias actualizadas.	2		
Los objetivos y las hipótesis se relacionan directamente con la formulación del problema/preguntas de investigación.	2		
Tiene de 2 a 3 páginas.			
MARCO TEÓRICO			
Se redacta en prosa y sin subtítulos.			
Presenta una síntesis de los antecedentes investigados a nivel nacional e internacional.	4		
Incluye las teorías y enfoques conceptuales donde se enmarca la investigación.	4		
Tiene entre 5 a 7 páginas (pregrado) / 7 a 10 páginas (maestría)/ 10 a 15 páginas (doctorado).			
METODOLOGÍA			
Está redactada en tiempo pasado.			
Determina adecuadamente el tipo de investigación.	2		
Selecciona adecuadamente el diseño de investigación.	2		
Identifica y operacionaliza/categoriza adecuadamente las variables/categorías de estudio, según corresponda.	3		

Establece la población y justifica la determinación de la muestra/escenarios y participantes, según corresponda.	3		
Propone la(s) técnica(s) e instrumento(s) de recolección de datos, de ser necesario presenta evidencia de la validez y confiabilidad.	3		
Describe detalladamente los procedimientos de obtención de los datos/información.	3		
Describe el método de análisis de datos/información.	3		
Describe los aspectos éticos aplicados en su investigación.	3		
Tiene mínimo 4 páginas.			
RESULTADOS			
Redacta en tiempo pasado.			
Presenta los resultados en función a los objetivos, aplicando los métodos de análisis pertinentes.	7		
Tiene mínimo 3 páginas (pregrado), 5 páginas (maestría) y 7 páginas (doctorado).			
DISCUSIÓN			
Sintetiza los principales hallazgos.	6		
Apoya y compara los resultados encontrados con las teorías y literatura científica actual.	6		
Describe las fortalezas y debilidades la metodología utilizada.	6		
Describe la relevancia de la investigación en relación con el contexto científico social en el que se desarrolla.	7		
Tiene mínimo 4 páginas (pregrado), 6 páginas (maestría) y 8 páginas (doctorado).			
CONCLUSIONES			
Presenta los principales hallazgos como síntesis de la investigación respondiendo los objetivos de la investigación.	5		
Tiene mínimo 1 página.			
RECOMENDACIONES			
Las recomendaciones son pertinentes relacionándose con los hallazgos de la investigación y con el planteamiento de futuras investigaciones.	3		
Tiene mínimo 1 página.			
REFERENCIAS			
Utiliza citas en el interior del documento de acuerdo a Normas Internacionales (ISO 690, APA y VANCOUVER).	5		
Incluye como mínimo 30 referencias (pregrado), 40 referencias (maestría) y 50 referencias (doctorado) de los últimos 5 años, en coherencia con las citas utilizadas en el documento.	5		
Tiene mínimo 4 páginas (pregrado), 5 páginas (maestría) y 6 páginas (doctorado).			
FORMATO			
Emplea el tipo y tamaño de fuente adecuado.			
Numera las páginas adecuadamente.			
El documento respeta las normas de redacción y ortografía.	4		
Los márgenes están configurados de acuerdo a la guía de investigación de fin de programa.			
TOTAL	100		
SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN			
Sobre la investigación			
Demuestra que el tema es innovador y aporta nuevos enfoques a la ciencia.	10		
Explica la relevancia de la investigación.	8		
Demuestra dominio temático.	8		
Demuestra conocimiento en la aplicación del método científico.	8		

Interpreta claramente sus resultados.	8		
Justifica y analiza los hallazgos.	10		
Sintetiza las ideas principales en sus conclusiones.	8		
Organización de la exposición			
Explica en forma clara y coherente.	8		
Utiliza adecuadamente el material de apoyo audiovisual.	8		
Realiza la presentación dentro del tiempo estipulado.	8		
Responde adecuadamente las preguntas formuladas.	8		
Presentación personal y modales adecuados	8		
TOTAL	100		



OBSERVACIONES INFORME DE INVESTIGACIÓN					
		JORNADA DE INVESTIGACIÓN 1 (J1)	FIRMAS	JORNADA DE INVESTIGACIÓN 2 (J2)	FIRMAS
		Fecha:		Fecha:	
I N F O R M E	<u>Jurado 1</u>				
	<u>Jurado 2</u>				
	<u>Jurado 3</u>				
S U S T E N T A C I Ó N	<u>Jurado 1</u>				
	<u>Jurado 2</u>				
	<u>Jurado 3</u>				

IMPORTANTE- REQUISITOS DE APROBACIÓN:

- **Jornada 1:** Si el informe de investigación obtiene menos de 40 puntos en la semana previa a la jornada, el estudiante no pasará a sustentación y será inhabilitado. Igualmente, si el estudiante al sustentar obtiene menos de 80 puntos debe ser inhabilitado.
- **Jornada 2:** Si el informe de investigación obtiene menos de 80 puntos en la semana previa a la jornada, el estudiante no pasará a sustentación y será inhabilitado. Debiendo convertir el puntaje obtenido por el estudiante a una escala vigesimal solo en esta jornada.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, PRADO CABELLO LUIS FELIPE, VIGIL ROJAS GENARO JOHN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ANÁLISIS DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MODIFICADA CON ADITIVO RICOT Z 3000 PARA ZONAS DE ALTURA.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
GENARO JOHN VIGIL ROJAS DNI: 44490370 ORCID 0000-0003-0386-1634	Firmado digitalmente por: GVIGILR el 09-08-2020 17:37:44
LUIS FELIPE PRADO CABELLO DNI: 09059059 ORCID 0000-0003-2672-8326	Firmado digitalmente por: LPRADOC22 el 09-08-2020 17:41:37

Código documento Trilce: TRI - 0066816