



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Br. Cluzman Bonilla, Lourdes Thalia (ORCID: 0000-0002-6295-6951)

ASESOR:

Dr. Córdova Salcedo, Felimon (ORCID: 0000-0003-0338-5156)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación, a mis padres Angelica y Casimiro por su apoyo, los valores y educación, a Dios por siempre guiar mis pasos; a mi hermana Yanina por sus consejos y por ser una segunda madre para mí por su amor y apoyo; a todas las personas que aportaron con su conocimiento para que este proyecto sea posible.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por ser el guía en mi vida, por la fortaleza de día a día y por brindarme personas maravillosas que forman parte de mi vida, quienes hoy en día son mi soporte, ya sea en mi vida personal y en el académico.

Agradecer firmemente a mi familia, en especial a mis padres Angelica y Casimiro, a quienes le debo gratitud por el apoyo que me han brindado siempre, por su esmero en educarme, por los consejos y valores inculcados. A mi hermanas y hermanos, quienes me ha demostrado que el que persevera consigue lo que se propone, por su comprensión y paciencia en las épocas de estrés; a mi querida amiga Zaida Huayamarca, por siempre ser mi compañera y por su apoyo incondicional.

Mostrar mi gratitud a mi alma mater la Universidad César Vallejo y a los docentes que fueron parte de mi formación profesional; en especial agradecer al Dr. Córdova Salcedo Felimon, quien es el asesor de esta tesis, por su aporte de conocimiento, quien con su experiencia en el ámbito de la investigación me ayudo en la elaboración de este proyecto.

A los jurados de sustentación del presente proyecto, por sus sugerencia y aportes.

A mis colegas y amigos, quienes forman parte de mi vida, con quienes he experimentado momentos inolvidables; Jessica, Michael y Kevin gracias por su amistad. En general agradecer a todas aquellas personas que han vivido conmigo la realización de la tesis, gracias por brindarme su apoyo incondicional, su cariño y amistad.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, **CLUZMAN BONILLA, Lourdes Thalia** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

“Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 18 de julio de 2019

Apellidos y Nombres del Autor CLUZMAN BONILLA, Lourdes Thalia	
DNI: 70684975	Firma 
ORCID: 0000-0002-6295-6951	

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página de jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	30
2.1. Tipo, Diseño y Enfoque de Investigación.....	31
2.2. Variables y Operacionalización	32
2.3. Población y muestra.....	34
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, confiabilidad y validez	35
2.5. Procedimiento.....	36
2.6. Métodos de análisis de datos.....	60
2.7. Aspectos éticos.....	60
III. RESULTADOS.....	61
IV. DISCUSIÓN.....	130
V. CONCLUSIONES.....	133
VI. RECOMENDACIONES.....	136
REFERENCIAS.....	138
ANEXOS.....	145

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente y frío en lima, para esta investigación se usó el PEN60/70 y los agregados obtenidos de la cantera UNICON en Carabayllo, a las cuales se le han hecho ensayos de calidad según las especificaciones técnicas generales de la construcción EG-2013.

El tipo de investigación fue aplicada, con el número de muestra de 66 briquetas que se elaboraron en el laboratorio de ingeniería geotecnia y control de calidad S.A.C., se diseñaron la mezcla asfáltica en caliente y frío convencional y las adicionadas con 1%, 2% y 3% de TiO₂ en ambos diseños, para realizarlos el ensayo Marshall y determinar sus propiedades mecánicas y finalmente se realizó el ensayo de Degradación de Rodamina B, para medir su propiedad fotocatalítica.

Se obtuvo como resultado que la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío con un 2% de TiO₂ fue el adecuado, ya que el valor de estabilidad es 1590.5Kn y 1108.5kg incrementándose en un 11.9% y 0.24% respectivamente en comparación con la mezcla asfáltica convencional con 1409.3 kN y 1105.8Kg respectivamente.

Por otro lado, la adición de dióxido de titanio mejora notablemente las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, ya que cumple las especificaciones técnicas, como es la estabilidad obtenida fue de 1590.5kg, los vacíos 4%, vacíos de llenante mineral en 15.4%, incrementando con respecto al convencional en 11.39%, 0,1% y 0.7% respectivamente, además al incorporar dióxido de titanio en mezcla asfáltica en frío aumenta en 1108.5kg, los vacíos disminuyen a 12.7% y vacíos de llenante mineral disminuye en 22.8%, referente al diseño en frío convencional de 1105.8kg, 15.05% y 27.7% respectivamente, ya que el porcentaje de vacíos es mayor a las especificado, la cual genera que no se conserva la propiedad de impermeabilidad.

Palabras claves: mezcla asfáltica, ensayo Marshall, dióxido de titanio, fotocatalizador, Rodamina B.

ABSTRACT

The objective of this research was to perform a comparative analysis of the effects of titanium dioxide photocatalyst on the mechanical properties of hot and cold asphalt mixtures in Lima. For this research, PEN 60/70 and the aggregates obtained from the UNICON quarry were used in Carabayllo, to which quality tests have been made according to the specifications of the general technical specifications of the EG.2013 construction.

The type of research was applied, which the sample number of 66 briquettes that were developed in Ingeniería geotecnia y control de calidad S.A.C. laboratory, the conventional asphalt hot and cold mix were designed and those added with 1%, 25 y 3% of TiO₂ in both designs, to perform the Marshall test and determine its mechanical properties and finally the rhodamine B degradation test was performed, to measure its photocatalytic property.

It was obtained as a result that the stability of the asphalt mixture in hot and cold with 2% TiO₂ was adequate, since the stability value is 1590.5 Kn and 1108,5kg increasing by 11.9% and 0.24% respectively in comparison with the conventional asphalt mix with 1409.3Kn and 1105.8kN respectively.

On the other hand, the addition of titanium dioxide significantly improves the mechanical properties of the hot asphalt mix, since it meets the technical specifications, as is the stability obtained was 1590.5kg. the empty 4%, voids of mineral filler in 15.4%, increasing with respect to the conventional in 11.39%, 0,1% and 0.7% respectively, in addition to incorporating titanium dioxide in asphalt mix in cold increases in 1108.5kg, the voids decrease to 12.7% and empty of mineral filler decreases in 22.8%, referring to the conventional cold design of 1105.8kg, 15.05% and 27.7% respectively, since the percentage of voids is greater than those specified, which generates that the impermeability property is not conserved.

Keywords: Asphalt mix, Marshall test, Titanium dioxide, Photocatalyst, Rhodamine B

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

En la actualidad, existe una creciente contaminación del medio ambiente, lo cual es causado por los países actualizados, generando un riesgo para la existencia de la humanidad. La presencia de un sin fin de gases contaminantes, están afectando de gran manera la salud y estilo de vida de los habitantes. Es paradójico que la causa del mayor porcentaje de contaminación tiene sus raíces gracias a la modernización, el gran avance tecnológico y el crecimiento desmedido de la demografía.

En los diversos países desarrollados y sub desarrollados el problema de gran importancia es la contaminación ambiental. La contaminación atmosférica, que se calcula en el ambiente urbano, es originada por las fuentes que genera el tráfico vehicular y las industrias que son causantes de la combustión. El tráfico vehicular es el mayor generador de contaminación atmosférica, estos generadores son estudiados y manejados independientemente, y forman partes de un inventario de emisiones, que tiene que ser evaluadas y solucionadas.

El Perú no es ajeno a esta gran problemática de contaminación ambiental, el problema general y de mayor envergadura es la contaminación del aire. Para Novoa (2016), la degradación del medioambiente es generadas por emisiones industriales, sin embargo la principal causante es la emisión de sustancias tóxicas generadas por la industria automotriz (p.13). Esto es causado debido a que en el actual Perú y sobre todo la ciudad de Lima, siendo la segunda ciudad más contaminada atmosféricamente a nivel de Latinoamérica, debido a que existe un aumento desmedido de fuente automotriz y la cual genera una incontrolable congestión vehicular, ya que ellos son los principales emisores de CO₂, y con ello vulnerando el derecho a poseer una vida sana y de calidad.

Debido a que esta problemática involucra de gran manera a la sociedad, han surgido estudios para contrarrestar esta contaminación; para ello, se demostró que el fotocatalizador dióxido de titanio es un agente descontaminante muy eficaz, la cual ya se está empleando en varios países con gran resultado, descontaminando el aire a corto plazo.

El fotocatalizador dióxido de titanio está siendo utilizada actualmente, esto gracias a su propiedad de fotocatalisis que es una de sus mayores características, además porque es un producto económico comparándolo con otros fotocatalizadores, ya conocidos, pero menos efectivos, además que el dióxido de titanio es conocido a nivel mundial por sus propiedades, pero en otro ámbito de las industrias (Ramírez, 2006, p.89)

El Perú, ya hace uso de producto o materiales a bases de dióxido de titanio, ahora en la industria de la construcción; además que este material está inmerso de manera desapercibida en productos de uso diario o comunes como pastas dentales, lentes y pinturas fotocatalíticas. En nuestro país en el 2014 se implantó este material como aditivo innovador para la construcción; ya que, posee la capacidad de auto limpiante y además fotocatalítica que descontamina al medio ambiente, adicionalmente que son muy económicos y perdurables.

A causa del aumento demográfico desmedido y el frecuente adelanto tecnológico, es necesario realizar obras civiles de gran envergadura y de alta calidad, generando con ellos estudios para crear aditivos innovadores con propiedades de mejoras; sin embargo, lo que actualmente se busca en la industria de la construcción es que el producto sea eco amigable.

A pesar del avance tecnológico y descubrimientos de aditivos eco amigables como el fotocatalizador dióxido de titanio, es de gran dificultad conocer con exactitud los efectos en sus propiedades mecánicas de la adición de dicho aditivos sobre mezclas bituminosa. El fotocatalizador tiene un proceso llamado fotolisis la cual se evidencia a través de un proceso químico, permitiendo que estas presenten mecanismos que regeneren el aire, además que se presentan propiedades de fungicida y de auto limpiantes (Moreno, 2018, p.35).

Comúnmente, para la preparación de una carpeta asfáltica no se usa el dióxido de titanio, esto es relacionado a la falta de información o difusión del dióxido de titánico como un fotocatalizador, y además que se desconoce las propiedades mecánicas que esta posee, también existe poca información referente a sus propiedades y además que existe un recelo en su uso, ya que este aditivo es de última tecnología y poco difundido.

Trabajos realizados

Con respecto a los estudios internacionales, se muestran algunas manifestaciones distinguidas y estos son:

MORENO, Imanol (2018), en su tesis para la obtención de grado de ingeniero civil, que lleva como título “Fotocatálisis en materiales en base de cemento. Evaluación de autolimpieza de fotocatalíticos en el espectro visible frente a UV”, en la Universidad Politécnica de Madrid, cuya finalidad fue el de observar a los materiales fotocatalíticos ellos activados en el espectro visible, las propiedades de auto limpieza. El nivel de investigación usado fue el explicativo, el autor realiza diversas conclusiones, ellas son: a). Según el ensayo de Rodamina B realizado, ello se supone para el espectro visible, es posible la conclusión de que en radiación ultravioleta , lo cementos blanco a las cuales se les agrega el TiO_2 se vuelven fotocatalíticos dando una mejora a la propiedad de autolimpieza en comparación de 31 comerciales; por ello, de las combinaciones que se realizó, el resultado con mayor aceptación frente a las combinaciones en porcentaje es el de 3% de remplazo de TiO_2 frente al cemento blanco esto que es modificado sobre la luz blanca, ya que generalmente en este aspecto es recuperado en un 18.63% de su color de origen a comparación de 4.78% de un comercial, sin embargo en la modificación de 3% del fotocatalizador donde es recuperado el 79.3% de sus color de origen, la cual genera un aumento de 42% de un comercial, esto frente a los cementos grises que es lo contrario ya que, el comercial tiene que superar un modificado, ya que el óptimo de 100% de degradación es frente a un 3% del fotocatalizador que es comercial frente a un 94.38% de uno modificado. b). Lo cual es efectiva en el aumento de la efectividad de un material en comparación a una ya conocida, donde se consiguió un 65% de la degradación en el ensayo de rodamina B en un proyecto de prueba. c). Con respecto al ensayo en estado fresco, al adicionar el fotocatalizador reduce la propiedad de trabajabilidad, se debe mantener constante la relación del agua y cemento; ya que, esto generara que al adicionar el fotocatalizador involucrara el aumento del contenido de material sólido.

CAPA, Karla (2017), en su tesis para obtener el grado de ingeniero civil, titulada “Análisis del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica abierta con la adición de fibras de acero”, en la universidad técnica de Ambato, cuyo principal objetivo es el de realizar un análisis del comportamiento mecánico del diseño de una mezcla asfáltica abierta, con la incorporación de fibras de acero”, con un diseño experimental y la muestra de esta investigación es de 60 briquetas, el autor formula las siguientes conclusiones: a) los

resultados obtenidos determinan que el óptimo contenido de cemento asfáltico es el de 4.3%, esta para una mezcla asfáltica convencional y la modificada con fibra de acero, esto debido a que presentan un mejor comportamiento mecánico. b) el porcentaje óptimo de fibra de carbono que mejora la estabilidad y flujo es el de 1% de fibra de acero, ya que al incorporar un porcentaje mayor, tiende a decrecer los valores de estabilidad y por ende el valor del flujo crece.

JIMENEZ, David y MORENO, José (2016), en su tesis para optar al grado de ingeniero civil, titulado “Efecto del reemplazo del cemento portland por el dióxido de titanio en las propiedades mecánicas del mortero”, que tuvo como meta el de verificar los efectos en las características del reemplazo del TiO_2 al cemento portland en el mortero. El nivel de investigación usada fue el Explicativo, las conclusiones que formulo el autor es la siguiente: a) En el laboratorio se realizó el proceso de elaboración de muestras en diferentes porcentajes, se hizo unas muestras de reemplazo del cemento portland por el TiO_2 a un 10% para estudiar su comportamiento, se determinó que si se aumenta el TiO_2 en este porcentaje mencionado, la mezcla se orienta a perder la trabajabilidad, debido al fraguado ya que es muy rápido ese proceso, la cual influye al momento de ser introducido este tipo de mezcla en los moldes. b). En el ensayo de flexión realizado al llegar a 28 días, se observó que existe un cambio mínimo con respecto a la muestra de 5%, en las otras muestras de 7.5 y 8.5% respectivamente disminuyo en un 60%. c). Al realizar el ensayo en el laboratorio u observando el proceso realizado en el reemplazo de cemento portland por el TiO_2 , con una adición superior de dióxido de titanio a la mezcla dosificada, esta es más manejable, esto en su mayor porcentaje se presentó al agregar un 10% de TiO_2 , debido a ello se descartó en su totalidad esta muestra. d). Para el análisis de costos que se realizó, se determinó que, si para la mezcla se usa un 5% de dióxido de titanio reemplazando al cemento portland, será en un 3% más caro en relaciona a una mezcla de mortero tradicional, y si el dólar se establece e un precio menor este costo disminuirá.

NAVA Magaly (2015), en su tesis para obtener el grado de maestría en ciencias, titulado “Cerámica tradicional con tecnología de auto – limpieza”, en la universidad Autónoma de Nueva León, cuyo objetivo general es la de medir la acción fotocatalítica de aquellos materiales cementales que son modificada o aditivadas con una pasta de $SiC-TiO_2$, ya que estarán recubiertas para aprovechar que está expuesta a la superficie, por las cuales se obtendrá materiales fotocatalíticos los cuales tienen la capacidad de eliminar Rodamina B expuesto a irradiación de luz UV, luz solar natural o artificial en un medio acuoso, también

busca la reducción de CO₂ en el medio acuoso y gas. El nivel de investigación fue explicativo. El autor formula entre otras las siguientes conclusiones: a). el material a base de cemento con fotocatalizador (SiC-TiO₂) incorporando en forma de capa resulta ser activos para llevar a cabo la reacción fotocatalítica de CO₂ en fase acuosa y en fase gas, al ser expuesto a la luz UV; ya que, el SiC tiene un potencial de reducción negativa y el dióxido de titanio tiene un potencial de eliminación de contaminantes positivo, la cual genera energía en estos materiales haciendo posible la eliminación y reducción de CO₂, ya sea en acuosa o fase gas. b). Se observó que si se adiciona el fotocatalizador dióxido de titanio como un recubrimiento en aquellos morteros que tienen el color blanco o el gris, se puede obtener el 80% de decoloración en la prueba de Rodamina B, esto fue posible al irradiarlo con luz UV, mientras que con aquella luz solar natural se obtendrá un 60% de decoloración de la prueba de rodamina B. c). Se determinó que los materiales cementales gris tienen mayor actividad fotocatalítica en comparación a los que están en base a cemento blanco, ya que posee un alto índice de reflectividad, esto se observó ya que el cemento gris tiene la propiedad de absorber energía en su mayor cantidad y al reflejarlo lo hacen en menor cantidad con referencia a los cementos blanco, tienen relación de 2:1 relacionado a aquel índice de reflectividad, tiene que tener patrones que son de color negro y blanco, ya que estos garantizan que se aproveche de una manera muy eficiente la luz que es irradiada. d). En los materiales cementales, se determinó que el de color blanco tiene un aumento significativo en reducir el dióxido de carbono esta cuando se encuentra en fase acuosa, esto haciendo una comparación con aquella a base de cemento gris.

Ahora bien, en relaciones a antecedentes nacionales tenemos:

CAHUANA, Patricia y LIMAS, Herless (2008), en su tesis para obtener el título de ingeniero civil, titulado “análisis comparativo del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con betutec IC + ADITIVO Warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional”, en la universidad de san Martín de Porres. En la investigación el diseño usado en el experimental, tipo de investigación es aplicada, cuyo principal objetivo es realizar el diseño de la mezcla asfáltica con incorporación de Betutec IC +aditivo Warmix para la mejora de comportamiento mecánico en referente a la mezcla asfáltica tradicional, el autor formula las siguientes conclusiones: a) la adición de Betutec Ic +aditivo Warmix favorece en gran medida el comportamiento mecánico de la mezcla con aditivo, comparada con la convencional; en la que se aumentó el flujo, estabilidad, vacíos y el V.M.A%, la cual garantiza la durabilidad de la mezcla asfáltica) la mezcla modificada incrementa su estabilidad con

referente a la mezcla asfáltica tradicional en un 30.15%. c) la mezcla modificada incrementa la estabilidad en un 30.5% a la mezcla convencional, además que el flujo también se incrementa en un 3.01%. d) los vacíos y el V.M.A% de la mezcla modificada con respecto a la mezcla asfáltica convencional disminuye en 24.39% y aumenta en 2.65% respectivamente.

VALDIVIA, Witmer (2017), en su tesis para obtener el título de ingeniero civil titulada “Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la av. Universitaria cuadra 53 al 57- comas, Lima 2017”. en la universidad privada Cesar Vallejo. Esta investigación es un diseño experimental y es un tipo aplicada y con nivel descriptivo, que tiene como objetivo principal el de determinar como el incorporar el polímero llamado SBS proporciona mejora en el comportamiento mecánico del diseño de mezcla asfáltica en caliente, el autor formula las siguientes conclusiones: a) los ensayos realizados se comprobó que la adición del polímero SBS en el cemento asfáltico mejor la propiedad de trabajabilidad, ya que la mezcla se realizó a 161°C y el compactado a 151.1°C. b) la incorporación de un cemento asfáltico mejorado con SBS aumento la estabilidad en un 308.28% de una convencional de 1389.4% a una modificada con SBS de 1921.4%, se determina adicionalmente que la mezcla modificada mejora la capacidad de la resistencia a deformaciones y desplazamientos expuestos a cargas repetidas de tráfico. C) la adición de SBS en la mezcla asfáltica, mejora la funcionalidad en deformaciones permanentes ya que tiene una alta resistencia, debido a que el índice de rigidez se incrementa en un 40% de un valor de la convencional de 3788 kg/cm a una modificada de 5309kg/cm.

CERVERA, Cesar (2016), en su tesis de pregrado titulada “influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016”, en la universidad privada del norte. Esta investigación es de diseño experimental con el nivel descriptivo, tiene como objetivo evaluar la influencia de caucho reciclado sobre las propiedades mecánicas del asfalto, el autor formula las siguientes conclusiones: a) la adición de partículas reciclado de caucho, tienen una influencia positiva en el diseño de mezcla asfáltica en caliente, ya que aumenta la estabilidad y la interrelación del flujo está en relación a 2.6% y 2.3%, con referente a la mezcla convencional, se determinó que el óptimo porcentaje de PCR es el 1% ya que con ella el diseño cumple con los parámetros del manual de carreras. B) para satisfacer o cumplieron las especificaciones del MAC-2, para cumplir la granulometría de los agregados, se incrementó o agrego porcentajes de filler en un 3% con referente al agregado fino. C) la aplicación de PCR en 1%

incrementa el costo de implementación en un 5.05%, sin embargo, al relacionar el costos y l mantenimiento, esto es beneficiosa ya que en determinado tiempo 5 años, el costo se reduce en un 8.4% con referente al asfalto convencional.

VASQUEZ, Manual (2016), en su tesis de maestría titulada “Influencia del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades autolimpiantes del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”. En la universidad Nacional de Cajamarca. En la investigación el diseño usado es el experimental y transversal, con un método hipotético- deductivo, el tipo de investigación es aplicada y un nivel descriptivo, que tiene como objetivo general determinar cuál es la influencia del dióxido de titanio como fotocatalizador en un tipo de concreto; referente a las propiedades de autolimpieza del dióxido de titanio. El nivel de investigación fue explicativo, el autor formula entre otras las siguientes conclusiones: a). Para hallar el resultado se utilizó el análisis de varianza, esto también con la prueba de Tukey ello para la prueba de rodamina B en los diversos tratamientos para el estudio de sus características, se observó que en si los diferentes tratamientos no tienen similitud, se entiende que al incorporar el TiO_2 se eleva su decoloración. Al incorporar el TiO_2 en aquellos tratamientos del concreto, aumento significativamente la decoloración en la llamada prueba de rodamina B a medida que se aumenta el porcentaje de dióxido de titanio, sin embargo, el tratamiento que no tuvo un aumento significativo en la prueba de rodamina fue el que se realizó sin la incorporación de TiO_2 . b). cuando se realizó el ensayo de rodamina, de determinó que el material que no fue foto catalítico y la capacidad auto limpiante fue el que no tenía adicionado el TiO_2 , ya que no cumplió lo los valores que están estipulados el R4 y R26, en cambio aquellos que tuvieran el tratamiento con TiO_2 cumplieron con lo especificado en R4 y R26, la incorporación del 15% de TiO_2 resulta ser el punto más alto de incorporación , esto se va desacelerando la decoloración, debido a que en este punto el TiO_2 ya no tiene poros que pueda captar y por ello ya no es necesario incorporar más cantidad de TiO_2 . c). Con referente al ensayo resistencia a la compresión y la prueba de rodamina, se determina que el porcentaje optimo son el de 3% y 6% de dióxido de titanio, ya que resulta tener las mismas propiedades que el concreto que tiene una adecuada resistencia a la compresión; además, que es fotocatalítica y autolimpiante y además que el precio de fabricado es accesible.

Teorías relacionadas al tema

El concepto teórico es la parte central del estudio, que es conocido por que representa en si la partida para definir el objetivo, además que es necesario verificar, a través de los estudios realizador con anterioridad para determinar si el estudio es científico o de otro tipo de carácter (Baena, 2014, p.32)

Dióxido de titanio

El dióxido de titanio es un producto que tiene la propiedad de fotocatalizador, esta propiedad fotocatalítica se adquiere debido a la exposición con la luz ultravioleta. Esta sustancia es sólida que funciona como semiconductor, esto se observa cuando es absorbido por la luz al ser activado, ya que acelera su proceso interaccionado por el reactivo debido a la presencia de los pares de electrón-hueco (Pacheco et. Al., 2014, p.179).

Por lo general, todos aquellos materiales que son sometidos a estudios, con la finalidad de mejorar sus propiedades físicas como son la resistencia a la compresión optima y al desgaste, como también resistencia a diversos ácidos y las bacterias que están esparcida a través del polvo; el más innovador y nuevo en el mercado es el dióxido de titanio. Estas propiedades se obtienen gracias a los componentes del TiO_2 , la cual tiene la propiedad de activarse y formar materiales que sean reactivos en presencia de la irradiación ultravioleta, en natural y químicamente inerte, además que es de fácil obtención (Granda et. al., 2007, p.245).

La comparación de los materiales fotocatalíticas, redunda en aquel que esta aditivado con dióxido de titanio es el que se usa como materiales de construcción, debido a que, es económico, accesible y tiende a ser químicamente estable, ya que, su composición química es compatible referente a los materiales de construcción tradicional, porque su acción fotocatalítica es alta (Fernández, campo y colorado, 2016, p. 99).

El TiO_2 en la actualidad como fotocatalizador es uno de las sustancias más interesante, por sus propiedades de autolimpieza, además que tiene carácter científico y tecnológico. Esta sustancia es un producto muy recomendado ya que carece de sustancias toxicas y no son cancerígenas, entre sus propiedades resalta su alta refracción la cual general reflejo óptimo de la luz (Ulvi, Gul y Cavdar, 2018, p.8)

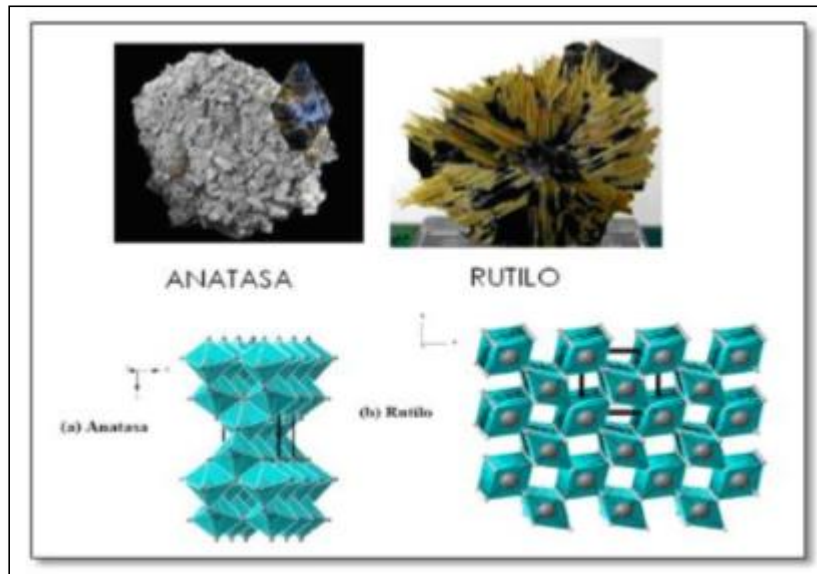


Imagen 1: Rutito y Anatasa, estructura de la parte inferior de la estructura cristalizada del dióxido de titanio (Medina como cito Rodríguez, 2012)

Propiedades fotocatalíticas

Descontaminante del aire

La propiedad fotocatalítica forma parte de la descontaminación natural de la naturaleza total, es llamada también la fotosíntesis de nuestra plataforma urbanizado, ya que, como la acción de la fotosíntesis (Maury y De Belei, 2009, 103); tiene la capacidad de eliminar el CO₂ con la presencia de energía solar, gracias al proceso llamado oxidación que generado por la luz solar se obtienen la materia orgánica.

En un elemento fotocatalítico que está diseñado para la construcción, su propiedad descontaminante de este material es la capacidad de reducir la máxima concentración de contaminantes, gracias a la intervención de la luz ultravioleta.

El catalizador acelera la fotorreacción, la cual dicha acción es definida como la fotocatalisis (Bohorquez, Quiroz y Dussan, 2016, 186). El TiO₂ tiene la capacidad de ser un material fotocatalizador que es usado para la reducción de los agentes contaminantes del aire, ya sea el NO_x, el humo generado por el cigarrillo o materiales de construcción que tienen sustancias toxicas para el medio ambiente.

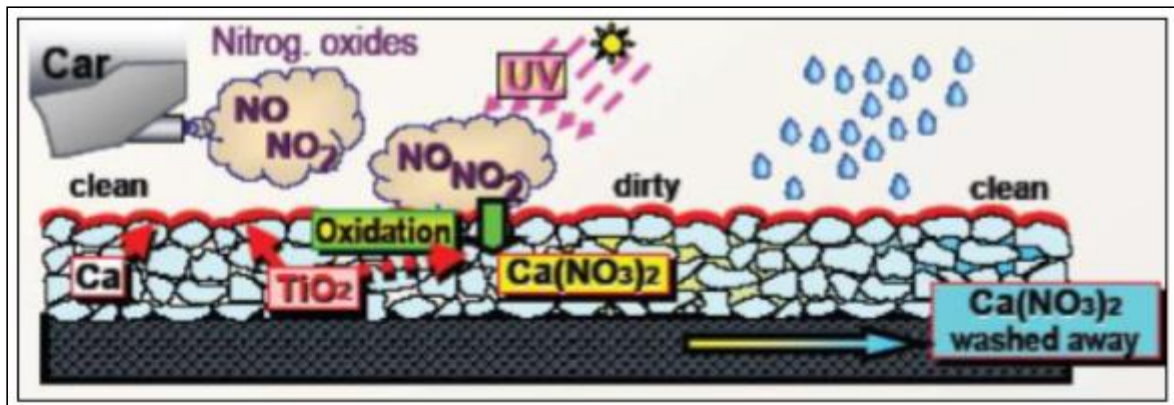


Imagen 2: descomposición del NO_x (Medina como cito Rodríguez, 2012)

Auto limpieza

El efecto de auto limpieza, se consigue por medio del POC debido a que las moléculas orgánicas están adheridas en la superficie, y esto se acumula en los almacenes donde se acumula la suciedad las cuales son limpiadas con facilidad por la reacción mecánica que posee el agua generada por la lluvia.

Existen moléculas netamente orgánicas como los hidrocarburos y los ácidos grasos se encuentran presente sobre la plataforma del sector urbano, se encuentran adheridas en la superficie de materiales que componen una infraestructura, ya que tienen la capacidad de interacción a los componentes, que interaccionan con la suciedad, la acumulación de polvo genera un depósito de suciedad que origina la contaminación; Corzo sostiene al respecto; Para el proceso de auto limpieza o tratamiento para la descontaminación de los componentes del medio ambiente como el aire, suelo y agua, se están usando el proceso de fotocatalisis que se enfoca como un prototipo demasiado útil para la industria, también se puede aplicar para el campo de la medicina (2011, p. 268).

Para el proceso de auto limpieza, es necesario expresarlo al aire libre, debido a que es de importancia la presencia de la luz solar y para eliminar los residuos es indispensable el agua, dependiendo exclusivamente de cuan eficiente es la oxidación de la partícula orgánica.

Parámetros de fotocátalisis con TiO₂

Los parámetros que influirán en la actividad de óxido/reducción de algún elemento a través de la fotocátalisis:

El catalizador: para la mayor autolimpieza del material es importante que la dosificación del producto catalizador será mayor (Ramírez, 2006, p. 15).

La intensidad de luz y la longitud de la onda: a una menor longitud de onda, la utilización de aquella energía obtenida será mayor.

El efecto del O₂: debe existir el oxígeno ya que es muy importante su presencia, porque será un oxidante y además este no compite con el sustrato al momento de la absorción.

La temperatura y el PH: las reacciones fotocatalíticas no es afectada en gran medida en presencia de la variación de temperatura y PH.

Degradación decolorante rodamina B

Es una sustancia química que es parte del grupo de rodaminas, se usa como un colorante en líquido que tiene como objetivo el de seguir la tasa y la orientación del flujo y su transporte. El colorante de rodamina B es un agente químico, usado actualmente para un sin número de ensayos, debido a que está involucrado a la cadena de hidrocarburos que son aromáticos, que forman parte de aquellos contaminantes más comunes en la plataforma urbana (Maury y De Belei, 2010, p. 41).

La degradación obtenida a través del colorante que genera la rodamina B, esta direccionada a medir y examinar, con una prueba de fotolisis y aquella llamada absorción la cual determinan la conformidad, pasando primero por la destilación y posteriormente por la destrucción de cromoforo ya estructurado (Corzo y Vega, 2012, p. 61), lo cual depende específicamente de la naturaleza. Para la experimentación esta colorante rodamina B se debe variar la solución, la masa del fotocatalizador y el tiempo de exposición a la luz UV, ello con la finalidad de observar el curso de la reacción oxidativa fotocatalítica de ala sustancia fotocatalítica.

Lámpara de UV

Estas lámparas son simuladores solares, de mercurio o Xenón, las cuales son los que proporcionan luz a una longitud aproximadamente menor a 400nm, la cual permite la excitación de un catalizador.

Existen algunas lámparas que brindan luz monocromática u otras que necesitan algún filtro para la obtención de esta luz; el parámetro de luz en intensidad varía entre 2 a 135 nW/cm², al emplear lámparas nos permite tener una característica precisa del tipo y la intensidad de luz.

Impacto Ambiental

Degradación de NO_x

Los materiales compuestos por un fotocatalizador, tienen la capacidad de degradar el NO_x, ya que eliminar estos compuestos es de gran necesidad; debido a que la existencia estas sustancias contaminantes causan gran impacto negativo, en la salud y en el ambiente urbano, estos son los mayores responsables de la existencia del smog.

Actualmente, estos materiales fotocatalíticos tienen la capacidad de reducir los contaminantes de la atmósfera, esto bajo la irradiación solar.

Reducción del CO₂

El uso de materiales fotocatalíticos, ayuda a la limpieza del medio ambiente, en primordial está controlando la contaminación ambiental esto mediante la acción de purificación del aire, propiedad de autolimpieza y la reducción del CO₂, se usa esta tecnología de la eliminación del CO₂ a través de la fotocatálisis; ya que, esto permite aprovechar de la luz solar, debido a que es una fuente de energía abundante, limpia, accesible y barata.

Mezcla asfáltica

La mezcla asfáltica resulta ser la combinación del agregado pétreo y el ligante asfáltico. Existen maneras de fabricación, existe mezclas asfálticas que se elabora en una planta mezcladora y el de elaboración in-situ.

El componente asfalto es una sustancia de color negro que son líquidas o sólidas, son extraídas de yacimientos naturales o aquellas que son resultados de los crudos de petróleo, ya sea destilado o mediante extracción, estas sustancias son solubles en el sulfuro de carbono, tiene un sinnúmero de aplicaciones, esto debido a su propiedad física y química y la adhesiva haciéndolo óptimo para muchas aplicaciones (Leyva y Vargas, 2017, p. 36).

Este material está formado con asfalto, resinas y aceites, dándoles aquellas características de consistencia. La propiedad de adhesión y la ductilidad, la cual se aplican a temperatura alta y a temperatura ambiente; la más usada y comercial es la mezcla asfáltica en caliente, la que generalmente se produce en una planta de asfalto y es mezclada aun 100%, garantizando los estándares de calidad y el control de material

La función primordial de una mezcla asfáltica que es la carpeta e un pavimento flexible, es soportar aquellas cargas vehiculares y distribuye los esfuerzos a la capa subrasante en referencia a las magnitudes aceptables según su diseño. La cual uno de las propiedades mecánicas es la impermeabilidad del pavimento flexible garantizando una plataforma que sea adecuada para la transitividad de los usuarios de vehículos o parque automotor generándoles seguridad y un ambiente confortable.

La mezcla asfáltica es una parte de la superficie de rodadura, proporcionando una superficie de rodadura, proporcionando la estabilidad y la uniformidad, su textura y su color deben ser de acuerdo a lo que quiere lograr y las deben resistir al fenómeno de abrasión del alto tránsito. Actualmente existen diversas modificaciones que consiste en adicionar diferentes tipos de polímeros o materiales que refuercen sus características, estas con el fin de conocer en su comportamiento mecánicos y físicos (Moreno, 2013. 57), ello con la finalidad de mejorar las desventajas que presentan un asfalto convencional.

Mezcla asfáltica en caliente

La combinación de los áridos más el ligante, es la llamada mezcla asfáltica en caliente (MAC), la cual las diversas cantidades con la que se diseña con las que determinan sus propiedades. Para este tipo de mezcla primeramente se calienta el árido y el ligante asfáltico, esto favorece a esta mezcla se calienta, ya que esta se extiende y compacta con facilidad, esta mezcla se realiza a temperatura muy alta superior al ambiente.

La combinación aun 100% de los ligantes y el agregado donde ya este adicionado el polvo mineral o si está incluido algún aditivo si es ligantes hidrocarbonado más el agregado donde este incluyendo el polvo mineral es adicionado por aditivo si es obligatorio, quedando todos los componentes combinados homogéneamente al ligante carbonatado. Para lograr que la combinación de la mezcla sea homogénea, estas son fabricadas a temperaturas altas dependiendo de su diseño, generalmente superior al 100°C con ella obteniendo una adecuada trabajabilidad (Asfáltica revista técnica, 2015, p.15). La mezcla asfáltica en caliente es la más usada actualmente para vías principales o en la mayoría de la red vial de pavimento flexible.

Tabla 1: Ensayos y frecuencias de la mezcla Asfáltica en caliente.

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	200 m ³	Tolva en frío
	Plasticidad	MTC E 110	200 m ³	Tolva en frío
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	500 m ³	Tolva en frío
	Equivalente arena	MTC E 114	1.000 m ³	Tolva en frío
	Partículas planas y alargadas	MTC E 221	500 m ³	Tolva en frío
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	1.000 m ³	Tolva en frío
	Angularidad del agregado fino	MTC E 222	1.000 m ³	Tolva en frío
	Perdida en sulfato de magnesio	MTC E 209	1.000 m ³	Tolva en frío
	Azul de metileno	AASHTO TP 57	1.000 m ³	Tolva en frío
Mezcla Asfáltica	Contenido de Asfalto	MTC E 502	2 por día	Pista/planta
	Granulometría			
	Ensayo Marshall	MTC E 504	2 por día	Pista/planta
	Temperatura	-	Cada volquete	Pista/planta
	Densidad	MTC E 506, MTC E 508 y MTC E 510	1 cada 250 m ²	Pista compactada
	Espesor	MTC E 507	Cada 250 m ²	Pista compactada
	Resistencia al deslizamiento	MTC E 1004	1 por día	Pista compactada
Adherencia	MTC E 519	1.000 m ³	Pista/planta	

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS “especificaciones técnicas de construcción” EG-2013

Mezcla asfáltica en frío

La mezcla asfáltica en frío es aquella que contiene agregado pétreo donde la granulometría tiene que estar mal gradada, las partículas tienen que ser generalmente gruesas, y estas son mezcladas con emulsión asfáltica por lo general del tipo CMR, ya que estas se pueden extender, compactar y trabajar a una temperatura ambiente o menos 100°C.

El campo donde se puede emplear la mezcla asfáltica en frío es limitado, su campo de aplicación de esta mezcla es para la construcción de bacheos y las capas de rodadura y la conservación de redes viales secundarias. Según López et al. (2016), el MAF son mezclas muy flexibles y duran sobre el tráfico solicitado y deflexión del firme, además estas ayudan a reducir el ruido en comparación de otras capas similares, son menos propensas a sufrir cambios de exudación y son menos sensibles al clima helado (p.58).

La principal característica de dicha mezcla es su excelente trabajabilidad, esto incluso después de 2 meses desde su preparación, debido del ligante se mantiene con viscosidad regularmente baja, la emulsión que lo compone es con asfalto fluidificados; pero la desventaja de esta mezcla es su baja durabilidad, la mezcla tiene la característica de durar aproximadamente dos meses con su misma característica (Reyes, Alvarez y valdes2014, p. 94).

Este tipo de diseño de mezcla asfáltica no es tomado en consideración, como una capa estructural para vías con tránsito pesado, debido a que tiene un limitado comportamiento mecánico y tiene mayor exposición al daño por humedad, esto en sus primeros años de vida útil. El MAF es considerado para carteras de bajo tránsito.

Tabla 2: Ensayos y frecuencias de mezcla asfáltica en frío

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia (*)	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	250 m ³	Pista Dist. Agregado
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	250m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	250m ³	Cantera
	Abrasión	MTC E 207	1.000m ³	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio	MTC E 209	1.000m ³	Cantera
	Adhesividad		1.000m ³	Cantera
Mezcla abierta en frío	Contenido de asfalto residual	AASHTO T 164	1.000m ³	Pista previo a compactacion

Fuente: MANUAL DE CARRTERAS “Especificaciones técnicas de edificaciones” EG-2013.

Componentes de la mezcla asfáltica

Agregado pétreo

los agregados pétreos esta constituidos por la arena natural, piedra triturada y un material de relleno mineral, que están clasificados según el tamizado, es llamado el agregado grueso

cuando queda retenido en el tamiz N° 4, el agregado fino cuando pasa el tamiz N°4 y el relleno natural es el que pase la malla N° 200.

Los agregados pétreos están conformados por el agregado grueso y agregado fino, estos agregados deben someterse al ensayo de calidad y lo más importante poseer una adecuada granulometría, para formar parte de las mezclas asfáltica (Rondón, 201, p. 70).

Estos agregados deben cumplir con una determinada angulosidad ya que es una característica importante para la magnitud del módulo y les da estabilidad a las mezclas asfálticas en caliente, ya que si no cumple con este requisito la rigidez disminuye.

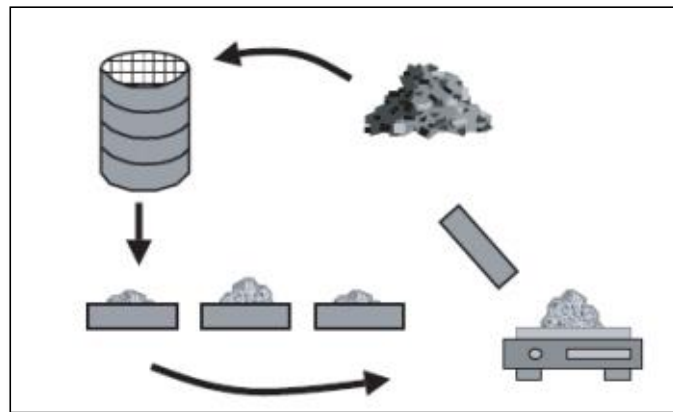


Imagen 3: Análisis de tamaño de agregados (Orellana como cito harrigan, 2011)

AGREGADO GRUESO:

Estos agregados son aquellas partículas que son limpias, firmes y durables que cumplan ciertos requisitos: como no exceder en un 40% en 500 revoluciones, está constituido por el ASTM C 131, el porcentaje al ser sometido a sulfato de magnesio debe ser menos al 18% esto sometido a 5 ciclos que esta constituidos en el ASTM C 88, aquella que es retenida en el tamiz N°4 tendrá que ser menos a 75% en los elementos triturados con más de dos caras fracturadas y el área de la cara debe ser a 75% del área de la pieza más pequeña y finalmente los elementos de aquellos agregados triturados tiene que ser cubica, donde las partículas planas y alargadas debe ser menor al 20% del peso que está determinado estos según esta constituido en el ASTM D4791.

Tabla 3: Requisitos para los agregados gruesos

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

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS “especificaciones técnicas de construcción” EG-2013

AGREGADO FINO: Estos agregados son aquellos elementos que son muy limpias, firmes y duraderos que tienen angulosidad al ser trituradas las piedras, escorias o gravas que están especificados como agregado grueso.

El agregado Fino, el producto de la trituración de grava debe tener menos a 90% con respecto al peso de aquellas partículas trituradas con más de dos caras fracturadas al ser retenida en el tamiz N°30, la arena natural para la cantidad de agregado debe ser menos a 15% con respecto al peso de los agregados gruesos y finos al ser cernido por el tamiz N° 200, el agregado fino de arena natural deberá estar limpia ni tener partículas de arcilla y materia orgánica y el % de pérdida debe ser menos al 15% al ser sometido a 5 ciclos de la prueba de firmeza al ser expuesta al sulfato de magnesio esto constituido en el ASTM C88.

Tabla 4: Requisito para los agregados finos.

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

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS “Especificaciones técnicas generales de construcción” EG-2013

RELLENO MINERAL: Este elemento será un material no plástico según está constituido en el ASTM D 242, este material es dado como relleno de vacíos o también como un mejorador de la adherencia para el agregado/asfalto, que por lo general es la cal hidratada.

Cemento asfáltico

El cemento asfáltico es parte esencial de la mezcla asfáltica, es un material muy denso, es sólido, regularmente pegajoso y de color negro o un café oscuro, esta característica es cuando se encuentra a una temperatura ambiente (Alvares, Reyes y Miro, 2014, p. 471).

Estos cementos son refinados por el proceso de destilación expuesto al vapor de aquellos residuos que son pesados al momento de ser fraccionados, que es continuada con la destilación hasta llegar a la penetración requerida; los cementos asfálticos para obtener la fluidez para ser trabajables necesitan ser calentados.

Los cementos que son derivados del petróleo, tienen alto compuesto molecular, los compuestos son complejas, viniendo a ser lo hidrocarburos y otro que está constituido por el hidrogeno y el carbono que tienen pequeñas partículas de nitrógeno, azufre y oxígeno.

Los hidrocarburos que componen el cemento asfáltico son:

- ✚ Nafténicos

- ✚ Aromáticos
- ✚ Parafínicos

Compuesto químico: en el análisis químico que se le realice resaltaran dos grandes grupos de elementos el asfalteno que es una fracción insoluble con alto peso molecular y meltano que es de fracción soluble con bajo peso molecular.

Los asfaltenos cuando están en una temperatura ambiente son sólidos, negros y frágiles y son hidrocarburos llamados aromáticos, “la adhesividad y aglomeración son gracias a su acción insolvente en aquellos disolventes comunes” (Reyes et al., 2013, 78).

“Los meltanos tienen un aspecto aceitoso que son solubles en aquel componente llamado heptano, es un compuesto característico de color marrón” (Lopera y Córdoba, 2013, p. 101); compuesto por las resinas que son materias adhesivas actuando como dispersante, los aromáticos tendien a tener menos peso molecular que por lo general están en el 40% y 60% del ligante de la mezcla y los saturados que llegan a ser aceites muy viscosos que tienen baja reactividad.

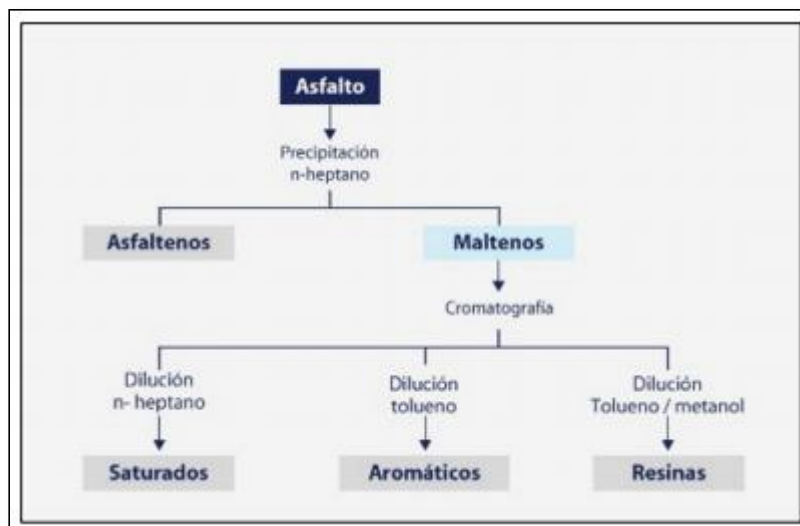


Imagen 4: Esquema de composición química del asfalto (Orellana, 2016, p. 33)

Emulsión asfáltica

La emulsión asfáltica es un componente de la mezcla asfáltica en frío, que está compuesto por el cemento asfáltico, un emulsificante y agua, esto al combinarse con los agregados pétreos pierde la estabilidad generando una rotura, “esta acción genera que el asfalto se

aglutine sobre la capa del material pétreo, este material es usado generalmente en sellos de aire con asfalto, tratamientos superficiales y/o morteros” (Pierini, Bracho y Gonzales, 2006, p.38).

La emulsión asfáltica son aquella sustancia que ha sido dispersada en pequeños micrones de diámetro, se encuentran estables con la acción de un agente emulsionante que resulta ser algunos jabones del resultado de algún tratamiento de ácidos grasos o el resultante de algún ácido minerales de compuestos anicónicas (Oruc, Celix y akpinar, 2007, p.581).

Este material es aquella que esta mezclada con agua y cemento asfáltico que son adicionado por un agente emulsionante que retarda la separación, ya que los dos componentes anteriores son sustancias no solubles, son agentes emulsionantes, que son orgánicos e inorgánicos como son los silicatos, arcilla coloidal, el jabón y algunos aceites vegetales.

Propiedades

Las mezclas asfálticas están diseñadas, producidas y colocadas buscando la obtención de las propiedades que son indispensables; por ello, existen propiedades que contribuyen para la buena calidad de mezclas asfálticas como la durabilidad, trabajabilidad y la impermeabilidad.

Durabilidad

La durabilidad es una propiedad de la mezcla asfáltica que involucra a la capacidad de soportar factores como es la desintegración de los agregados, y el cambio en algunas propiedades del asfalto, que son surgidos por la acción del clima, el tráfico vehicular o la combinación de ambos.

Se le considera como el grado en la que la mezcla asfáltica conserva su esencia, a pesar de ser expuestos a degradación y el envejecimiento; la cual depende del diseño al cual fue sometida la mezcla asfáltica, las características que poseen los agregados y la mano de obra.

Generalmente, la durabilidad de una mezcla asfáltica se mejora con el uso de una mayor cantidad del asfalto; segundo, el uso de graduación muy densa a los agregados la cual será muy resistente a la separación y tercer, el diseño y compactado adecuado de la mezcla

con el fin de conseguir el máximo de impermeabilidad (Fernández, rondón y reyes, 2013, p. 6).

Cuando una mezcla asfáltica contenga la mayor cantidad de asfalto ayuda a conservar la durabilidad, debido a que una de las propiedades del asfalto es el de no envejecer o de endurecer rápido, sellando debidamente la mayor cantidad de vacíos, lo cual evita que el aire y el agua penetren la carpeta asfáltica; cuando posee una graduación densa favorece a tener a los agregados más unidos.

Tabla 5: Causas y efectos de la baja durabilidad

CAUSAS	EFFECTOS
Menor contenido del asfalto.	Endurece rápidamente al asfalto y se desintegra por pérdida del agregado.
Mayor contenido de vacíos por falta de compactación.	Endurece rápidamente al asfalto, luego sufre de agrietamiento.
Agregados aptos al agua.	Genera el desprendimiento de la mezcla asfáltica sobre el agregado dejando un pavimento desgastado y desintegrado.

Fuente: Elaboración propia

Trabajabilidad

Una de sus propiedades de la mezcla asfáltica es la trabajabilidad, la cual facilita la buena compactación y el adecuado colocado, ya que con esta propiedad es fácil de compactar y colocar, si no cumple con esta propiedad será muy difícil de realizar estas acciones, se puede modificar esta propiedad a través de algunos parámetros de diseño de la mezcla, el comportamiento de los agregados y su granulometría.

La trabajabilidad de una mezcla asfáltica será evaluada a partir de la manejabilidad cuando se acciona el compactado y el colocado, para ello debe poseer un adecuado control de agregados donde se evalué las propiedades físicas, textura, forma y granulometría defina

la calidad de estos agregados, debido a ellos cada mezcla debe seguir la especificación de sus diseños.

Uno de las dificultades del diseño de mezcla asfáltica es cuando posea un mayor porcentaje de agregado grueso la cual se segrega cuando se manipula y es muy difícil su compactado, para rescatar y mejorar la trabajabilidad es adecuado agregar asfalto en mezcla gruesa o el agregado fino, pero si se modifica la mezcla debe cumplir parámetros de diseño ya sea el contenido de vacío o la estabilidad.

La trabajabilidad es una propiedad muy indispensable en lugares donde es obligatorio el puesto de la mezcla a mano, para ellos es importante que la mezcla a usarse sea trabajable en estos sitios, para ellos es importante que el contenido de relleno sea bajo ya que de lo contrario afectara la trabajabilidad, ocasionando que la mezcla sea viscosa, y dificulta la compactación.

Impermeabilidad

La impermeabilidad es la propiedad de una mezcla asfáltica el cual garantiza la resistencia al paso del aire y el agua hacia el interior de la mezcla. Esta propiedad es importante ya que es una exigencia que se impone sobre las mezclas asfálticas, ya que protege la capa del interior y en total protege a la infraestructura del efecto que trae el agua.

Las mezclas asfálticas deben poseer la impermeabilidad al 100%, para evitar que el agua que se encuentra en la superficie ingrese a las capas interiores, ya que esta acción trae consigo la pérdida de capacidad de soporte. La impermeabilidad se determina a través del tamaño de vacíos, sin tener en cuenta si estas conectados o no, y si poseen el acceso de llegada a la superficie del pavimento (Shafii, 2017, p.3857)

Luego de la compactación de una mezcla asfáltica es muy importante que exista un porcentaje de vacíos, porque de no contar con esta característica se presentara una deformación plástica, debido a las cargas de tráfico y la variación del clima; las mezclas densas que tienen el porcentaje de vacíos inferiores de 6%, las mezclas abiertas tienen un porcentaje de vacíos superior al 12% y mezclas drenantes tienen un porcentaje mayor a 18%.

A pesar de ser indispensable la impermeabilidad, para la durabilidad de las mezclas asfálticas después de ser compactadas; existen mezclas asfálticas que son empleadas con cierto grado de impermeabilidad. Pero para ser admitidas deben estar apropiadamente argumentadas y entre los límites admisibles.

Tabla 6: Causas y efectos de la permeabilidad

CAUSAS	EFFECTOS
Poco contenido de asfalto	Al tener películas delgadas de componente asfalto, tiene como consecuencia un envejecimiento temprano, aparte que desintegra la mezcla.
Mayor contenido de vacíos en la mezcla de diseño	El fácil acceso de agua y aire al pavimento, cusa la oxidación y además la desintegración de la mezcla.
Compactación inapropiada	Un mayor porcentaje de vacíos en el pavimento, la cual causa la infiltración del agua y con ella la baja estabilidad.

Fuente: Elaboración Propia

Estabilidad

La capacidad de soportar cargas y además resistir tensiones que son producidas con deformaciones aceptables, es una de las características que debe poseer una mezcla asfáltica (Harun et al., 2018, p. 59).

La mezcla asfáltica tiene una de las propiedades denominada estabilidad que representa la resistencia interior de un material, donde se evalúa la combinación de su lógica, interna y cohesión.

Tabla 7: Causas y efectos de la inestabilidad

CAUSAS	EFFECTOS
Desproporción del asfalto en la mezcla	Ondulaciones, ahullamiento y exudación
Desproporción de arenas de tamaño regular en la mezcla	Menor resistencia a la compactación
Existencia de agregados redondeados que tiene poca superficie triturada.	Ahullamiento y canalización

Fuente: Elaboración propia

Diseño método Marshall

Este método esta direccionado a implantar un contenido optimo del componente asfalto para una granulometría y un tipo de cemento asfáltico que será usado en la mezcla asfáltica, donde están en consideración aquellas propiedades como el físico y mecánico además de aquella composición volumétrica.

Al seleccionar un adecuado cemento asfáltico y aquel agregado debe cumplir las especificaciones del diseño; la evaluación de la mezcla son a través de especímenes que son compactadas en un 100mm en diámetro y 70mm en espesor eso usando un martillo debidamente estandarizado; “los especímenes usados deben satisfacer aquellos contenidos de vacíos ya sea en agregado mineral o cementos asfálticos y finalmente estos especímenes deben cumplir con las especificaciones para la estabilidad y flujo”(Krishnamurthy et al., 2012, p.471), esta ya que está relacionada a la resistencia y flexibilidad.

El Marshall, es un método que se utiliza para el diseño en tránsito y aquellas cargas diferentes con las condiciones necesarias, donde no es considerado el comportamiento en sí de la mezcla asfáltica en el tiempo, tampoco aquellos efectos de los diversos aspectos en su desempeño (Cuc, 2013, p. 20).

Este método evalúa los especímenes que tiene cantidades diferentes del cemento asfáltico, que cumplan con aquellos requerimientos de las propiedades de volumen y físico-mecánicos.



Imagen 5: Maquina Marshall (fuente: UTEST Equipo para ensayo de materiales)

Tabla 8: requerimientos para una mezcla asfáltica

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

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS “especificaciones técnicas generales de construcción” EG-2013

Tabla 9: requisitos mínimos en el agregado mineral

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %	
	Marshall	Superpave
2,36 mm (N.º 8)	21	-
4,75 mm (N.º 4)	18	-
9,50 mm (3/8")	16	15
12,5 mm (½")	15	14
19,0 mm (3/4")	14	13
25,0 mm (1")	13	12
37,5 mm (1 ½")	12	11
50,0 mm (2")	11,5	10,5

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS “especificaciones técnicas generales de construcción” EG-2013

Formulación del problema

La formulación del problema, es el planeamiento en pregunta muy precisa en referente a lo que se quiere resolver, donde se delimitara el espacio, tiempo y población en la cual se ubicara (Bernal, 2010, p. 41).

Problema general

✓ ¿Cuál es el análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019?

Problemas específicos

✓ ¿Cuáles son los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en la Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019?

✓ ¿Cuáles son los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en la trabajabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019?

✓ ¿Cuáles son los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en la impermeabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019?

Justificación del estudio

La justificación es el criterio que pretende demostrar la importancia del desarrollo de la investigación, donde se resalta las ventajas que se tendrá; donde se explicara el valor que tendrá el trabajo realizar; como todo trabajo profesional, se sustentara debidamente con fundamento comprobadas y dar el alcance de lo que se pretende alcanzar (Gómez, 2012, p.102).

Justificación teórica

Para la presente investigación se cuenta con información confiable originario de diversas investigaciones internacionales y nacionales que tiene muchos factores que están relacionados a esta problemática, donde se recurrirá a información efectiva para sujetarse a un respaldo confiable.

Justificación metodológica

Para efectuar con los objetivos que se han planteado, se deberá acudir a guías metodologías confiables, para obtener herramientas y pautas para el correcto manejo de datos para conseguir información necesaria que valide la prueba de hipótesis de la investigación y para la toma de decisiones.

Justificación práctica

Existe la necesidad que una mezcla asfáltica posea un buen desempeño en el pavimento y con la ayuda del fotocatalizador dióxido de titanio los costos de mantenimiento se reducirán y se obtendría una función amigable para el medio ambiente; así usando de manera eficiente los recursos para una infraestructura vial, ya que eso no ocurre en la actualidad para la falta de conocimiento sobre este importante recurso.

Hipótesis

Según Baena (2014), La hipótesis viene a ser la suposición que expresa la relación de las dos variables, viene a ser la respuesta tentadora al problema y a la pregunta de investigación (p. 47).

Hipótesis general

✓ El análisis comparativo de los efectos de fotocatalizador dióxido de titanio mejora las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente y frío en Lima, 2019.

Hipótesis específicas

- ✓ Los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio mejora la Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente frío en Lima, 2019.
- ✓ Los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio mejora la trabajabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019.
- ✓ Los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio mejora la impermeabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019.

Objetivos

Toda investigación debe tener en claro el rumbo de este proceso a realizarse, ya que el objetivo es el propósito que se pretende llegar con el estudio aquí se expresa lo que se pretende alcanzar, debido a ello todo desarrollo de investigación está orientado a lograr alcanzar los objetivos (Bernal, 2010, p. 97).

Objetivo general

- ✓ Realizar un análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente y frío en Lima, 2019.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en la Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019.
- ✓ Determinar los efectos del fotocatalizar dióxido de titanio en la trabajabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019.
- ✓ Determinar los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en la impermeabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019.

II. MÉTODO

“El método (método es también llamado material) describe detalladamente aquellos procedimientos o recursos que se usaran para logara el objetivo trazado” (Jiménez, 1998, p. 33).

2.1. Tipo, diseño y enfoque de Investigación

Tipo de investigación

Toda investigación tiene procedimientos que identifican a una investigación científico que orientan a conseguir llegar a la meta planificada en los objetivos (Valderrama, 2013, p.61), el tipo de investigación es de carácter aplicada, ya que este tipo de investigación estudia el problema que tiene como destino la acción.

En la investigación aplicada tiene como finalidad aportar hechos nuevos, para ello se deberá proyectar adecuadamente, de tal manera que confiemos en los resultados del estudio, dando utilidad a la nueva información y ser usada apropiadamente para la formulación de una teoría (Baena, 2014, p. 11).

Diseño de Investigación

La presente investigación tiene un diseño de carácter experimental. El diseño de integración es experimental porque se manipula deliberadamente la variable independiente para ver sus efectos en a variable dependiente. Se refiere a la manipulación deliberadamente sobre una o más variables dependientes, dentro de una situación de control para el investigador (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p.87).

Este diseño tiene como finalidad el de dar una respuesta a las causas de aquellos eventos y fenómenos físicos-sociales, está enfocado a dar una explicación del porqué de algún fenómeno y sobre las condiciones de ser manifestado, y como están relacionadas con las demás variables.

Enfoque de investigación

Es de enfoque cuantitativo ya que pretende medir con precisión los variables de estudios. El diseño de investigación que está enfocado al cuantitativo, esta direccionado a medir objetivamente las variables y analizar cuantitativamente la información, independientemente a la existencia de una diferencia entre los tipos de diseños que están incluidos en esta categoría (Navarro et. al., 2017, p. 106).

2.2. Variables y Operacionalización

variable independiente:

- ✓ Efectos del fotocatalizador dióxido de titanio

variable dependiente:

- ✓ Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente y frío

Operacionalización de variables

“Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador de dióxido de titanio en las propiedades mecánicas de mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019”.

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio	Los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio, gracias a las propiedades fotocatalíticas de purificación del aire y de autolimpieza, es un material amigable con el medio ambiente. Este efecto se puede medir a través de la prueba de rodamina B.	Propiedad fotocatalítico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de purificación del aire ✓ Capacidad de autolimpieza 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Prueba de rodamina (UNI 11259-2008)
		Degradación del colorante rodamina B	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Prueba de auto limpieza ✓ Prueba de contaminación 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Prueba de rodamina B (UNI 11259-2008)
Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente y frío	Las mezclas asfálticas se emplean en la construcción de firmes, ya sea en capas de rodadura o en capas inferiores y su función es proporcionar una superficie de rodamiento cómoda, segura y económica a los usuarios de las vías de comunicación, para ello deben poseer sus propiedades mecánicas como la estabilidad, trabajabilidad y la impermeabilidad, ellos que serán medidas a través del ensayo Marshall y granulometría.	Estabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estabilidad ✓ Contenido de asfalto 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estabilidad y flujo Marshall (MTC E-204)
		Trabajabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vacíos de agregado mineral ✓ Temperatura de diseño 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Marshall (MTC E-204)
		Impermeabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contenido de vacíos compactación 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porcentaje de vacíos de aire. (MTC E-204) ✓ . Ensayo Marshall (MTC E 204)

2.3. Población y Muestra

Según Baena (2014), Consiste en la descripción del espacio en la que se encuentra la investigación (p. 71).

Unidad de medida

- ✓ Mezcla asfáltica

Población

La presente investigación es de tipo experimental y las muestras serán realizadas la ciudad de lima, por tanto, mi población resulta ser todas las briquetas de mezcla asfáltica que se encuentran en el laboratorio de Ingeniería geotecnia y control de Calidad S.A.C.

Muestra

La muestra responde a las 66 briquetas que se usaran en los diversos ensayos que se realizara. Divididas en:

12 briquetas para la óptima dosificación de mezcla asfáltica en caliente.

12 briquetas para la óptima dosificación de mezcla asfáltica en frío.

18 briquetas dividías en 6 de 1%, 6 de 2% y 6 de 3% de TiO₂ adicionadas a la mezcla asfáltica en caliente y frío.

18 briquetas divididas en 6 de 1%, 6 de 2% y 6 de 3% de TiO₂ adicionadas a las mezclas asfálticas en caliente y frío; esto para la Prueba de Rodamina B.

6 briquetas divididas en las mezclas asfálticas en caliente y frío; esto para la Prueba de Rodamina B.

Muestreo

Según Hernandez, Fernández y baptista (2014), El muestreo es no probabilístico, ya que la orientación para la selección de la muestra es a raíz de las características que posee la investigación (p. 189), en este tipo de muestreo son seleccionados subjetivamente y no al azar.

el no probabilístico se entiende como la selección de la muestra de estudio, dependiendo de sus características, criterios y tipos que un investigador tenga en cuenta en ese momento, por lo que es poco confiable y valido (Otzen y Monterola, 2017, p. 228).

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, confiabilidad y validez

El instrumento de medición será a una escala nominal, para Bernal (2010), las llamadas escalas nominales en las cuales solo son manifestadas una semejanza de clases entre aquellos diferentes puntos que toma la variable (p. 65).

Confiabilidad

Es la medida que es evaluada a través de una escala, que busca conseguir la capacidad de separar de forma permanente en comparación de un valor a otro (Gómez, Galiano y Jaramillo, 2015, p. 430).

La confiabilidad se obtendrá a través de la calibración de los equipos que se usara para realizar los diversos ensayos y que el laboratorio a donde se realizará los ensayos cuente con el ISO.

Validez

Todo estudio de investigación debe tener una validez, ya que los resultados deben ser confiables, consiguiendo con ello los resultados verdaderos (Hernandez, Fernández, Baqtista, 2014, p. 107).

La validez, para los resultados que obtendremos realizando los ensayos necesarios para el estudio, las cuales serán validado a través de la firma y sello del especialista.

Plan de recolección de datos

Pregunta básica	Explicación
✓ ¿Para qué?	Realizar el análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente y frío.
✓ ¿De qué persona u objetos?	De briquetas de mezcla asfáltica elaborados a 5, 10 y 15% de TiO ₂
✓ ¿Sobre qué aspectos?	Efectos de fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente y frío.
✓ ¿Dónde?	Laboratorio de mecánica de suelos de la facultad de ingeniería civil, Universidad nacional de ingeniería, laboratorio de la facultad de química, Universidad agraria de la molina y en el laboratorio central del Ministerio de Transportes y comunicaciones.
✓ ¿Cómo?	Mediante pruebas y ensayos de laboratorio.

2.5. Procedimiento

Ensayos de calidad para agregados pétreos

Los agregados que se usaran en el diseño para mezcla asfáltica deben cumplir las características necesarias, por este motivo se tomó muestras de la cantera UNICON de Carabayllo. Debido a que esta cantera posee agregados debidamente procesados y cumplen los parámetros del MTC, ya que son los indicados para el diseño de mezcla asfáltica.

Imagen 6: Cantera UNICON



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de agregado fino

análisis granulométrico

procedimiento:

se realizó el cuarteo correspondiente de la muestra a ensayar, se coloca sobre los tamices de malla: 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°100 Y N°200 la cual corresponde a faja 3/4, según las especificaciones del Ministerio de transportes, la muestra es colocada dentro de los tamices, en forma decreciente, la cual se vibra para retener o pasar las partículas. Cumpliendo debidamente las especificaciones.

Imagen 7: Tamizado de agregado



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Requerimiento MTC

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25 mm (1")	100	-	-
19 mm (3/4")	80	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 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	05 -8	05 -10

Fuente: Elaboración propia

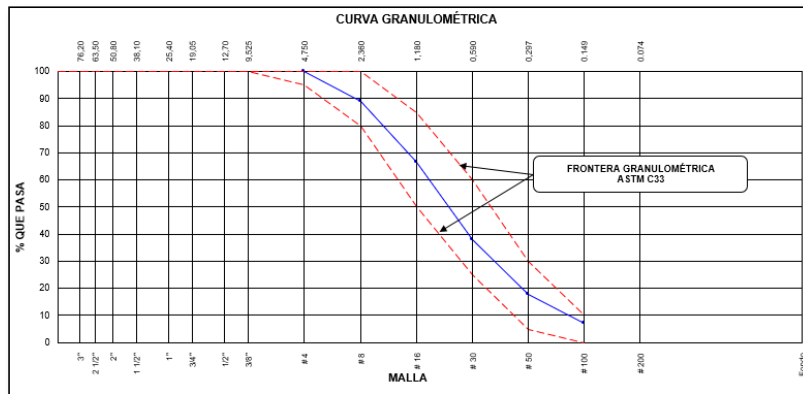
Tabla 11: Análisis granulométrico del agregado fino

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm					100.00	100.00
# 4	4.75 mm			0.00	100.00	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	86.9	10.92	10.92	89.08	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	179.0	22.49	33.41	66.59	50.00	85.00
# 30	600 µm	228.7	28.73	62.14	37.86	25.00	60.00
# 50	300 µm	159.2	20.00	82.15	17.85	5.00	30.00
# 100	150 µm	86.5	10.87	93.01	6.99	0.00	10.00
Fondo	-	55.6	6.99	100.00	0.00	-	-
						MF	2.82
						TMN	NA

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del ensayo se dan en porcentajes del peso total del material, que retiene cada tamiz y son sumadas en forma acumuladas a las anteriores de mayor tamaño.

Gráfico 8: Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se observa que al análisis granulométrico cumple con la normativa del MTC del MAC-2.

Equivalente arena MTC E 114

se realiza este ensayo para saber en qué grado de contaminación se encuentra la arena gruesa, y esta debe estar por debajo de 50%. Ya que un porcentaje mayor será perjudicial para realizar la mezcla asfáltica. se realizará tres muestras y finalmente se promediará.

- ✓ Se realiza los siguientes pasos:
- ✓ Poseer 5 kg de arena gruesa
- ✓ Realizar el tamizado por la malla n° 4
- ✓ Por cada tubo de ensayo se debe tomar la humedad en referente al peso.
- ✓ Se combina 4 lts de agua en 8ml de cloruro de calcio
- ✓ La combinación preparada llenar en los tubos en 4ml y adicionar el agregado fino
- ✓ Vibrar o agitar por 20mi
- ✓ Tomar la medida

Tabla 12: Resultado obtenido ensayo equivalente de arena

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		
		1	2	3
1	Muestra N°			
2	Hora de Entrada	15:18	15:20	15:22
3	Hora de Salida	15:28	15:30	15:32
4	Hora de Entrada	15:30	15:32	15:34
5	Hora de Salida	15:50	15:52	15:54
6	Altura Máxima de Material Fino (Pulgadas)	3.48	3.50	3.46
7	Altura Máxima de la Arena (Pulgadas)	4.80	4.90	4.90
8	Equivalente de Arena (%)	72.5	71.4	70.6
9	Equivalente de Arena Promedio (%)	72.0		

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Angularidad de agregado (MTC E 222)

Se realiza este ensayo para determinar el porcentaje de vacíos que posee el agregado en aquellas partículas que pasan el tamiz n° 8.

Pasos a seguir:

- ✓ Se compacta la muestra en un molde de 2800cm³ de volumen, ello en tres capas.
- ✓ Se compacta cada capa en 100golpes, con la que se determina el porcentaje de vacíos.

Tabla 13: Resultado ensayo de Angularidad

ENSAYO	Nº	1	2	3	ESPECIFICACION
Peso del Agregado Fino + Molde	gr.	5185	5210	5225	FÓRMULA: $V_v = \frac{W}{G_{sb} \cdot V} \times 100$
Peso del Molde	gr.	4199	4199	4199	
Peso del Agregado Fino	(w)	986	1011	1026	
Volumen del Cilindro	(v)	937	937	937	
Gravedad Específica de Agregado Fino	G _{sb}	2.60	2.60	2.60	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	59.5	58.5	57.9	Mín.40
PROMEDIO	%	58.6			

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de índice de plasticidad (MTC E 111)

Para estos agregados no poseerán índice plástico, ya que los finos son areniskas, obteniendo que el ensayo es no plástico.

Tabla 14: Partículas que pasan la malla N° 40

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro. de Recipiente		NP	NP
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g		
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $W = \frac{A-B}{B-C} \times 100$	g		
N° De Golpes			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Partículas que pasan la malla N°200

DESCRIPCION	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro. de Recipiente		NP	NP
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g		
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	g		
N° De Golpes			

Fuente. Elaboración propia

Ensayo índice de durabilidad (MTC E 214)

Se realiza este ensayo para obtener el valor de las partículas referente a la resistencia relativa en la que se produce dinos que dañen como es el arcilloso. Estos se someten a agitación en presencia del agua, con la cual se obtiene la resistencia de los agregados en generar finos.

Tabla 16: Datos de índice de durabilidad

TAMAÑOS DE MALLAS			Agitación Muestra	Contenido de	Muestra Lata
PASA	RETENIDO	PESO (g)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)	(ml)
N° 4	fondo	500	10'	1000.0	85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Resultados de índice de durabilidad

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
	1	2	Promedio
N° DE ENSAYO			
Hora de entrada a saturación	07:55	08:30	
Hora de salida de saturación (mas 10')	08:05	08:40	
Hora de entrada a decantación	08:11	08:46	
Hora de salida de decantación (mas 20')	08:31	09:06	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")	8.40	8.40	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")	5.50	5.50	
Índice de Durabilidad (Df = H.arena/H.arcilla*100)	65.5	65.5	65.5

Fuente: Elaboración propia

Ensayo sales solubles (MTC E 219)

Se realiza para hallar cuanto es el contenido de cloruros y sulfatos que son solubles en agua, de las partículas pétreas, la cual se hace un procedimiento analítico de cristalización, Este ensayo se realiza con el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en bases estabilizadas y mezclas asfálticas.

La muestra será lavada a través de agua destilada hasta poder ser extraída las sales, en una temperatura de ebullición, será detectada a través de reactivos químicos, al finalizar el lavado se tomará un alícuota y se hará el proceso de cristalización de las sales.

Se siguen los siguientes pasos:

- ✓ Secar la muestra a una temperatura de 110°C
- ✓ Se coloca en un vaso de precipitado, y se agrega agua destilada cubriendo el nivel de la muestra
- ✓ Se calienta y se agita en 10 min
- ✓ Se seca la muestra y se obtienen la pérdida.

Tabla 18: Datos obtenidos en el ensayo sales solubles

Identificación muestra	01	02	03
a.- Peso muestra en solución + vaso pírrex, g	104.32	127.66	112.51
b.- Peso vaso pírrex, g	20.18	38.59	20.11
c.- Peso muestra en solución, g	84.14	89.07	92.40
d.- Peso de la muestra evaporada + vaso pírrex, g	20.290	38.710	20.220
e.- Peso de la muestra evaporada, g	0.110	0.120	0.110
Sales Solubles, %	0.1307	0.1347	0.1190
Promedio %	0.128		

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de agregado grueso

Ensayo de caras fracturadas (MTC E 219)

Determina el porcentaje de caras fracturadas en la muestra.

Se siguen los siguientes pasos:

- ✓ Lavar las muestras sobre el tamiz, para eliminar el material fino y secar.

- ✓ Colocar sobre una superficie lisa, comprobar que las partículas se visualicen directamente.

Imagen 8: Caras fracturadas



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio (MTC E 209)

Pasos a seguir:

- ✓ Se tamiza el material en la malla n° 4y se trabaja con la muestra que será retenida en esta malla.
- ✓ Se lava y seca las partículas y se separa en 7 recipiente
- ✓ El material es menor a 55 no ingresa al ensayo
- ✓ Se sumerge el material a 18 hr
- ✓ Se retira y seca el material a temperatura de 110°c
- ✓ Se coloca nuevamente la solución 5 veces.
- ✓ Se lava y seca a 110°c para eliminar los sulfatos

Se realiza la ecuación para verificar los pesos.

Ecuación N.º 2:

%de perdida corregida = (escalonado original*%perdida) /100

Ecuación N° 3:

X= Σ % de Perdida corregida

Tabla 19: Pesos del tamizado de agregado -piedra chancada huso #67

TAMIZ	%RET.	P. INIC.	P.FIN.	PERD. PESO	%PERD.	% PERD. CORREG.
2 1/2" 1 1/2"						
1 1/2" 3/4"	14.98	1504.9	1411.3	93.6	6.2	0.9
3/4" 3/8"	28.84	1003.2	896.2	107	10.7	3.1
3/8" N° 4	50.18	300.9	265.5	35.4	11.8	5.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Datos obtenidos del ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio - piedra chancada huso #67

TAMICES		PÉRDIDA DE PESO EN PORCENTAJE
PASA	RETENIDO	
2 1/2"	1 1/2"	0.00 %
1 1/2"	3/4 "	0.83 %
3/4 "	3/8"	3.08 %
3/8"	N° 4	5.90 %
TOTAL		10 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Pesos del tamizado de agregado- piedra chancada huso #89

TAMIZ	%RET.	P. INIC.	P.FIN.	PERD. PESO	%PERD.	% PERD. CORREG.
3/4" 3/8"						
3/8" N° 4	76.94	300.5	278.9	21.6	7.2	5.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Datos del ensayo durabilidad (al sulfato de magnesio)- piedra chancada huso #89

TAMICES		PÉRDIDA DE PESO EN PORCENTAJE
PASA	RETENIDO	
2 1/2"	1 1/2"	0.00 %
1 1/2"	3/4 "	0.00 %
3/4 "	3/8"	0.00 %
3/8"	N° 4	5.53 %
TOTAL		6 %

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla asfáltica en caliente:

Para determinar que los agregados sean los adecuados, se realizó una gradación a partir de la granulometría de agregados, con los requisitos de gradación obtenidos del MTC. La gradación de la mezcla asfáltica en caliente elegida es en MAC – 2, la combinación de estos agregados debe tener como resultado una granulometría que este dentro del rango que especifica el MTC. Los cálculos son realizados en el programa EXCEL y en tablas.

Para esta mezcla asfáltica se realizó en caliente, donde se emplearon distintos tipos de agregados y materiales:

Arena zarandeada= 49%

Grava triturada =35%

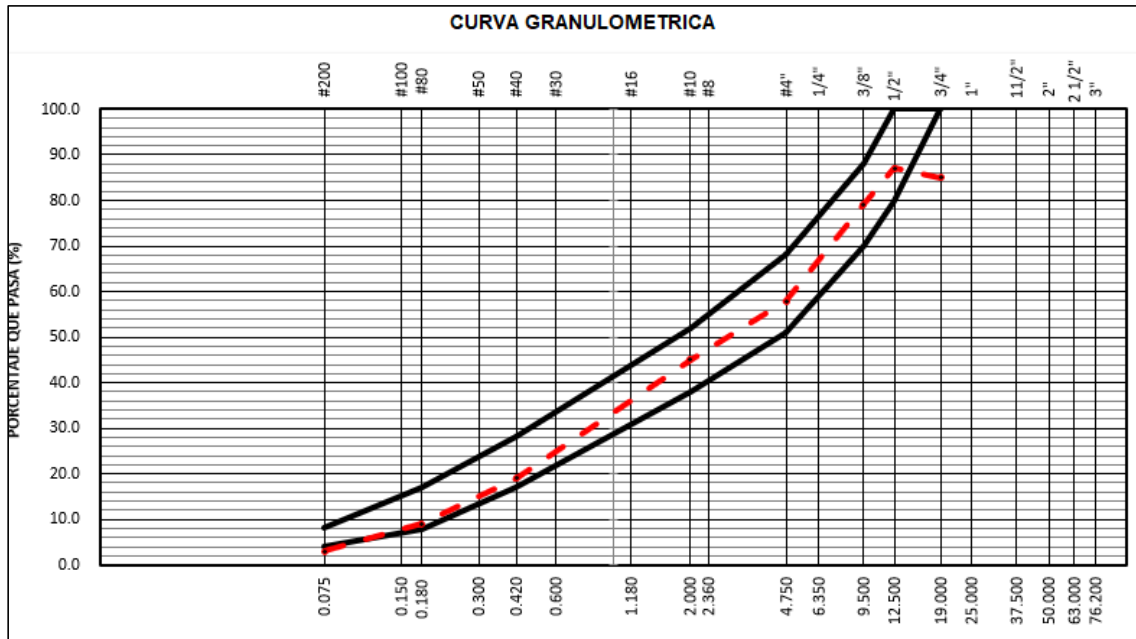
Cemento portland =1.0

Tabla 23: Análisis granulométrico

TAMIZ	ABERTURA	Peso	Porcentaje			ESPECIFICACIÓN MAC-2	
			Retenido	Acumulado	Pasante		
ASTM	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasante		
3"	76.200						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						
3/4"	19.000				85.0	100	100
1/2"	12.500	1032.2	12.9	12.9	87.1	80	100
3/8"	9.500	634.5	7.9	20.9	79.1	70	88
1/4"	6.350						
# 4	4.750	1695.2	21.2	42.1	57.9	51	68
# 8	2.360						
# 10	2.000	1034.9	13.0	55.0	45.0	38	52
# 16	1.180						
# 30	0.600						
# 40	0.420	2066.9	25.9	80.9	19.1	17	28
# 80	0.180	800.4	10.0	90.9	9.1	8	17
# 100	0.150						
# 200	0.075	487.4	6.1	97.0	3.0	4	8
>200		237.5	3.0	100.0			

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9: Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

Contenido óptimo de asfalto

Después de determinar los pesos de los agregados a usar, ahora se debe obtener el contenido óptimo de asfalto para la mezcla asfáltica.

La fórmula usada es la siguiente:

$$P = (0.035 \times a) + (0.045 \times b) + (k \times c) + f$$

En la cual:

P: contenido óptimo

a: agregado en el tamiz 2.36mm en porcentaje

b: agregado que pasa el tamiz 2.36mm y retenido en tamiz 75mm en porcentaje

c: agregado que pasa tamiz 75mm en porcentaje

K: en rango de C- 0.15 (11% a 15%), 0.18(6% a 1%) y 0.20 (menor a 5%)

F: en función a la absorción de los agregados (0%-2%)

Si no existen datos F puede tomar el valor de 0.7%

Asf. teórico	4.5	%
--------------	-----	---

Se realizará el ensayo de gravedad específica, con ello se hallará el contenido de cemento asfáltico según el ASTM D2041.

Tabla 24: Porcentajes de cemento asfáltico

MUESTRA N°	01	02	03	04
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8190.0	8190.0	8190.0	8190.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7720.0	7714.0	7708.0	7705.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8920.0	8915.0	8911.0	8905.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1200.0	1201.0	1203.0	1200.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	470.0	476.0	482.0	485.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.553	2.523	2.496	2.474
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00

Fuente: Elaboración propia

Lo obtenido anteriormente, nos sirve para hallar cual es el contenido óptimo de asfalto, para ello se harán 5 puntos de 4.5%, 5.0%, 5.5% y 6.0% en el ensayo Marshall.

Tabla 25: Agregados para el diseño de MAC convencional

Peso de la briqueta	1200			
% de Asfalto	4.5	5.0	5.5	6.0
Peso de asfalto	54.0	60.0	66.0	72.0
Peso de piedra	482.3	479.7	477.2	474.7
Peso de arena	652.3	648.9	645.4	642.0
Peso cemento portland	12.0	12.0	12.0	12.0

Fuente: Elaboración propia

El diseño se realizó a 150°C de temperatura a los agregados y el cemento asfáltico, en las cuales se preparó 3 briquetas para 4.5%, 5.0%, 5.5. % y 6.0% de C.A., la cual se compacto a 75 golpes, para luego realizar el peso específico, se debe realizar la rotura para obtener el flujo, la estabilidad, contenido de relleno mineral y % de vacíos.

Compactación de la mezcla asfáltica en caliente

- ✓ Para colocar la mezcla en el molde, este debe ser limpiado y colocada a una temperatura de 150°C por 30min.
- ✓ Se arma el molde, se coloca una hoja circular a medida del molde bañado en aceite, la mezcla será de 1200gr.

Imagen 8: Colocada de la mezcla al molde



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se sujeta el molde en un aro, se coloca el pedestal de compactación, se aplica 75 golpes en ambos lados de la mezcla.

Imagen 9: Compactación de 75 golpes



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se retira el molde, y se deja enfriar
- ✓ Se saca la briqueta compactada

Imagen 10: Briquetas compactadas



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se pesa la briqueta y se determina su espesor
- ✓ Se deja secar a temperatura 24hr.

Imagen 11: Briquetas secas a 24hr.



Fuente: Elaboración propia

Ensayo Marshall de briquetas compactadas

Para el método Marshall, de cada muestra se realiza los siguientes ensayos.

- ✓ Se realiza de peso específico bulk- a través del ensayo de estabilidad y flujo.
- ✓ La densidad y vacíos.

Ensayo de estabilidad y flujo en Marshall

El procedimiento es según los pasos siguientes:

- ✓ Se coloca las briquetas en el baño maría a 60°C durante 30min.

Imagen 12: Briquetas en el baño maría.



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se limpia con aceite las barras y el anillo de la maquina Marshall.
- ✓ Se coloca las briquetas en la carga Marshall, luego de ser secadas la superficie.

Imagen 13: Colocado de briqueta en el molde Marshall



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se centra la briqueta en la mordaza inferior. Ajustando al anillo superior y se coloca el flujómetro en la barra.

Imagen 14: Colocado del flujómetro



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se coloca la briqueta a velocidad de 2pulg/min hasta que se dé la rotura. Se anota la estabilidad y el flujo.

Imagen 15: Rotura de briqueta en maquina Marshall



Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: C.A. % según el ensayo Marshall

DATOS DE LAS PROPORCIONES				
% C.A.	4.5	5.0	5.5	6.0
P.U. BRIQUETA	2.357	2.372	2.388	2.384
VACIOS	7.7	6.0	4.4	3.6
V.M.A.	14.9	14.8	14.7	15.2
V.LLA	48.4	59.5	70.2	76.2
POLVO / ASF.	1.0	1.2	1.4	1.6
FLUJO	12.7	13.7	14.3	15.3
ESTABILIDAD	1595.0	1547.7	1404.3	1379

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar el porcentaje óptimo de asfalto, se le aplicara la tolerancia de +-2% a la mezcla patrón, el más cercano sería el 5.45, la cual cumple con la EG-2013.

Tabla 27: Porcentaje óptimo de cemento asfáltico

Parámetros de diseño	- 0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.25	5.45	5.65	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.381	2.386	2.389	
VACIOS %	5.1	4.6	4.2	3 - 5
V.M.A. %	14.8	14.7	14.7	14
V. L.L.C.A. %	63.6	67.3	71.1	
POLVO / ASFALTO %	1.3	1.3	1.4	0.6 - 1.3
FLUJO mm	14	14	15	8 - 14
ESTABILIDAD kN	1434.5	1409.3	1391.6	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	4099.0	3929.8	3788.8	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2.6		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		80		75
RESISTENCIA CONSERVADA %		80		80

Fuente: Elaboración propia

El ensayo con la adición de dióxido de titanio será de la misma manera, solo que será adicionado como filler, reemplazado al cemento portland. El titanio será introducido a la mezcla en 1%, 2% y 3%. Se realizó el diseño con 5.45 de cemento asfáltico.

Diseño de mezcla asfáltica en frío

Preparación de agregados Se determinó la granulometría del agregado a partir de los requisitos de graduación dados por el MTC. La graduación para mezclas asfálticas en frío elegida es MAF-2.

La combinación de los agregados son el resultado de la granulometría con gradación de que cumplan los requisitos del MTC, los datos se obtienen a través del Excel y las tablas.

Análisis granulométricos (ASTM C 136)

para esta mezcla asfáltica se realizó en frío, donde se emplearon distintos tipos de agregados y materiales.

Piedra chancada= 45%

Gravilla= 10%

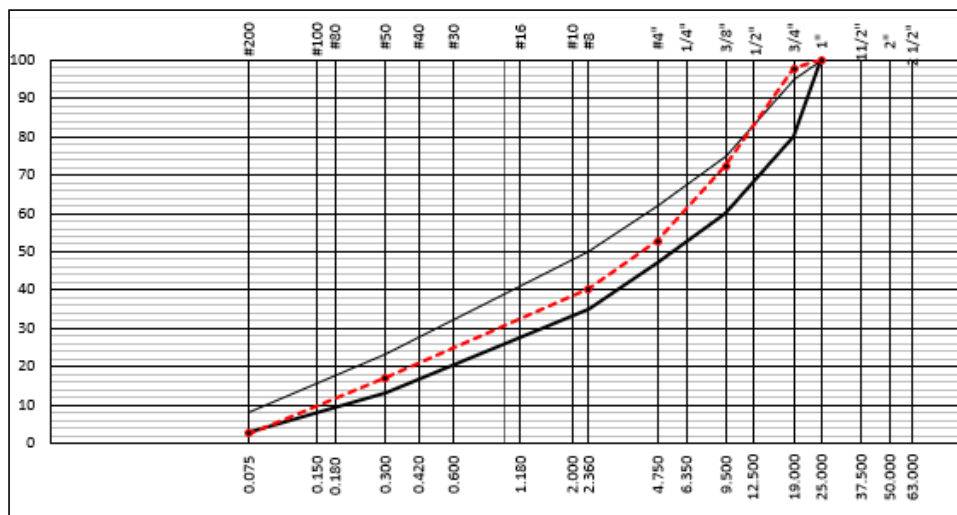
Arena zarandeada =45%

Tabla 28: Datos del análisis granulométrico

TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE			MDF - 2	
			Retenid.	Retenido	Acumul.		
3"	76.200						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000					100.0	100 100
3/4"	19.000	170.4	2.1	2.1	97.9	80	95
1/2"	12.500	1308.8	15.9	17.9	82.1		
3/8"	9.500	798.8	9.7	27.6	72.4	60	75
1/4"	6.350						
# 4	4.750	1615.6	19.6	47.2	52.8	47	62
# 8	2.360	1030.2	12.5	59.6	40.4	35	50
# 10	2.000						
# 16	1.180						
# 20	0.840						
# 30	0.600						
# 40	0.420						
# 50	0.300	1917.6	23.2	82.9	17.1	13	23
# 80	0.180						
# 100	0.150	744.2	9.0	91.9	8.1		
# 200	0.075	452.6	5.5	97.4	2.6	3	8
>200		218.8	2.6	100.0	0.0		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia.

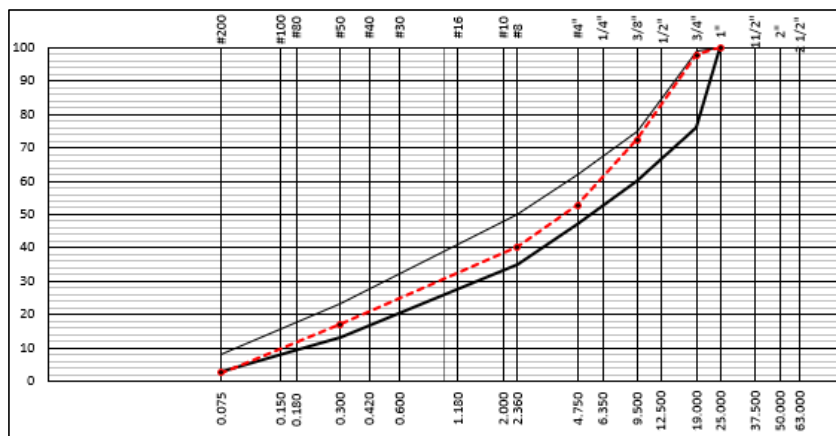
Se observa que no cumple con la gradación requerida, por ello se recurre a las tolerancias de los agregados para mezclas densas en frío.

Tabla 29: Tolerancia granulométrica de los agregados

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE % SOBRE EL PESO SECO DE LO AGREGADOS
4.75 mm (N° 4) y mayores	+/- 4%
2.36 mm (N° 8)	+/- 3%
300um (N° 50)	+/- 3%
75um (N° 200)	+/- 1%

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales de construcción, 2013.

Gráfico 11: Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

Determinar el contenido óptimo de asfalto

Luego de determinar la proporción de los agregados para el diseño, es necesario determinar el contenido óptimo del asfalto para la mezcla asfáltica.

Los pasos con los siguientes:

$$P = ((0.05 \times A) + (0.10 \times B) + (0.50 \times C)) \times 0.7$$

Donde:

P: peso del asfalto con emulsión en porcentajes

A: agregado que retiene el tamiz 2.36mm en porcentajes

B: agregado que pasa el tamiz 2.36mm y retiene el 75mm en porcentaje

C: agregado que pasa el tamiz 75mm en porcentaje

Asf. teórico	2.5	%
--------------	-----	---

Por cada contenido de asfalto que varía den 0,5% cada uno, se preparan 3 briquetas y posteriormente hallada el óptimo se coloca +-2 por encima y debajo del óptimo.

Humedad por compactación

Este ensayo se realiza la curva en relación curva/contenido de agua, esta compactación se tomó como asfalto residual 3.5% y 3.0% de agua, se elabora 4 briquetas cada una de 1100g, con ello se buscará la evaporación de agua, con esto se obtendrá el óptimo de humedad en la mezcla.

Tabla 30: Componentes de la mezcla

Tipo de emulsion	CSS-1HP
Residuo asfaltico de la emulsion (%)	60.0
Peso del agregado seco (g)	1100
Cemento Portland (%)	0.5
Cemento Portland (g)	5.5
Porcentaje teorico del asf. Res. (%)	3.5
Peso del asf. Res. Teorico (g)	39.0
Porcentaje teorico de la emulsion (%)	5.9
Peso de la emulsion teorico (g)	65.1
Porcentaje de agua en la emulsion (g)	2.4
Peso del agua en la esmulsion (g)	26.0

Fuente: Elaboración propia

La elaboración de la muestra fueron el mismo contenido de asfalto (3.5%), se ventilo para la perdida de contenido de humedad de la mezcla.

Tabla 31: Contenido de agua en la mezcla

Humedad de la mezcla (%)	Humedad a compactar (%)	Agua a ser eliminada	
		%	g
5.7	5.7	0.0	-0.4
5.7	4.7	1.0	11.0
5.7	3.7	2.0	22.4
5.7	2.7	3.0	33.8

Fuente: Elaboración propia

Imagen 16: Mezcla asfáltica en frío, pérdida de humedad



Fuente: Elaboración propia

estas muestras se curaron en 24 horas a temperatura ambiente de 22°C y se realizó el ensayo estabilidad Marshall.

Imagen 17: Rotura de briquetas en maquina Marshall a 24hr.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Resultado agua de compactación

Agua de pre-mezcla (%)	3.0
Agua de compactación (%)	4.5

Fuente: Elaboración propia

Teniendo el resultado del óptimo de humedad se diseña las briquetas, con la adición de emulsión a los agregados, con el contenido de residuo asfáltico de 2.5%, 3.5%, 4.5. y 5.5%, a una temperatura de 22°C y con el agua de compactación de 4.5%.

Compactación de la mezcla asfáltica en frío

- ✓ Se limpie el piso de compactación con kerosene
- ✓ Se arma el molde y se coloca hojas circulares de medida del molde, se coloca la mezcla de 1200gr la cual se empareja adecuadamente.
- ✓ Se ajusta el molde en un aro, se coloca el pisón y se aplica 75 golpes en ambos lados.
- ✓ Se retira el molde compactado
- ✓ Se pesa y se mide su espesor.
- ✓ Se coloca el molde sobre la superficie y se ventila por 72 hrs.

El ensayo Marshall para determinar la estabilidad y el flujo.

- ✓ Se coloca las briquetas en la maquina Rice por 15min. Y se posteriormente se pesa, para determinar el porcentaje de vacíos.

Imagen 18: Briqueta en la maquina Rice



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se coloca las briquetas en el aparato Marshall
- ✓ Se colocará las briquetas en el anillo del aparato, se pone en posición y se centra a el mecanismo de carga y se coloca el flujómetro.

Imagen 19: Colocado del flujómetro



Fuente: Elaboración propia

- ✓ se coloca y se pone la aguja en cero.
- ✓ guía marcada y se lleva su aguja a cero.
- ✓ La carga será aplicada a la briqueta en una velocidad de 2pulg/min hasta la rotura.

Imagen 20: Rotura de briqueta



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se coloca halla los datos de flujo y estabilidad.

Tabla 33: Resumen de los resultados del ensayo Marshall

% CA. RESIDUAL	2.5	3.5	4.5	5.5
DENSIDAD SECA BULK	2.063	2.076	2.087	2.081
% VACÍOS TOTALES	22.2	20.5	18.8	17.8
HUMEDAD ABSORV.	5.7	4.2	3.8	2.7
CAMBIO ESTABILIDAD	10.9	8.5	5.4	5.3
ESTABILIDAD SECA	1299	1263	1106	1037
ESTABILIDAD HÚMEDA	1157	1155	1046	983
ESTABILIDAD RETENIDA (%)	89	91	95	95

Fuente: Elaboración propia

El diseño de mezcla asfáltica con adición de dióxido de titanio, se realizará el mismo paso que el convencional, se trabajará con el óptimo de 4.8 de residuo asfáltico y 4.5 de agua de compactación, el dióxido de titanio se agrega en 1%, 2% y 3%, será adicionado como filler reemplazado al cemento portland.

Ensayo de degradación de rodamina B

Este ensayo se realiza para medir la propiedad fotocatalítica de la mezcla, se realizó el ensayo a 24 briquetas de mezcla asfáltica en caliente convencional, 9 briquetas de mezcla asfáltica en caliente, divididos en 3 briquetas para cada adición de TiO₂ en 1%, 2% y 3%; 3 briquetas de mezcla densa en frío convencional, 9 briquetas de mezcla asfáltica en frío, divididos en 3 briquetas para cada adición de TiO₂ en 1%, 2% y 3%. Se expuso a luz UV-A en tiempos 0h, 4h y 26h, en la cual en cada muestra se manchó superficialmente en el centro de las briquetas de Rodamina B diluido en 0.15g/l de agua destilada.

La acción fotocatalítica fue medida en referente a la decoloración de la rodamina B, se midió la decoloración a través del espectrómetro en escala CIELAB, la cual será determinada su acción fotocatalítica según la norma UNI 11259 como referencia, ya que no existe una normativa de este tipo de ensayo para mezcla asfáltica.

El R₄ y R₂₆ se medirá con la siguiente formulas:

$$R_4 = \frac{a^*(0h) - a^*(4h)}{a^*(0h)} \times 100 \quad R_{26} = \frac{a^*(0h) - a^*(26h)}{a^*(0h)} \times 100$$

La mezcla asfáltica será fotocatalítica se cumple con los siguientes requerimientos.

R₄>20%

R₂₆>50%

Imagen 21: Colocado de Rodamina B en la superficie de las briquetas



Fuente: Elaboración propia

Imagen 22: Briquetas con Rodamina B



Fuente: Elaboración propia

Imagen 23: Briquetas con rodamina B, expuesta a lámpara UV



Fuente: Elaboración propia

Imagen 24: Briquetas con rodamina degradada



Fuente: Elaboración propia

2.6. Métodos de análisis de datos

Plan de procesamiento de la información

- ✓ Revisión práctica y puntualizada de la investigación conseguida
- ✓ Representación gráfica de los resultados
- ✓ Tabulaciones de datos conforme a las variables de hipótesis, administración de la información

Plan de análisis

Analizar e interpretar los resultados obtenidos, con referencias a los objetivos e hipótesis

Verificar las hipótesis

Determinar las conclusiones y recomendaciones, referente a los resultados.

2.7. Aspectos éticos

Con respecto al aspecto ético, el presente investigador asume la responsabilidad y obligación de presentar con legitimidad y confiabilidad, los resultados que se obtendrán; garantizando la autenticidad y originalidad del desarrollo y recopilación de la información sin la existencia de una investigación similar.

Se trabajará con responsabilidad social y ética, los resultados obtenidos serán veraces, respetando los pensamientos políticos o morales, respeto por el medio ambiente y sobre todo el respeto a la propiedad intelectual.

- ✓ Serán debidamente citadas toda aquella información obtenida con referente al tema de investigación, estas estarán referidas a la ISO 690 debido a que es una investigación de ingeniería.
- ✓ Para garantizar la autenticidad del proyecto de investigación los datos que se obtendrán en campo serán adecuadamente realizados con la mayor responsabilidad y la honestidad que amerita.

III. RESULTADOS

Para el diseño de mezclas asfálticas, es importante evaluar los agregados pétreos, debido a que estos deben cumplir los requisitos de calidad especificados por el MTC, la cual garantizaran su optimo comportamiento.

a. Ensayos de calidad realizados a los agregados pétreos

Ensayos de calidad agregado fino

Análisis granulométrico (ASTM C33)

Para el análisis granulométrico del agregado fino(arena), tiene como objetivo el de clasificar por tamaño de las partículas del agregado, se tiene los siguientes resultados:

Tabla 34: Análisis granulométrico

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm					100.00	100.00
# 4	4.75 mm			0.00	100.00	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	86.9	10.92	10.92	89.08	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	179.0	22.49	33.41	66.59	50.00	85.00
# 30	600 µm	228.7	28.73	62.14	37.86	25.00	60.00
# 50	300 µm	159.2	20.00	82.15	17.85	5.00	30.00
# 100	150 µm	86.5	10.87	93.01	6.99	0.00	10.00
Fondo	-	55.6	6.99	100.00	0.00	-	-
						MF	2.82
						TMN	NA

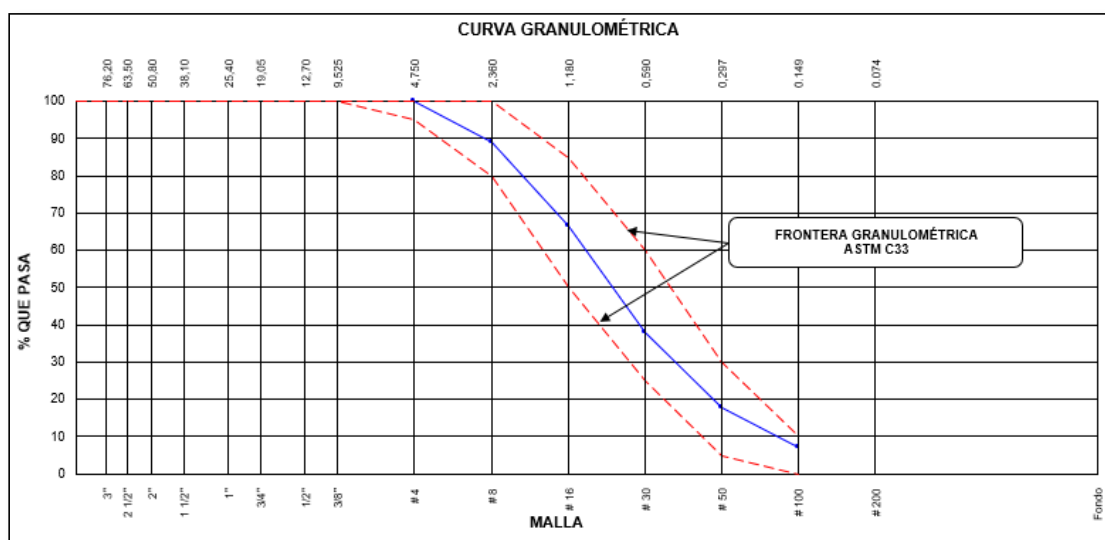
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 35: Análisis granulométrico MAC

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25 mm (1")	100	-	-
19 mm (3/4")	80	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 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	05 -8	05 -10

Fuente: MTC

Imagen 25: Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

Luego observando los resultados y comparándolos con las especificaciones del MAC 2, se puede resaltar que cumple con la gradación de la norma **MAC - 2**.

Equivalente de arena (MTC E 114)

este ensayo tiene como finalidad el de obtener cuanto es el porcentaje de arena que tiene el agregado, y si se encuentran dentro de las especificaciones del MTC para diseñar una mezcla asfáltica.

Tabla 36: Resultado de equivalente de arena

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		
		1	2	3
1	Muestra N°	1	2	3
2	Hora de Entrada	15:18	15:20	15:22
3	Hora de Salida	15:28	15:30	15:32
4	Hora de Entrada	15:30	15:32	15:34
5	Hora de Salida	15:50	15:52	15:54
6	Altura Máxima de Material Fino (Pulgadas)	3.48	3.50	3.46
7	Altura Máxima de la Arena (Pulgadas)	4.80	4.90	4.90
8	Equivalente de Arena (%)	72.5	71.4	70.6
9	Equivalente de Arena Promedio (%)	72.0		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37: Parámetro equivalente de arena MTC

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm)	
		≤ 3000	> 3000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70

Fuente: Manual de carretera (especificaciones técnicas generales de construcción EG. 2013)

Conforme a los resultados obtenidos en el ensayo de equivalente de arena, se obtiene un 72%, la cual cumple con los parámetros especificados en el MTC.

Ensayo angularidad de agregado fino (MTC E 222)

Tabla 38: Resultado del ensayo angularidad de agregado fino

ENSAYO	Nº	1	2	3	ESPECIFICACIÓN
Peso del Agregado Fino + Molde	gr.	5185	5210	5225	FÓRMULA: $v \cdot \frac{w}{G_{sb}} \times 100$
Peso del Molde	gr.	4199	4199	4199	
Peso del Agregado Fino	(w)	986	1011	1026	
Volumen del Cilindro	(v)	937	937	937	
Gravedad Específica de Agregado Fino	G _{sb}	2.60	2.60	2.60	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	59.5	58.5	57.9	Mín.40
PROMEDIO	%	58.6			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39: Parámetro angularidad de agregado fino (MTC)

ENSAYOS	NORMA	Requerimiento altitud (msnm)	
		<3.000	>3.000
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales de construcción EG, 2013.

Realizando la comparación entre los resultados y el parámetro, si cumple con los especificado ya que el mínimo es 30% y se obtuvo un 58.6%.

Ensayo azul de Metileno (AASHTO TP 57)

Tabla 40: Resultado azul de metileno

ENSAYO	Nº	1	2	ESPECIFICACIÓN
Cantidad de solución	g	14.1	14.2	FÓRMULA:
Peso del material fino	g	5.213	5.168	$AM = C_{sol} / P_{finos}$
VALOR AZUL DE METILENO	mg/g	2.7	2.7	
PROMEDIO	mg/g	2.7		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Parámetro azul de metileno (AASHTO T330)

ENSAYOS	NORMA	Requerimiento altitud (msnm)	
		≤ 3.000	>3.000
Azul de Metileno	AASHTO T330	8 máx.	8 máx.

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales de construcción EG, 2013.

Luego de realizar la comparación necesaria entre el resultado y las especificaciones, se determina que cumple con el parámetro necesario, ya que el requerimiento es de 8mg/g máx., y se tiene 2.7 mg/g.

Ensayo índice de Plasticidad (MTC E 111)

Tabla 42: Material pasante (malla N° 40)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro. de Recipiente		NP	NP
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g		
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	g		
Nº De Golpes			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Resultado de índice de plasticidad (malla N° 40)

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
		15.0	NP

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Material pasante (malla N° 200)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
Nro. de Recipiente		NP	NP
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g		
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	g		
N° De Golpes			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Resultado índice de plasticidad (malla N° 200)

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
		15.0	NP

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Requerimiento de índice de plasticidad (MTC E 111)

ENSAYOS	NORMA	Requerimiento altitud (msnm)	
		≤ 3.000	>3.000
Índice de plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	NP	NP
Índice de plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	4 máx.	NP

Fuente: Manual de carretera, especificaciones técnicas de construcción EG, 2013.

Como resultado se obtuvo que el índice de plasticidad en la malla N° 40 es no plástico y en la malla N° 200 es no plástico, con ello cumpliendo con las especificaciones del MTC.

Ensayo durabilidad (sulfato de magnesio) MTC E 209

Tabla 47: Resultado de ensayo de durabilidad

TAMICES		% RETENIDO	PESO INICIAL g	PESO FINAL g	DIFERENCIA	%PERD.	% PERD. CORREGIDO
PASA	RETIENE						
N°30	N°50	20.00	100	82.6	17.4	17.4	3.48
N°16	N°30	28.73	100	84.9	15.1	15.1	4.34
N°8	N°16	22.49	100	79.2	20.8	20.8	4.68
N°4	N°8	10.92	100	75.3	24.7	24.7	2.70
% PÉRDIDA							15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Parámetro de ensayo de durabilidad (al sulfato de magnesio)

ENSAYOS	NORMA	Requerimiento altitud (msnm)	
		≤ 3.000	>3.000
Durabilidad (sulfato de magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.

Fuente: Manual de carretera, especificaciones técnicas de construcción EG, 2013

Luego de realizar la comparación del resultado y los parámetros de las especificaciones del MTC, resulta cumplir con estas especificaciones ya que tiene un 15% y el MTC E 209 el máximo es de 18%.

Índice de durabilidad (MTC E 214)

Tabla 48: Resultado de ensayo de índice de durabilidad

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
	1	2	Promedio
N° DE ENSAYO			
Hora de entrada a saturación	07:55	08:30	
Hora de salida de saturación (mas 10')	08:05	08:40	
Hora de entrada a decantación	08:11	08:46	
Hora de salida de decantación (mas 20')	08:31	09:06	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")	8.40	8.40	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")	5.50	5.50	
Índice de Durabilidad (Df = H.arena/H.arcilla*100)	65.5	65.5	65.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49: Parámetro de ensayo índice de durabilidad

ensayos	norma	requerimiento altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3000	> 3000
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.

Fuente: Manual de carretera, especificaciones técnicas generales de construcción EG, 2013.

Realizando la comparación de los resultados del ensayo 65.5%, con referente al parámetro especificado de un 35% mín., esta cumple con la norma del MTC.

Ensayo sales solubles (MTC E 219)

Tabla 50: Resultado del ensayo sales solubles totales

Identificación muestra	01	02	03
a.- Peso muestra en solución + vaso pírrex, g	104.32	127.66	112.51
b.- Peso vaso pírrex, g	20.18	38.59	20.11
c.- Peso muestra en solución, g	84.14	89.07	92.40
d.- Peso de la muestra evaporada + vaso pírrex, g	20.290	38.710	20.220
e.- Peso de la muestra evaporada, g	0.110	0.120	0.110
Sales Solubles, %	0.1307	0.1347	0.1190
Promedio %	0.128		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Parámetro sales solubles totales (MTC)

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (m.s.n.m.)	
		≤3000	>3000
Sales Solubles totales	MTC E 219	0.5% máx	0.5% máx.

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales de construcción EG, 2013.

Realizando el análisis de resultado, se determina que lo obtenido en el ensayo cumple con lo especificado en el MTC ya que el máximo es de 0.5% y se obtuvo en sales solubles el 0.128%.

Ensayo peso específico y absorción (MTC E 205)

Tabla 52: Resultado del ensayo absorción

	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0	500.0	
B	Peso Frasco + agua	650.1	650.9	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	961.6	960.7	
D	Peso del Mat. Seco	492.7	492.5	
	Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = $D/(B+A-C)$	2.61	2.59	2.60
	Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = $A/(B+A-C)$	2.65	2.63	2.64
	Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = $D/(B+D-C)$	2.72	2.70	2.71
	% Absorción = $100*((A-D)/D)$	1.5	1.5	1.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Parámetro del ensayo de absorción (MTC)

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (m.s.n.m.)	
		≤3000	>3000
Absorción	MTC E 205	0.5% máx	0.5% máx.

Fuente: Manual de carretera, especificaciones técnicas generales de construcción EG, 2013

Ensayo material que pasa Malla N° 200

Tabla 54: Resultados del ensayo Malla N°200

PESO INICIAL SECO g	1233.1
PESO LAVADO SECO g	1193.6
% FINOS < TAMIZ N° 200	3.2%

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un cuadro de resumen de los resultados de los ensayos del agregado fino, la cual cumplen con las especificaciones del MTC.

Tabla 55: Resumen de ensayos de calidad realizados al agregado fino

ENSAYO	NORMA	ESPECIFICACION	RESULTADOS
Equivalente Arena	MTC E 114	60	72%
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	58.6%
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 max.	2.7
Indice de plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 209	-	15%
Indice de durabilidad	MTC E 214	35min	65.5
Indice de plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	4max.	NP
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5%max.	0.128

Fuente: Elaboración propia

Ensayos de calidad agregado grueso- piedra chancada huso #67 y huso#89

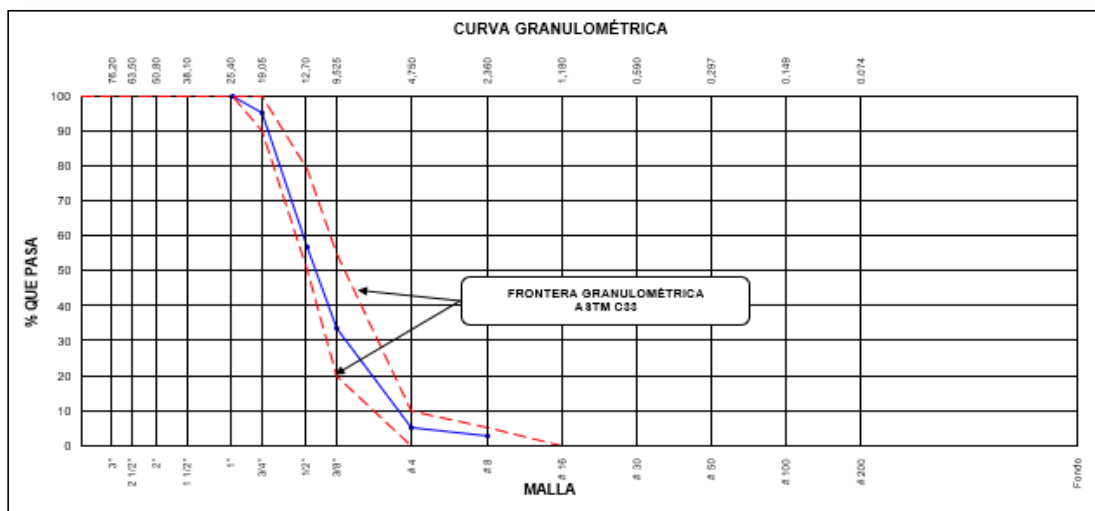
Análisis granulométrico (ASTM C136)

tabla 56: Resultado del análisis granulométrico -piedra chancada huso #67

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 67							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00	100.00
3/4"	19.00 mm	268.0	4.98	4.98	95.02	90.00	100.00
1/2"	12.50 mm	2058.8	38.22	43.20	56.80	50.00	79.00
3/8"	9.50 mm	1245.8	23.13	66.33	33.67	20.00	55.00
# 4	4.75 mm	1542.0	28.63	94.96	5.04	0.00	10.00
# 8	2.36 mm	128.3	2.34	97.30	2.70	0.00	5.00
# 16	1.18 mm					0.00	0.00
# 30	600 µm					0.00	0.00
# 50	300 µm					0.00	0.00
# 100	150 µm					0.00	0.00
Fondo	-	145.3	2.70	100.00	0.00	-	-
						MF	7.07
						TMN	1/2"

Fuente: Elaboración propia

Imagen 26: Curva granulométrica -piedra chancada huso #67



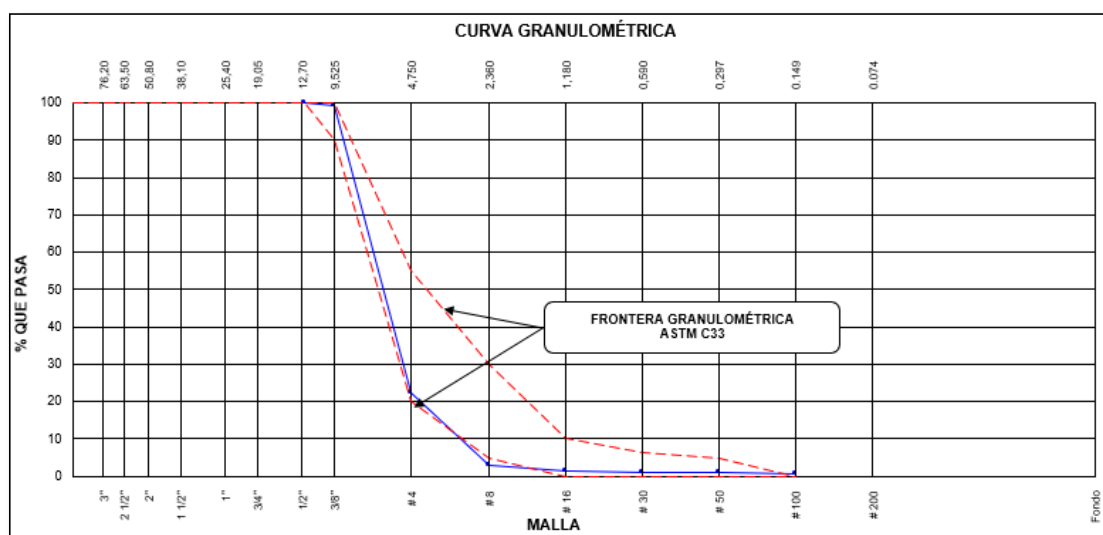
Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Resultado de análisis granulométrico- piedra chancada huso #89

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 89						
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00
1/2"	12.50 mm			100.00	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	13.4	0.83	99.17	90.00	100.00
# 4	4.75 mm	1243.5	76.94	77.77	20.00	55.00
# 8	2.36 mm	313.6	19.40	97.18	5.00	30.00
# 16	1.18 mm	23.9	1.48	98.66	1.34	10.00
# 30	600 µm	4.1	0.25	98.91	1.09	6.50
# 50	300 µm	1.9	0.12	99.03	0.97	5.00
# 100	150 µm	4.1	0.25	99.28	0.72	0.00
Fondo	-	11.6	0.72	97.90	2.10	-
					MF	5.72
					TMN	3/8"

Fuente: Elaboración propia

Imagen 27: Curva granulométrica -piedra chancada huso #89



Fuente: Elaboración propia

Según la tabla de resultados del análisis granulométrico, el agregado grueso de piedra chancada huso #67 y huso #89 cumple con la norma MAC, para el diseño de mezcla asfáltica.

Ensayo de durabilidad (al sulfato de magnesio) (MTC E 209)

Tabla 58: Resultado de Ensayo durabilidad al sulfato de magnesio- piedra chancada huso #89

TAMICES		PÉRDIDA DE PESO EN PORCENTAJE
PASA	RETENIDO	
2 1/2"	1 1/2"	0.00 %
1 1/2"	3/4 "	0.00 %
3/4 "	3/8"	0.00 %
3/8"	N° 4	5.53 %
TOTAL		6 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Parámetros de ensayo durabilidad (al sulfato de magnesio) (MTC E 209)

ENSAYOS	NORMA	Requerimiento altitud (mm)	
		≤ 3.000	>3.000
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales de construcción, 2013.

Según los datos obtenidos en el ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio, se determina que esta cumple con las especificaciones del MTC. Ya que la piedra chancada huso #67 tiene un 10% y la piedra chancada de huso #89 tiene el 6%, por otro lado, las especificaciones requieren 18% máx.

Ensayo Abrasión los Ángeles (MTC E 207)

Tabla 60: Resultado de ensayo abrasión los ángeles- piedra chancada huso #67

PI	P100	P400	U	ABRASION	DETALLE	RESULTADO
10001.8	9432	8229	0.32	18	Uniformidad	0.32
					Abrasión	18%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61: Resultado de ensayo abrasión los ángeles – piedra chancada huso #89

PI	P100	P400	U	ABRASION	DETALLE	RESULTADO
10005.6	9489.4	8597.3	0.37	14	Uniformidad	0.37
					Abrasión	14%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Parámetro de ensayo abrasión los ángeles (MTC)

ENSAYOS	NORMA	Requerimiento altitud (msmm)	
		≤ 3.000	>3.000
Abrasion los Angeles	MTC E 207	40% máx.	55% máx.

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales de construcción EG, 2013.

Los resultados obtenidos en el ensayo de abrasión los ángeles son de 18% en piedra chancada de huso #67 y 14% en piedra chancada de huso #89, la cual garantiza que cumplen las especificaciones del MTC, ya que el máximo es 40%.

Ensayo de adherencia (MTC E 517)

Mezcla asfáltica- Diseño

Betumen-aditivo:

- ✓ Contenido óptimo de cemento asfáltico PEN 60/70 = 5.40%
- ✓ Aditivo mejorador de adherencia-Ar Red Radicote =0.5%

Agregados pétreos (proporciones):

- ✓ Agregado grueso (piedra chancada T_{máx.} ¾) = 100.0%

Tabla 63: Resultado del ensayo de adherencia -piedra chancada huso #67

Descripción - ensayo	Resultado
Recubrimiento, %	100.0
Desprendimiento, % retenido	+ 95.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64: Resultado del ensayo de adherencia -piedra chancada huso #89

Descripción - ensayo	Resultado
Recubrimiento, %	100.0
Desprendimiento, % retenido	+ 95.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65: Parámetro del ensayo de adherencia (MTC)

ENSAYOS	NORMA	Requerimiento altitud (msnm)	
		≤ 3.000	>3.000
Adhrencia	MTC E 517	+95	+95

Fuente: Manual de carretera, especificaciones técnicas generales de construcción EG, 2013.

Ensayo índice de durabilidad MTC E 214

tabla 66: Ensayo índice de durabilidad- piedra chancada huso #67

TAMAÑOS DE MALLAS			Muestra	Agitación Muestra	Contenido de
PASA	RETENIDO	PESO (g)	Peso (g)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)
3/4"	1/2"	1070+/-10	1072		
1/2"	3/8"	570+/-10	574		
3/8"	Nº 4	910+/-5	908	10'	1000.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67: Resultado del ensayo índice de durabilidad – piedra chancada huso #67

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
	1	2	Promedio
Nº DE ENSAYO			
Hora de entrada a decantación	10:25	10:55	
Hora de salida de decantación (mas 20')	10:45	11:15	
Altura máxima de material fino (0.1")	4.80	4.50	
Indice de Durabilidad (De la tabla)	43.0	45.0	44.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68: Ensayo índice de durabilidad – piedra chancada huso #89

TAMAÑOS DE MALLAS			Muestra	Agitación Muestra	Contenido de
PASA	RETENIDO	PESO (g)	Peso (g)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)
3/4"	1/2"	1070+/-10	1068		
1/2"	3/8"	570+/-10	570		
3/8"	Nº 4	910+/-5	911	10'	1000.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69: Resultado del ensayo índice de durabilidad – piedra chancada huso #89

DESCRIPCION	IDENTIFICACION			
	Nº DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a decantación		10:25	10:55	
Hora de salida de decantación (mas 20')		10:45	11:15	
Altura máxima de material fino (0.1")		4.70	4.60	
Indice de Durabilidad (De la tabla)		44.0	46.0	45.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70: Parámetro ensayo índice de durabilidad (MTC)

ensayos	norma	requerimiento altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3000	> 3000
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.

Fuente: Manual de carretera, especificaciones técnicas generales de construcción EG, 2013.

Con respecto al índice de durabilidad en piedra chancada huso #67 y # 89 respectivamente es 44% y 45%, y el que requiera las especificaciones es mino 35%.

Ensayo partículas chatas y alargadas (ASTM 4791)

Tabla 71: Resultado del ensayo partículas chatas y alargadas

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		PESO DE PARTICULAS	CHATAS y ALARGADAS (5:1)		
		PESO RET. GRAD. ORIG.	(%) RET.		PESO	(%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	412.4	9.96	128.3	4.2	3.27	0.33
3/4"	19.000	771.2	18.62	212.4	4.6	2.17	0.40
1/2"	12.700	602.6	14.55	198.3	3.9	1.97	0.29
3/8"	9.500	927.3	22.39				
Nº 4	4.750	1427.3	34.47				
PESO TOTAL DE LA MUESTRA:		4140.7	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)			1.02	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72: Requerimiento del ensayo partículas chatas y alargadas (MTC)

ensayos	norma	requerimiento altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3000	> 3000
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales en construcción EG, 2013.

Con respecto a los resultados obtenidos en el ensayo de partículas chatas y alargadas es de 1.02%, cumpliendo con las especificaciones, ya que esta requiere como máximo 10%.

Ensayo caras fracturadas (MTC E 210)

Tabla 73: Resultado del ensayo caras fracturadas de una cara

A- CON UNA CARA FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Retenido	C*D
1 1/2"	1"	2000.0	1984.0	99.2	9.2	912.6
1"	3/4"	1500.0	1497.2	99.8	5.1	509.0
3/4"	1/2"	1200.0	1198.6	99.9	8.6	859.0
1/2"	3/8"	300.0	299.1	99.7	19.3	1,924.2
TOTAL		5000.0	4978.9			
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA				$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{4205}{42.20}$		99.6 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74: Resultado del ensayo caras fracturadas de dos caras

B- CON DOS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Retenido	C*D
1 1/2"	1"	2000.0	1978.6	98.9	9.2	910.2
1"	3/4"	1500.0	1364.9	91.0	5.1	464.1
3/4"	1/2"	1200.0	1162.4	96.9	8.6	833.1
1/2"	3/8"	300.0	264.9	88.3	19.3	1,704.2
TOTAL		5000.0	4770.8			
PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS				$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{3911}{42.20}$		92.7 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75: Parámetro del ensayo cara fracturada (MTC)

ENSAYOS	NORMA	Requerimiento altitud (msnm)	
		≤ 3.000	>3.000
Caras Fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales de construcción EG, 2013.

Ensayo sales solubles totales (MTC E219)

Tabla 76: Resultado de ensayo sales solubles totales -piedra chancada huso #67

Identificación muestra	04	05	06
a.- Peso muestra en solución + vaso pírrex, g	114.32	116.41	119.37
b.- Peso vaso pírrex, g	25.64	28.16	21.37
c.- Peso muestra en solución, g	88.68	88.25	98.00
d.- Peso de la muestra evaporada + vaso pírrex, g	25.723	28.247	21.461
e.- Peso de la muestra evaporada, g	0.083	0.087	0.091
Sales Solubles, %	0.0936	0.0986	0.0929
Promedio %	0.095		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77: Resultado de ensayo sales solubles totales- piedra chancada huso #89

Identificación muestra	07	08	09
a.- Peso muestra en solución + vaso pírrex, g	115.60	117.21	116.37
b.- Peso vaso pírrex, g	26.84	25.94	25.12
c.- Peso muestra en solución, g	88.76	91.27	91.25
d.- Peso de la muestra evaporada + vaso pírrex, g	26.923	26.026	25.206
e.- Peso de la muestra evaporada, g	0.083	0.086	0.086
Sales Solubles, %	0.0935	0.0942	0.0942
Promedio %	0.094		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78: Parámetro de ensayo sales solubles totales (MTC)

ENSAYOS	NORMA	Requerimiento altitud (msnm)	
		≤ 3.000	>3.000
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5 % máx.	0.5 % máx.

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales de construcción EG, 2013.

Con respecto a sales soluble totales el MTC requiere como un máximo de 0.5%, los resultados obtenidos cumplen la especificación ya que son de 0.095% y 0.095% respectivamente en referente a piedra chancada de huso #67 y #89.

Ensayo gravedad específica y Absorción (MTC E 206)

Tabla 79: Resultados ensayo de Absorción – piedra chancada huso #67

DATOS	A	B	
Peso de la muestra sss	2883.2	2869.9	
Peso de la muestra sss sumergida	1821.1	1814.4	
Peso de la muestra secada al horno	2863.2	2850.0	
RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.696	2.700	2.698
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.715	2.719	2.717
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.748	2.752	2.750
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.7	0.7	0.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 80: Resultado ensayo de Absorción – piedra chancada huso #89

DATOS	A	B	
Peso de la muestra sss	2569.1	2687.4	
Peso de la muestra sss sumergida	1623.1	1700.1	
Peso de la muestra secada al horno	2548.7	2668.7	
RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.694	2.703	2.699
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.716	2.722	2.719
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.754	2.755	2.754
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.8	0.7	0.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 81: Parámetro ensayo de Absorción (MTC)

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3000	> 3000
Absorción	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales de construcción EG, 2013.

Para el diseño de mezcla asfáltica, el MTC requiere 1.0 % máx. en absorción, en los resultados obtenidos de piedra chancada de huso #67 y huso #89 es de 0.7% y 0.8% respectivamente, cumpliendo con los especificado en el parámetro.

Ensayo material que pasa Malla N°200 (ASTM C136)

Tabla 82: Resultado ensayo material que pasa malla N° 200- Piedra chancada huso #67

PESO INICIAL SECO g	1233.1
PESO LAVADO SECO g	1193.6
% FINOS < TAMIZ N° 200	3.2%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 83: Resultado ensayo material que pasa malla N° 200 – piedra chancada huso #89

PESO INICIAL SECO g	1364.5
PESO LAVADO SECO g	1358.6
% FINOS < TAMIZ N° 200	0.4%

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un cuadro de resultados de calidad de los agregados grueso, la cual cumple con las especificaciones del MTC.

Tabla 84: resumen de los resultados de los ensayos de calidad para el agregado grueso

ENSAYO	NORMA	ESPECIFICACION	RESULTADOS (huso #67)	RESULTADOS (huso #89)
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 209	18% máx.	10%	6%
Abrasión los Angeles	MTC E 207	40% máx.	18%	14%
Adherencia	MTC E 517	+95	+95	+95
Indice de durabilidad	MTC E 214	35% min.	44%	45%
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	1.02%	-
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	99.6/92.7	-
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5 %max.	0.095%	0.094%
Absorción	MTC E 206	1,0%max.	0.7%	0.8%

Fuente: Elaboración propia

b. Diseño de mezcla asfáltica en caliente

Diseño de mezcla asfáltica en caliente convencional

El diseño de realizo, con diversos porcentajes de cemento asfáltico, y se análisis mediante el ensayo Marshall, según las especificaciones del MTC EG-2013, con agregados que cumplen el MAC-2, se usó el cemento asfáltico de tipo 60/70, a temperatura de 150°C.

Análisis granulométrico (ASTMC136)

Para esta mezcla asfáltica se realizó en caliente, donde se emplearon distintos tipos de agregados y materiales:

Arena zarandeada= 49%

Grava triturada =35%

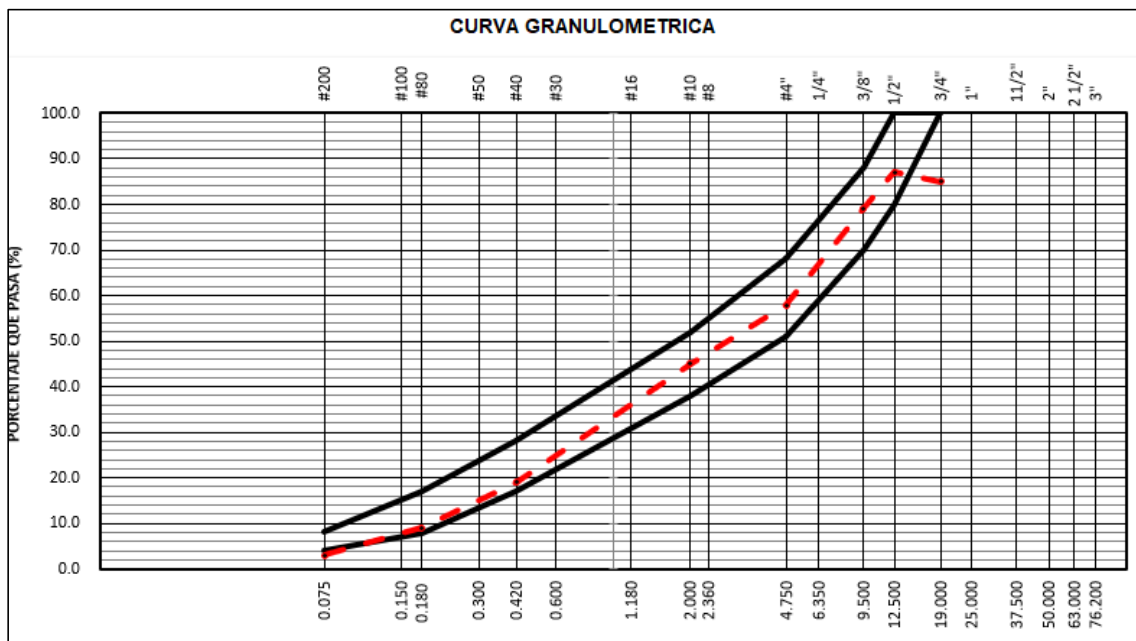
Cemento portland =1.0

Tabla 85: Resultado de análisis granulométrico

TAMIZ	ABERTURA	Peso	Porcentaje			ESPECIFICACIÓN MAC-2	
			Retenido	Acumulado	Pasante		
ASTM	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasante		
3"	76.200						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						
3/4"	19.000				85.0	100	100
1/2"	12.500	1032.2	12.9	12.9	87.1	80	100
3/8"	9.500	634.5	7.9	20.9	79.1	70	88
1/4"	6.350						
# 4	4.750	1695.2	21.2	42.1	57.9	51	68
# 8	2.360						
# 10	2.000	1034.9	13.0	55.0	45.0	38	52
# 16	1.180						
# 30	0.600						
# 40	0.420	2066.9	25.9	80.9	19.1	17	28
# 80	0.180	800.4	10.0	90.9	9.1	8	17
# 100	0.150						
# 200	0.075	487.4	6.1	97.0	3.0	4	8
>200		237.5	3.0	100.0			

Fuente: Elaboración propia

Imagen 28: Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

Tabla 86: Diseño de la mezcla asfáltica convencional (C.A. %=4.5%)

BRIQUETA N°		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla		4,5			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla		40,19			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla		54,36			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla		0,95			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc		1,020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc		2,698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2,600			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc		3,110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc		2,784			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc		2,745			
11	Altura promedio de la briqueeta cm					
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)	1190,8	1193,6	1195,2		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60' (gr)	1193,7	1195,5	1198,6		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)	689,7	690,1	689,3		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc) = (13-14)	504,0	505,4	509,3		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta = (12/15)	2,363	2,362	2,347	2,357	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)		2,553			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)	7,5	7,5	8,1	7,7	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total		2,645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total		2,748			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado		1,45			
22	% de Asfalto Efectivo		3,12			
23	Relación Polvo/Asfalto		1,0			0,6 - 1,3
24	V.M.A.	14,7	14,7	15,3	14,9	14
25	% Vacios llenos con C.A.	49,2	49,0	47,0	48,4	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	13,0	13,0	12,0	12,7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1952	1888	1001		
28	Factor de estabilidad	1,04	1,04	1,00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28	2030	1753	1001	1595	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo	6248	5394	3338	4993	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 86: se muestra los resultados que se realizó en el ensayo Marshall con el C.A.% 4.5.

Tabla 87: Diseño de mezcla asfáltica convencional (C.A. %=5.0)

BRIQUETA N°		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla		5.0			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla		39.98			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla		54.07			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla		0.95			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc		1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4* (Bulk) gr/cc		2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.600			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc		3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc		2.784			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc		2.745			
11	Altura promedio de la briqueeta cm					
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)	1191.2	1191.3	1194.2		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60' (gr)	1193.2	1193.5	1196.7		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)	690.2	693.1	692.2		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc) = (13-14)	503.0	500.4	504.5		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta = (12/15)	2.368	2.381	2.367	2.372	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)		2.523			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)	6.1	5.6	6.2	6.0	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.735			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado		1.28			
22	% de Asfalto Efectivo		3.79			
23	Relacion Filler/Betun		1.2			0.6 - 1.3
24	V.M.A.	14.9	14.5	15.0	14.8	14
25	% Vacios llenos con C.A.	58.9	61.1	58.7	59.5	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	13.0	14.0	14.0	13.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1383	1521	1561		
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28	1438	1582	1623	1548	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo	4425	4519	4638	4527	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 87, se muestra los resultados que se obtuvo a través del ensayo Marshall al diseño con 5.0% C.A.

Tabla 88: Diseño de Mezcla asfáltica convencional (C.A. % =5.5.)

BRIQUETA N°		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla		5.5			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla		39.77			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla		53.79			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla		0.94			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc		1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc		2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.600			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc		3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc		2.784			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc		2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm					
12	Peso de la briqueta al aire (gr)	1192.9	1190.4	1192.9		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)	1194.9	1190.8	1194.6		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)	694.0	694.0	693.7		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	501.0	496.8	500.9		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.381	2.396	2.382	2.386	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)		2.496			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)	4.6	4.0	4.6	4.4	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.725			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado		1.14			
22	% de Asfalto Efectivo		4.42			
23	Relacion Filler/Betun		1.4			0.6 - 1.3
24	V.M.A.	14.9	14.4	14.9	14.7	14
25	% Vacios llenos con C.A.	69.2	72.2	69.3	70.2	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	14.0	15.0	14.0	14.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1336	1434	1282		
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28	1389	1491	1333	1404	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo	3968	3976	3809	3918	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 88, se aprecia los resultados que se obtuvo en el ensayo Marshall del diseño con 5.5% de C.A.

Tabla 89: Diseño de Mezcla asfáltica convencional (C.A. %=6.0)

PRUEBA N°		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla		6.0			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla		39.56			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla		53.50			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla		0.94			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc		1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc		2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.600			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc		3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc		2.784			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc		2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm					
12	Peso de la briqueta al aire (gr)	1192.6	1191.9	1192.8		
13	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)	1192.9	1192.1	1193.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)	692.3	692.2	693.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	500.6	499.8	499.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.382	2.385	2.386	2.384	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)		2.474			
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)	3.7	3.6	3.5	3.6	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.722			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado		1.10			
22	% de Asfalto Efectivo		4.97			
23	Relacion Filler/Betun		1.6			0.6 - 1.3
24	V.M.A.	15.3	15.2	15.2	15.2	14
25	% Vacios llenos con C.A.	75.8	76.2	76.6	76.2	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	16.0	15.0	15.0	15.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1336	1314	1327		
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28	1389	1367	1380	1379	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo	3473	3645	3680	3599	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 89, se aprecia los resultados obtenidos a través del ensayo Marshall al diseño elaborado a 6.0% de C.A.

Marshall modificado -MAC 2 “Especificaciones técnicas MTS EG-2013”

Tabla 90: C.A. % según el ensayo Marshall

DATOS DE LAS PROPORCIONES				
% C.A.	4.5	5.0	5.5	6.0
P.U. BRIQUETA	2.357	2.372	2.386	2.384
VACIOS	7.7	6.0	4.4	3.8
V.M.A.	14.9	14.8	14.7	15.2
V.LL.A	48.4	50.5	70.2	76.2
POLVO / ASF.	1.0	1.2	1.4	1.6
FLUJO	12.7	13.7	14.3	15.3
ESTABILIDAD	1595.0	1547.7	1404.3	1379

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar el porcentaje óptimo de asfalto, se le aplicara la tolerancia de +-2% a la mezcla patrón, el más cercano sería el 5.45, la cual cumple con la EG-2013.

Tabla 91: Porcentaje óptimo de cemento asfáltico

Parámetros de diseño		- 0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES	N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.25	5.45	5.65	
PESO UNITARIO	kg/m3	2.381	2.386	2.389	
VACIOS	%	5.1	4.6	4.2	3 - 5
V.M.A.	%	14.8	14.7	14.7	14
V. LL.C.A.	%	63.6	67.3	71.1	
POLVO / ASFALTO	%	1.3	1.3	1.4	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	14	14	15	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	1434.5	1409.3	1391.6	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	4099.0	3929.8	3788.8	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Mpa		2.6		2.1
RESISTENCIA RETENIDA	%		80		75
RESISTENCIA CONSERVADA	%		80		80

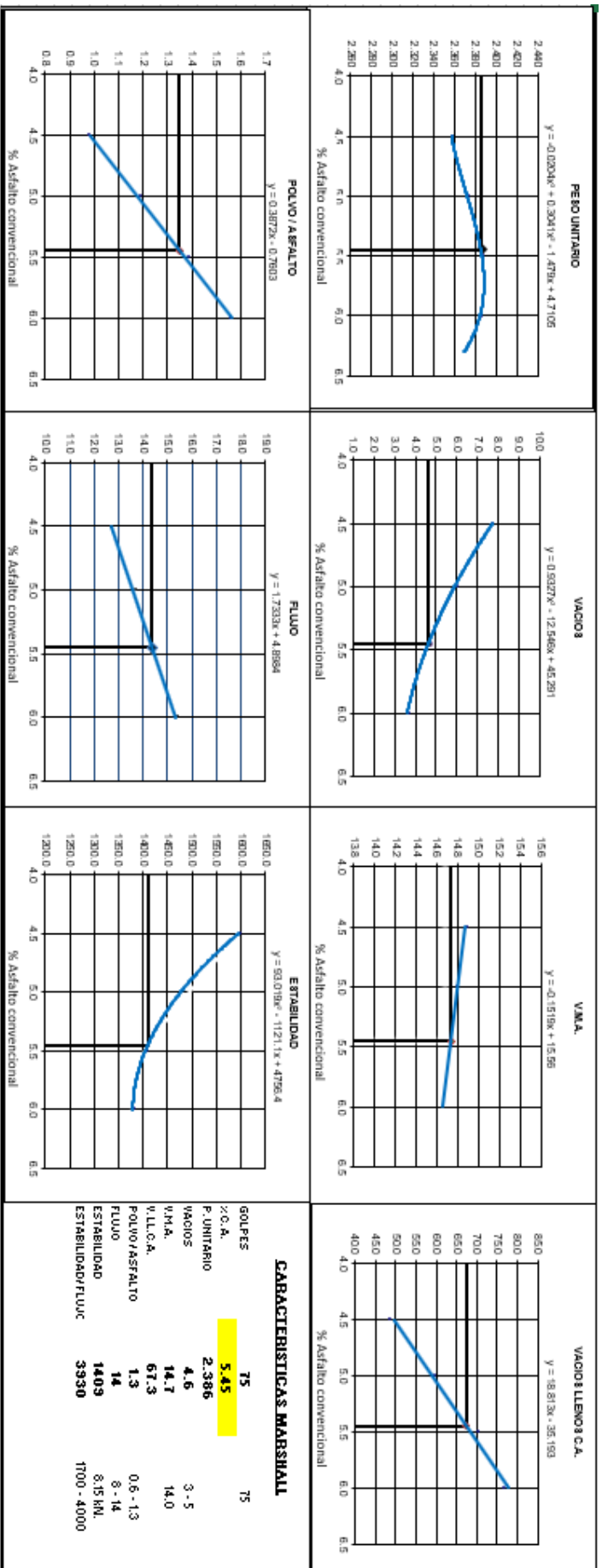
Fuente: Elaboración propia

Tabla 92: Características Marshall- % optimo

CARACTERISTICAS MARSHALL		
GOLPES	75	75
% C. A.	5.45	
P. UNITARIO	2.386	
VACIOS	4.6	3 - 5
V.M.A.	14.7	14.0
V. LL.C.A.	67.3	
POLVO / ASFALTO	1.3	0.6 - 1.3
FLUJO	14	8 - 14
ESTABILIDAD	1409	8.15 kN.
ESTABILIDAD/ FLUJO	3930	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Imagen 29: Curva para determinar el óptimo de cemento asfáltico



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de resistencia conservada (AASHTO T283)

Tabla 93: Resultado de resistencia conservada

	N.º DE PROBETAS	Grupo seco		Grupo húmedo	
		01	02	04	05
1	Diámetro	10.15	10.17	10.15	10.15
2	Espesor	6.69	6.68	6.70	6.70
3	Contenido de Cemento Asfáltico	5.45	5.45	5.45	5.45
4	Peso Probeta al Aire	1189.0	1187.0	1187.0	1191.0
5	Peso de la Probeta Saturada (80')	1190.0	1188.0	1188.0	1192.0
6	Peso de la Probeta en el Agua	680.0	678.0	678.0	679.0
7	Volumen de la Probeta	510.0	510.0	510.0	513.0
8	Peso Específico Bulk de la Probeta	2.331	2.327	2.327	2.322
9	% de Vacíos = $(17-16) \times 100/17$ (ASTM D 3203)	6.6	6.7	6.7	7.0
10	Estabilidad sin corregir	278	289	221	228
11	Factor Estabilidad	1.00	1.00	1.00	1.00
12	Estabilidad corregida (kg)	278	289	221	228
13	Resistencia a la compresión	2.6	2.7		
14	Resistencia retenida	80	79		
15	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)	282			
16	Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)			225	
17	Resistencia conservada (%)	80			

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla asfáltica en caliente adicionando dióxido de titanio (TiO₂)

El diseño se realizó a temperatura de 150°C, con el óptimo de asfalto 4.5% C.A. e la cual se agrega dióxido de titanio (TiO₂), en porcentajes de 1%, 2% y 3%, estas serán agregadas como filler en el diseño. Para realizar el ensayo se preparó 3 briquetas por cada porcentaje adicionada, de las cuales los resultados se promediarán para obtener valores que se asemejen.

Tabla 94: Resultado del ensayo Marshall para 1% con adición de TiO2

BRIQUETA N°		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla		5.45			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla		39.79			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla		53.82			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla		0.95			
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc		1.020			
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc		2.698			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.600			
8	Peso Específico del Dioxido de Titanio gr/cc		4.100			
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc		2.784			
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc		2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm					
12	Peso de la briqueta al aire (gr)	1177.3	1179.0	1184.7		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)	1179.0	1180.3	1185.9		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)	678.8	677.6	681.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	500.2	502.6	504.7		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.354	2.346	2.348	2.349	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)		2.496			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)	5.7	6.0	5.9	5.9	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.650			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.723			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado		1.03			
22	% de Asfalto Efectivo		4.48			
23	Relacion Filler/Betun		1.40			0.6 - 1.3
24	V.M.A.	16.0	16.3	16.2	16.2	14
25	% Vacios llenos con C.A.	64.4	63.1	63.4	63.6	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	16.0	16.0	15.0	15.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1497	1484	1527		
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28	1557	1544	1588	1563	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo	3892	3859	4235	3996	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 94, se aprecia los resultados del ensayo Marshall obtenido del diseño de mezcla asfáltica en caliente adicionado 1% de dióxido de titanio en 5.45% de cemento asfáltico.

Tabla 95: Resultado del ensayo Marshall para 2% con adición de TiO₂

BRIQUETA N°		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla		5.45			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla		39.79			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla		52.87			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla		1.89			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc		1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc		2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.600			
8	Peso Especifico del Dioxido de Titanio gr/cc		4.100			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc		2.784			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc		2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm					
12	Peso de la briqueta al aire (gr)	1199.1	1192.5	1197.1		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)	1200.1	1193.8	1198.6		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)	695.5	693.5	694.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	504.6	500.3	503.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.376	2.384	2.376	2.379	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)		2.496			
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)	4.8	4.5	4.8	4.7	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.660			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.723			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado		0.89			
22	% de Asfalto Efectivo		4.61			
23	Relacion Filler/Betun		1.44			0.6 - 1.3
24	V.M.A.	15.5	15.3	15.5	15.4	14
25	% Vacios llenos con C.A.	69.2	70.6	69.1	69.6	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	14.0	15.0	14.0	14.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1500	1548	1539		
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28	1560	1610	1601	1590	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo	4458	4293	4574	4442	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 95, se observa los resultados del ensayo Marshall obtenido del diseño de mezcla asfáltica en caliente adicionado 2% de dióxido de titanio en 5.45% de cemento asfáltico.

Tabla 96: Resultado del ensayo Marshall para 3% con adición de TiO2

BRIQUETA N°		1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla		5.45			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla		39.79			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla		51.92			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla		2.84			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc		1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc		2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.600			
8	Peso Especifico del Dioxido de Titanio gr/cc		4.100			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc		2.784			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc		2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm					
12	Peso de la briqueta al aire (gr)	1196.1	1210.2	1197.2		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)	1197.7	1211.5	1198.1		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)	700.1	704.1	698.5		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	497.6	507.4	499.6		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.404	2.385	2.396	2.395	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)		2.496			
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)	3.7	4.4	4.0	4.0	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.670			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.723			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado		0.74			
22	% de Asfalto Efectivo		4.75			
23	Relacion Filler/Betun		1.48			0.6 - 1.3
24	V.M.A.	14.9	15.5	15.1	15.2	14
25	% Vacios llenos con C.A.	75.2	71.4	73.7	73.4	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	14.0	14.0	13.0	13.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1558	1538	1548		
28	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28	1620	1597	1608	1608	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo	4630	4563	4946	4713	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 96, se observa los resultados del ensayo Marshall obtenido en el diseño de mezcla asfáltica en caliente adicionado en 3% de dióxido de titanio en 5.45% de cemento asfáltico.

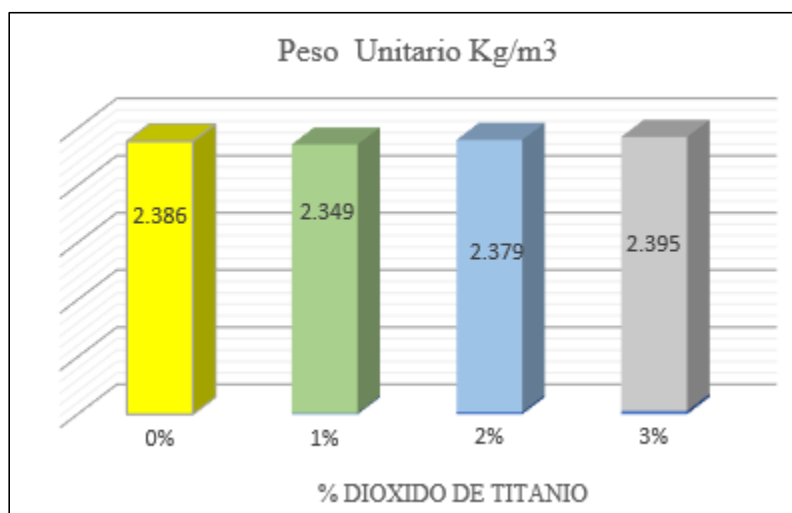
Tabla 97: Resumen de resultado del Marshall modificado (TiO2)

Parámetros de diseño					Especificación EG 2013
Dióxido de Titanio	%	1.0	2.0	3.0	
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.45	5.45	5.45	
PESO UNITARIO	kg/m ³	2.349	2.379	2.395	
VACIOS	%	5.9	4.7	4.0	3 - 5
V.M.A.	%	16.2	15.4	15.2	14
V. LL.C.A.	%	63.6	69.6	73.4	
POLVO / ASFALTO	%	1.4	1.4	1.5	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	15.7	14.3	13.7	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	1562.9	1590.5	1608.4	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3990.5	4438.5	4707.4	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

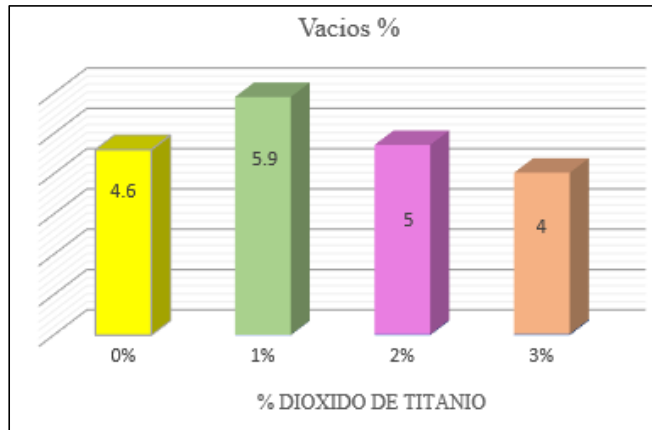
Se realizó gráficos comparativos sobre los resultados obtenido de la mezcla asfáltica en caliente modificada. Se usará la siguiente característica.

Imagen 30: Comparación de resultado de peso unitario



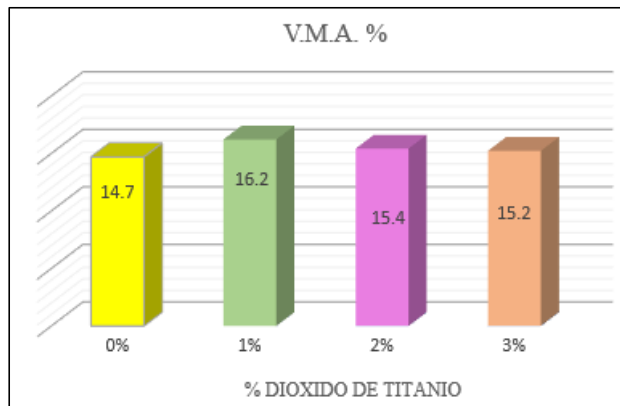
Fuente: Elaboración propia

Imagen 31: Comparación de resultado de vacíos



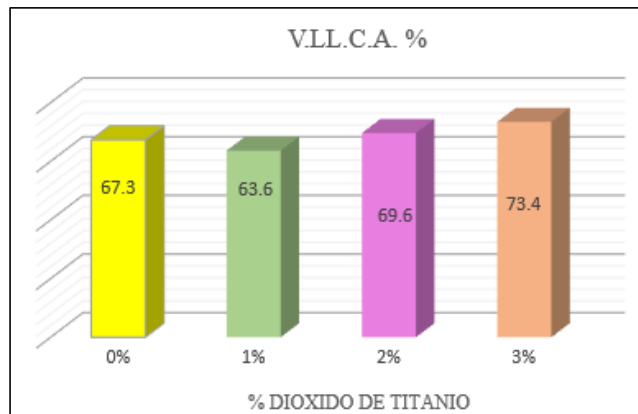
Fuente: Elaboración propia

Imagen 32: Comparación de resultados V.M.A.



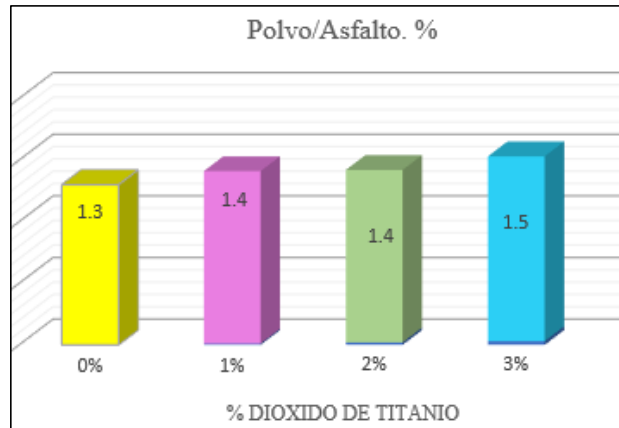
Fuente: Elaboración propia

Imagen 33: Comparación de resultados de vacíos llenos C.A.



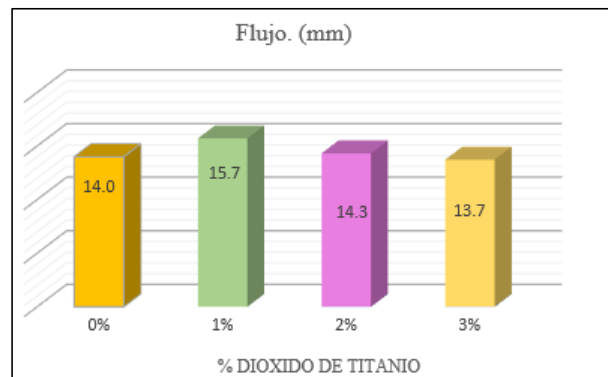
Fuente: Elaboración propia

Imagen 34: Comparación de resultados de polvo/asfalto



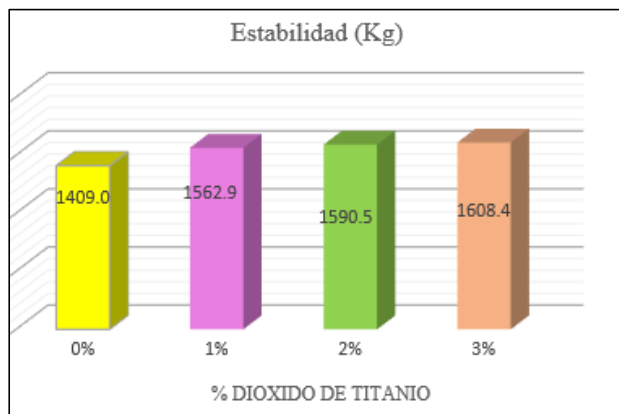
Fuente: Elaboración propia

Imagen 35: Comparación de resultados de flujo



Fuente: Elaboración propia

Imagen 36: Comparación de resultados de Estabilidad



Fuente: Elaboración propia

c. **Diseño de mezcla asfáltica en frío**

el diseño se realizó, con diversos porcentajes de cemento asfáltico y emulsión asfáltico, y se analizó mediante el ensayo Marshall, según las especificaciones del MTC EG- 2013, con agregados que cumplen el MDF-2, el tipo de emulsión asfáltica es el css-1h.

Análisis granulométricos (ASTM C 136)

para esta mezcla asfáltica se realizó en frío, donde se emplearon distintos tipos de agregados y materiales.

Piedra chancada= 45%

Gravilla= 10%

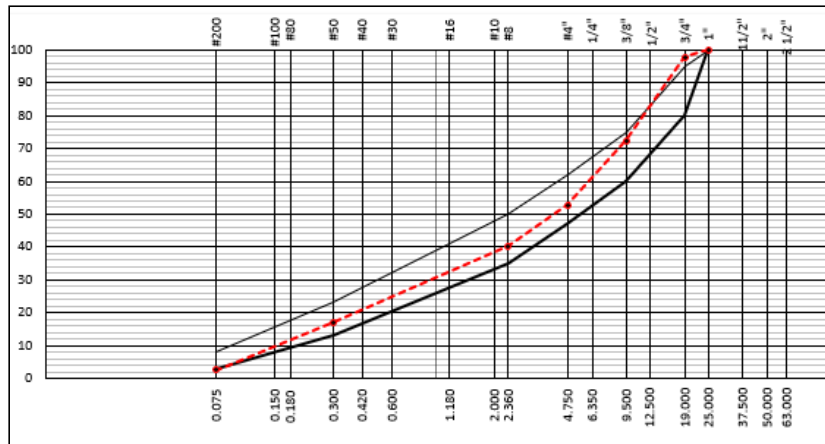
Arena zarandeada =45%

Tabla 98: Resultado del análisis granulométrico

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenid.	PORCENTAJE			MDF - 2	
			Retenido	Acumul.	Pasante		
3"	76.200						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000				100.0	100	100
3/4"	19.000	170.4	2.1	2.1	97.9	80	95
1/2"	12.500	1308.8	15.9	17.9	82.1		
3/8"	9.500	798.8	9.7	27.6	72.4	60	75
1/4"	6.350						
# 4	4.750	1615.6	19.6	47.2	52.8	47	62
# 8	2.360	1030.2	12.5	59.6	40.4	35	50
# 10	2.000						
# 16	1.180						
# 20	0.840						
# 30	0.600						
# 40	0.420						
# 50	0.300	1917.6	23.2	82.9	17.1	13	23
# 80	0.180						
# 100	0.150	744.2	9.0	91.9	8.1		
# 200	0.075	452.6	5.5	97.4	2.6	3	8
>200		218.8	2.6	100.0	0.0		

Fuente: Elaboración propia

Imagen 37: Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia.

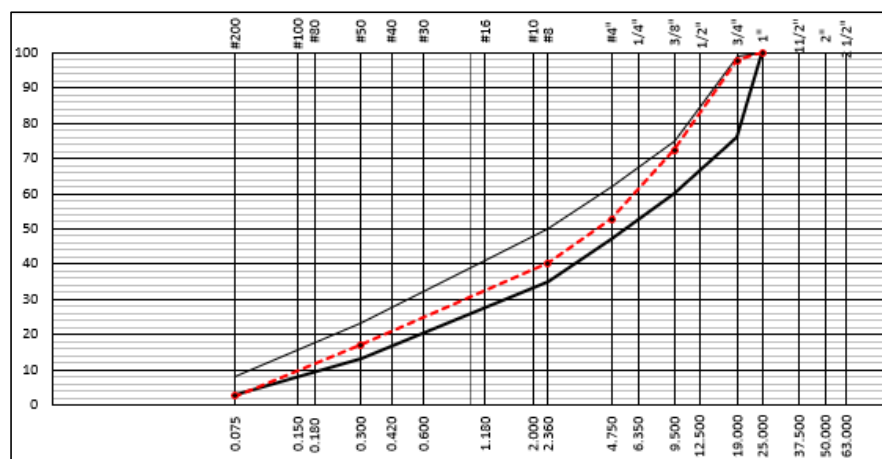
Se observa que no cumple con la gradación requerida, por ello se recurre a las tolerancias de los agregados para mezclas densas en frío.

Tabla 99: Tolerancia granulométrica de los agregados

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE % SOBRE EL PESO SECO DE LO AGREGADOS
4.75 mm (N° 4) y mayores	+/- 4%
2.36 mm (N° 8)	+/- 3%
300um (N° 50)	+/- 3%
75um (N° 200)	+/- 1%

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales de construcción, 2013.

Imagen 38: Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

Humedad por compactación

Este ensayo se realiza la curva en relación curva/contenido de agua, esta compactación se tomó como asfalto residual 3.5% y 3.0% de agua, se elabora 4 briquetas cada una de 1100g, con ello se buscará la evaporación de agua, con esto se obtendrá el óptimo de humedad en la mezcla.

Tabla 100: Componentes de la mezcla

Tipo de emulsion	CSS-1HP
Residuo asfaltico de la emulsion (%)	60.0
Peso del agregado seco (g)	1100
Cemento Portland (%)	0.5
Cemento Portland (g)	5.5
Porcentaje teorico del asf. Res. (%)	3.5
Peso del asf. Res. Teorico (g)	39.0
Porcentaje teorico de la emulsion (%)	5.9
Peso de la emulsion teorico (g)	65.1
Porcentaje de agua en la emulsion (g)	2.4
Peso del agua en la esmulsion (g)	26.0

Fuente: Elaboración propia

La elaboración de la muestra fueron el mismo contenido de asfalto (3.5%), se ventilo para la perdida de contenido de humedad de la mezcla.

Tabla 101: Contenido de agua en la mezcla

Humedad de la mezcla (%)	Humedad a compactar (%)	Agua a ser eliminada	
		%	g
5.7	5.7	0.0	-0.4
5.7	4.7	1.0	11.0
5.7	3.7	2.0	22.4
5.7	2.7	3.0	33.8

Fuente: Elaboración propia

estas muestras se curaron en 24 horas a temperatura ambiente de 22°C y se realizó el ensayo estabilidad Marshall.

Tabla 102: Resultado agua de compactación

Agua de Pre-Mezcla (%)	3.0
Agua de compactación (%)	4.5

Fuente: Elaboración propia

Teniendo el resultado del óptimo de humedad se diseña las briquetas, con la adición de emulsión a los agregados, con el contenido de residuo asfáltico de 2.5%, 3.5%, 4.5. y 5.5%, a una temperatura de 22°C y con el agua de compactación de 4.5%

Diseño de la mezcla asfáltica en frío, método Illinois-Marshall modificado

Diseño de mezcla asfáltica en frío convencional con 2.5% asfalto residual

Tabla 103: Componentes del diseño

EMULSIÓN	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	2.5
MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	4.7
Agua de adición a la mezcla (g)	14.5
Agua de compactación (%)	4.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104: Resultados ensayo Marshall (asfalto residual =2.5%)

DESCRIPCIÓN		SECO			SATURADO		
N°	Densidad Bulk	1	2		4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1146.8	1145.1		1147.6	1143.8	
2	Peso de la probeta en agua (E)	610.9	608.2		620.1	618.1	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1154.1	1151.4		1158.9	1156.4	
4	Volumen por desplazamiento	543.2	543.2		538.8	538.3	
5	Densidad Bulk (G)	2.111	2.108		2.130	2.125	
6	Densidad Seca Bulk	2.064	2.062	2.063			
N° Estabilidad (22.2 °C)							
1	Estabilidad (Kg-f)	1419	1374		1232	1257	
2	Factor de corrección	0.93	0.93		0.93	0.93	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1320	1278	1299	1146	1169	1157.4
4	Flujo (mm)	3.0	3.0	3.0	3.3	3.6	3.4
N° Contenido de Humedad							
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1154.1	1151.4		1158.9	1156.4	
2	Peso de la muestra seca (I)	1120.9	1120.3		1074.0	1073.6	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	2.4	2.3	2.3	8.1	7.9	
5	Humedad absorbida						
N° Características							
1	Máximo total de vacíos (%)	22.1	22.2	22.2			
2	vacíos de aire (%)	17.4	17.6				
3	V. M. A. (%)	27.2	27.2				
4	% pérdida de estabilidad		10.9				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 104, se observa los resultados obtenido en el ensayo Marshall con el asfalto residual de 2.5%.

Diseño de mezcla asfáltica en frío convencional con 3.5% de asfalto residual

Tabla 105: Componentes del diseño

EMULSIÓN	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	3.5
MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	5.3
Agua de adición a la mezcla (g)	7.5
Agua de compactación (%)	4.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 106: Resultado ensayo Marshall (asfalto residual = 3.5%)

DESCRIPCIÓN		SECO			SATURADO		
Nº	DENSIDAD BULK	1	2		4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1157.6	1158.2		1188.6	1158.9	
2	Peso de la probeta en agua (E)	620.0	619.3		627.8	614.1	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1168.8	1164.8		1195.5	1166.1	
4	Volumen por desplazamiento	548.8	545.5		567.7	552.0	
5	Densidad Bulk (G)	2.109	2.123		2.094	2.099	
6	Densidad Seca Bulk	2.066	2.085	2.076			
Nº Estabilidad (22.2 °C)							
1	Estabilidad (Kg-f)	1362	1354		1314	1326	
2	Factor de corrección	0.93	0.93		0.86	0.89	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1267	1259	1263	1130	1180	1155.1
4	Flujo (mm)	3.3	3.6	3.4	3.6	3.8	3.7
Nº Contenido de humedad							
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1168.8	1164.8		1195.5	1166.1	
2	Peso de la muestra seca (I)	1134.0	1137.6		1127.5	1100.5	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	2.2	1.9		6.2	6.2	
5	Humedad absorbida						
Nº Características							
1	Máximo total de vacíos (%)	20.9	20.1	20.5			
2	vacíos de aire (%)	16.6	16.3				
3	V. M. A. (%)	27.7	27.1				
4	% pérdida de estabilidad	8.5					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 106, se observa los resultados obtenidos en el ensayo Marshall con un asfalto residual de 3.5%.

Diseño de la mezcla asfáltica en frío convencional con 4.5% de asfalto residual

Tabla 107: Componentes del diseño

EMULSIÓN	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	4.5
MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	6.0
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 108: Resultado ensayo Marshall (asfalto residual=4.5%)

DESCRIPCIÓN		SECO			SATURADO		
Nº	DENSIDAD BULK	1	2		4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1156.0	1173.8		1169.5	1171.6	
2	Peso de la probeta en agua (E)	613.0	631.8		627.9	628.9	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1161.1	1180.2		1176.3	1177.4	
4	Volumen por desplazamiento	548.1	548.4		548.4	548.5	
5	Densidad Bulk (G)	2.109	2.140		2.133	2.136	2.134
6	Densidad Seca Bulk	2.072	2.102	2.087			
Nº	Estabilidad (22.2 °C)						
1	Estabilidad (Kg-f)	1246	1240	1243	1167	1184	
2	Factor de corrección	0.89	0.89		0.89	0.89	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1109	1104		1039	1054	
4	Flujo (mm)	3.8	4.1	3.9	4.3	4.1	4.2
Nº	Contenido de humedad						
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1161.1	1180.2		1176.3	1177.4	
2	Peso de la muestra seca (I)	1135.5	1152.8		1118.8	1117.6	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	1.9	1.9		5.4	5.6	
5	Humedad absorbida					-3.6	
Nº	Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	19.4	18.2	18.8			
2	vacíos de aire (%)	15.7	14.4				
3	V. M. A. (%)	28.3	27.2				
4	% pérdida de estabilidad		5.4				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 108, se observa los resultados obtenidos en el ensayo Marshall con un asfalto residual de 4.5%.

Diseño de la mezcla asfáltica en frío convencional con 5.5% de asfalto residual

Tabla 109: Componentes del diseño

EMULSIÓN	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	5.5
MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	6.7
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 110: Resultado ensayo Marshall (asfalto residual =5.5%)

DESCRIPCIÓN		SECO			SATURADO		
Nº	DENSIDAD BULK	1	2		4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1184.4	1211.2		1183.0	1190.6	
2	Peso de la probeta en agua (E)	630.0	640.9		627.9	629.1	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1188.2	1213.1		1187.6	1188.5	
4	Volumen por desplazamiento	558.2	572.2		559.7	559.4	
5	Densidad Bulk (G)	2.122	2.117		2.114	2.128	2.121
6	Densidad Seca Bulk	2.084	2.078	2.081			
Nº Estabilidad (22.2 °C)							
1	Estabilidad (Kg-f)	1132	1147	1140	1110	1098	
2	Factor de corrección	0.89	0.93		0.89	0.89	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1007	1067		988	977	
4	Flujo (mm)	3.8	3.8	3.8	4.3	4.6	4.5
Nº Contenido de humedad							
1	Peso de la muestra húmeda(H)	1188.2	1213.1		1187.6	1188.5	
2	Peso de la muestra seca (I)	1163.3	1189.1		1139.8	1136.7	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	1.9	2.0		4.4	4.8	
5	Humedad absorbida					-2.7	
Nº Características							
1	Máximo total de vacíos (%)	17.7	18.0	17.8			
2	vacíos de aire (%)	14.0	14.1				
3	V. M. A. (%)	28.5	28.7				
4	% pérdida de estabilidad	5.3					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 110, se observa los resultados obtenidos del ensayo Marshall con asfalto residual de 5.5%.

Tabla 111: Resumen de los resultados del ensayo Marshall

% CA. RESIDUAL	2.5	3.5	4.5	5.5
DENSIDAD SECA BULK	2.083	2.078	2.087	2.081
% VACÍOS TOTALES	22.2	20.5	18.8	17.8
HUMEDAD ABSORV.	5.7	4.2	3.6	2.7
CAMBIO ESTABILIDAD	10.9	8.5	5.4	5.3
ESTABILIDAD SECA	1299	1263	1106	1037
ESTABILIDAD HÚMEDA	1157	1155	1046	983
ESTABILIDAD RETENIDA (%)	89	91	95	95

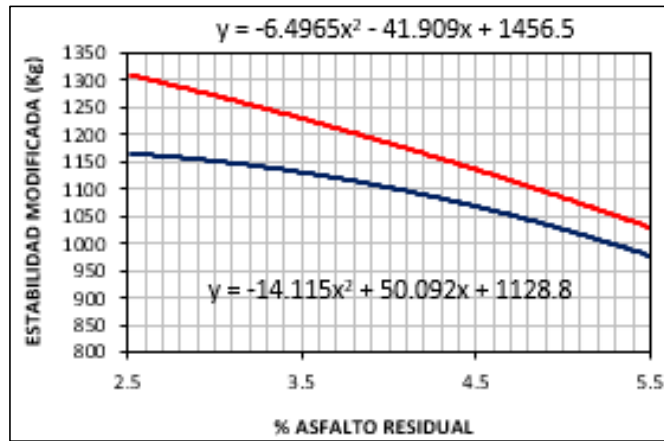
Fuente: Elaboración propia

Tabla 112: Resumen compactación

Compactación				
Contenido de Humedad	2.7	3.7	4.7	5.7
Estabilidad	793	919	947	826

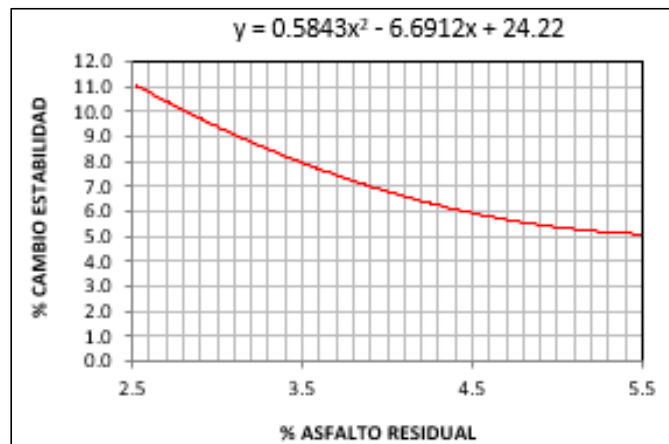
Fuente: Elaboración propia

Imagen 39: Estabilidad modificada (kg)



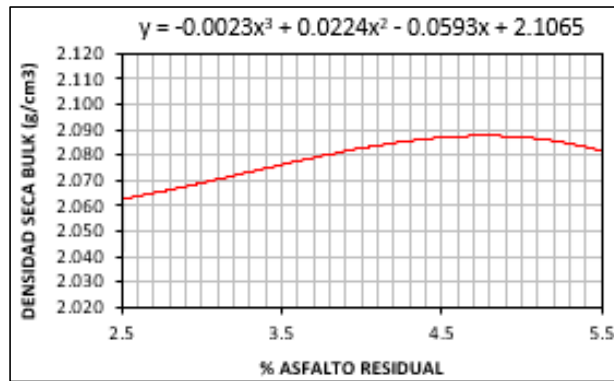
Fuente: Elaboración propia

Imagen 40: Cambio estabilidad %



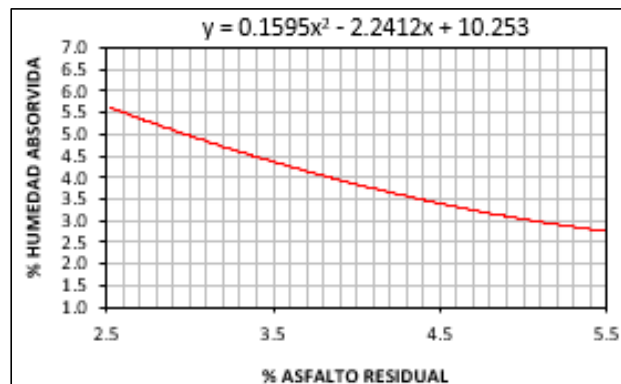
Fuente: Elaboración propia

Imagen 41: Densidad seca Bulk



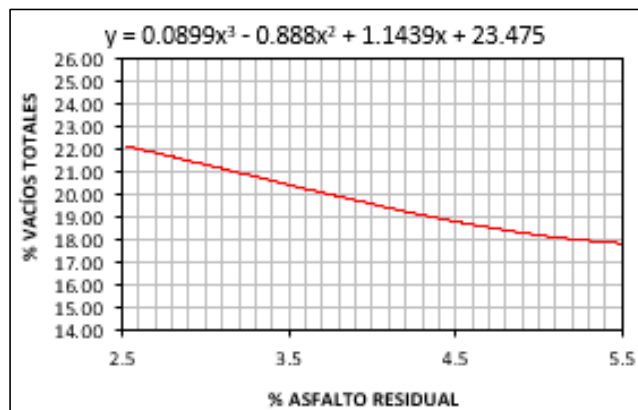
Fuente: Elaboración propia

Imagen 42: Humedad absorbida %



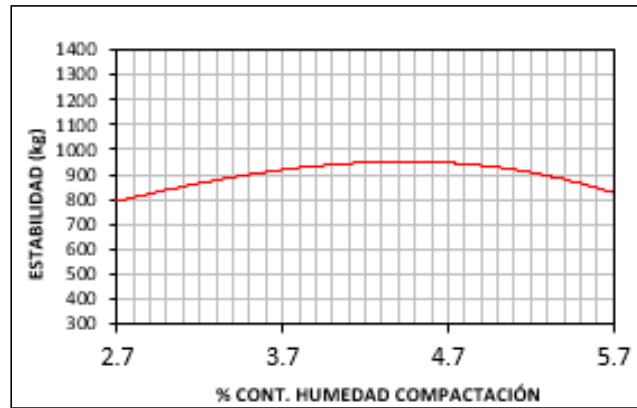
Fuente: Elaboración propia

Imagen 43: Vacíos totales



Fuente: Elaboración propia

Imagen 44: Estabilidad



Fuente: Elaboración propia

Tabla 113: Resultado del % óptimo de asfalto residual

PORCENTAJE OPTIMO			
% E. A.	7.5	8.0	8.5
% A. R.	4.5	4.8	5.1
DENSIDAD SECA BULK (g/cm ³)	2.088	2.088	2.087
ESTABILIDAD SECA (kg)	1136.5	1105.8	1073.9
ESTABILIDAD HÚMEDA (1068.2	1043.9	1017.1
CAMBIOS DE ESTABILIDAD (%)	6.0	5.6	5.3
VACÍOS TOTALES (%)	18.8	18.4	18.1
HUMEDAD ABSORVIDA (%)	3.4	3.2	3.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 114: Características del % óptimo de asfalto

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)	
Agregado Piedra Chancada	: 45.0 %
Agregado Gravilla	: 10.0 %
Agregado Arena zarandeada	: 45.0 %
Filler (Cemento Portland Tipo I)	: 1.0 %
Gradación	: MTC - E.G. - 2013 : SECCIÓN 424
2.- LIGANTE ASFALTICO	
Tipo de emulsión asfáltica	: CSS-1H
% óptimo de emulsión asfáltica	: 8.0
% óptimo de asfalto residual	: 4.8
3.- AGUA	
% de humedad natural	: 0
% de agua en la emulsión	: 3.2
% de agua de pre- mezcla	: 3.0
% de agua total en la mezcla	: 6.2
% de agua de compactación	: 4.5

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla asfáltica frío adicionando dióxido de titanio (TiO₂)

El diseño de la mezcla se realizó a una temperatura de 22.2°C, con el óptimo de asfalto residual 4.8% al cual se agregó dióxido de titanio (TiO₂), en porcentajes de 1%, 2% y 3%, estas serán adicionadas como filler al diseño. Para realizar el ensayo Marshall se preparó 3 briquetas para cada porcentaje adicionada.

Diseño de mezcla densa en frío con 1% de TiO₂

Tabla 115: Componentes de la mezcla con 1% de TiO₂

EMULSIÓN	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	4.8
MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	6.2
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 116: Resultado ensayo Marshall para 1% de TiO₂

DESCRIPCIÓN		SECO			SATURADO		
Nº	DENSIDAD BULK	1	2		4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1170.7	1171.8		1169.1	1171.6	
2	Peso de la probeta en agua (E)	658.4	659.9		661.2	660.2	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1175.0	1176.3		1180.1	1181.0	
4	Volumen por desplazamiento	516.7	516.4		518.9	520.8	
5	Densidad Bulk (G)	2.266	2.269		2.253	2.250	2.251
6	Densidad Seca Bulk	2.228	2.232	2.230			
Nº	Estabilidad (22.2 °C)						
1	Estabilidad (Kg-f)	1196	1189		1087	1179	
2	Factor de corrección	1.00	1.00		1.00	1.00	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1196	1189	1192.6	1087	1179	1133.0
4	Flujo (mm)	3.6	3.8	3.7	3.8	4.1	4.0
Nº	Contenido de humedad						
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1175.0	1176.3		1180.1	1181.0	
2	Peso de la muestra seca (I)	1150.9	1152.4		1128.0	1130.6	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	1.8	1.8		4.8	4.7	
5	Humedad absorbida					-3.0	
Nº	Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	13.0	12.8	12.9			
2	vacíos de aire (%)	9.2	9.1				
3	V. M. A. (%)	23.1	22.9				
4	% pérdida de estabilidad		5.0				

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla asfáltica en frío con 2% de TiO₂

Tabla 117: Componentes de la mezcla con 2% de TiO₂

EMULSIÓN	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01
Asfalto residual en la mezcla (A)(%)	4.8
MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	6.2
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 118: Resultados ensayo Marshall para 2% de TiO₂

DESCRIPCIÓN		SECO			SATURADO		
Nº	DENSIDAD BULK	1	2		4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1189.9	1185.6		1185.6	1187.1	
2	Peso de la probeta en agua (E)	669.2	672.3		674.3	671.2	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1193.3	1195.1		1200.8	1201.0	
4	Volumen por desplazamiento	524.1	522.8		526.5	529.8	
5	Densidad Bulk (G)	2.270	2.268		2.252	2.241	
6	Densidad Seca Bulk	2.239	2.233	2.236			
Nº	Estabilidad (22.2 °C)						
1	Estabilidad (Kg-f)	1129	1134		1049	1064	
2	Factor de corrección	0.96	1.00		0.96	0.96	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1083	1134		1007	1021	
4	Flujo (mm)	4.1	3.8	3.9	4.3	4.3	4.3
Nº	Contenido de humedad						
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1193.3	1195.1		1200.8	1201.0	
2	Peso de la muestra seca (I)	1173.3	1167.4		1156.0	1157.6	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	1.5	1.6		4.1	3.9	
5	Humedad absorbida						
Nº	Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	12.5	12.8	12.7			
2	vacíos de aire (%)	9.4	9.3				
3	V. M. A. (%)	22.7	22.9				
4	% pérdida de estabilidad	8.5					

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla de asfáltica frío con 3% de TiO₂

Tabla 119: Componentes de la mezcla con 3% de TiO₂

EMULSIÓN	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01
Asfalto residual en la mezcla (A)(%)	4.8
MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	6.2
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 120: Resultado ensayo Marshall para 3% de TiO₂

DESCRIPCIÓN		SECO			SATURADO		
Nº	DENSIDAD BULK	1	2		4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1196.0	1194.5		1195.5	1194.4	
2	Peso de la probeta en agua (E)	681.7	680.9		678.5	676.1	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1208.3	1208.5		1207.3	1207.0	
4	Volumen por desplazamiento	526.6	527.6		528.8	530.9	
5	Densidad Bulk (G)	2.271	2.264		2.261	2.250	
6	Densidad Seca Bulk	2.242	2.233	2.237			
Nº	Estabilidad (22.2 °C.)						
1	Estabilidad (Kg-f)	1118	1118		1003	1014	
2	Factor de corrección	0.96	0.96		0.96	0.96	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1073	1074	1073.4	963	973	968.2
4	Flujo (mm)	4.6	4.3	4.4	4.6	4.6	4.6
Nº	Contenido de humedad						
1	Peso de la muestra húmeda(H)	1208.3	1208.5		1207.3	1207.0	
2	Peso de la muestra seca (I)	1180.4	1178.0		1170.0	1170.1	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	1.4	1.5		3.3	3.3	
5	Humedad absorbida					-1.9	
Nº	Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	12.4	12.8	12.6			
2	vacíos de aire (%)	9.5	9.6				
3	V. M. A. (%)	22.6	22.9				
4	% pérdida de estabilidad	9.8					

Fuente: Elaboración propia

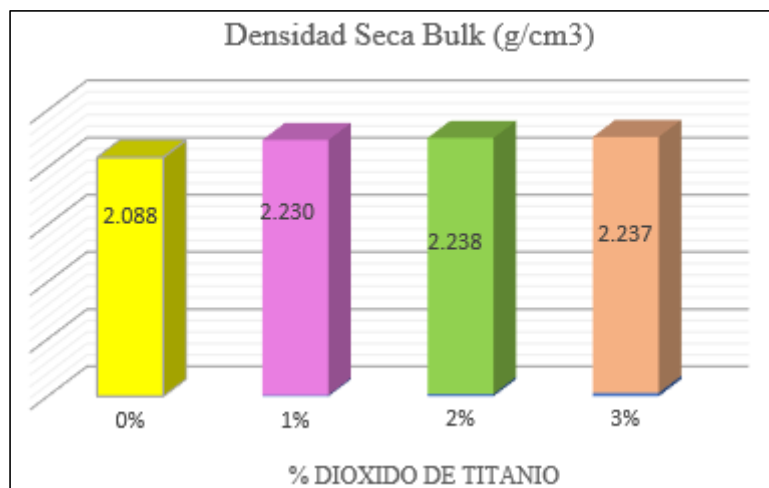
Tabla 121: Resumen del resultado de diseño de mezcla asfáltica en frío con 1 %, 2% y 3% de dióxido de titanio

DATOS DE LAS PROPORCIONES			
% Dióxido de Titanio	1.0	2.0	3.0
DENSIDAD SECA BULK (g/cm ³)	2.230	2.236	2.237
VACÍOS TOTALES (%)	12.9	12.7	12.6
CAMBIOS DE ESTABILIDAD (%)	5.0	8.5	9.8
HUMEDAD ABSORVIDA (%)	3.0	2.4	1.9
FLUJO	3.7	3.9	4.4
ESTABILIDAD SECA (kg)	1192.6	1108.5	1073.4
ESTABILIDAD HÚMEDA (kg)	1133.0	1014.2	968.2

Fuente: Elaboración propia

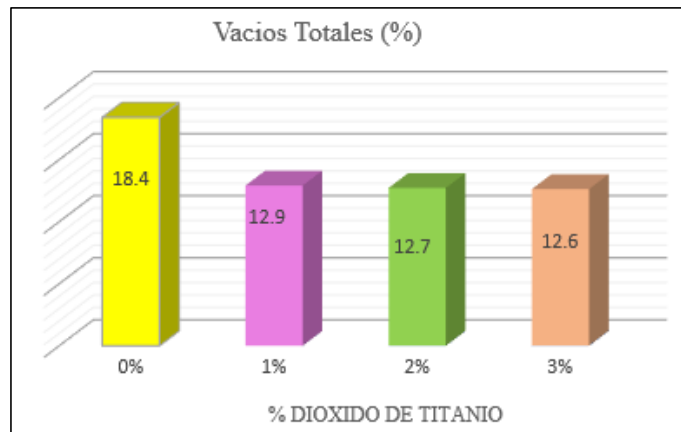
Se realizó gráficos comparativos sobre los resultados obtenidos de la mezcla asfáltica en frío modificada. Se usará las siguientes características.

Imagen 45: Comparación de resultado de densidad seca bulk



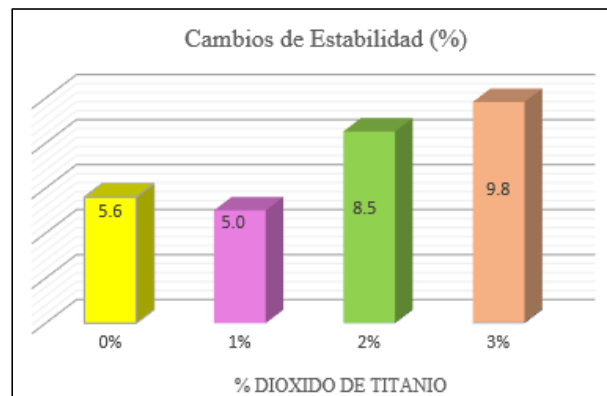
Fuente: Elaboración propia

Imagen 46: Comparación de resultados de vacíos totales



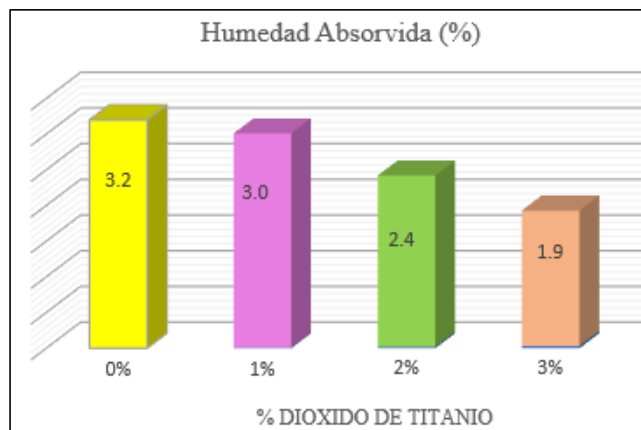
Fuente: Elaboración propia

Imagen 47: Comparación de resultados de cambio de estabilidad



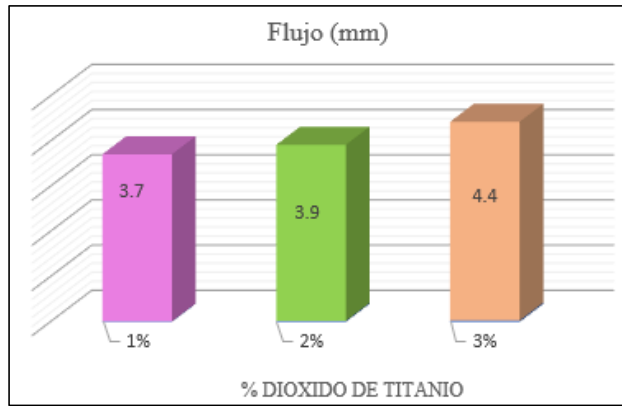
Fuente: Elaboración propia

Imagen 48: Comparación de resultados de humedad absorbida



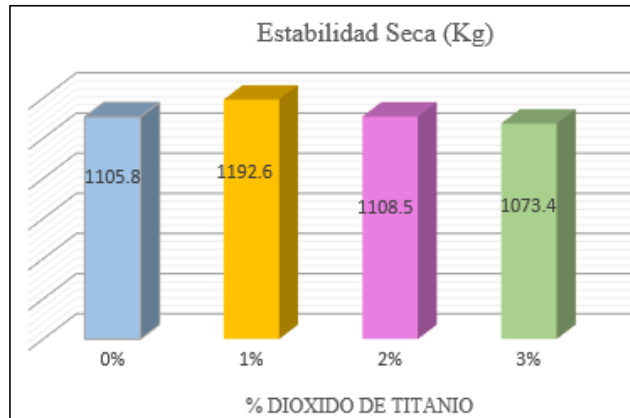
Fuente: Elaboración propia

Imagen 49: Comparación de resultados de flujo



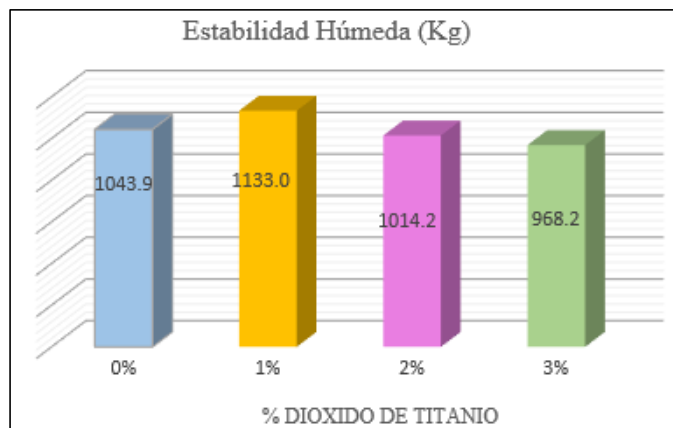
Fuente: Elaboración propia

Imagen 50: Comparación de resultados de estabilidad seca



Fuente: Elaboración propia

Imagen 51: Comparación de resultados de estabilidad humedad



Fuente: Elaboración propia

d. **Ensayo de degradación de Rodamina B**

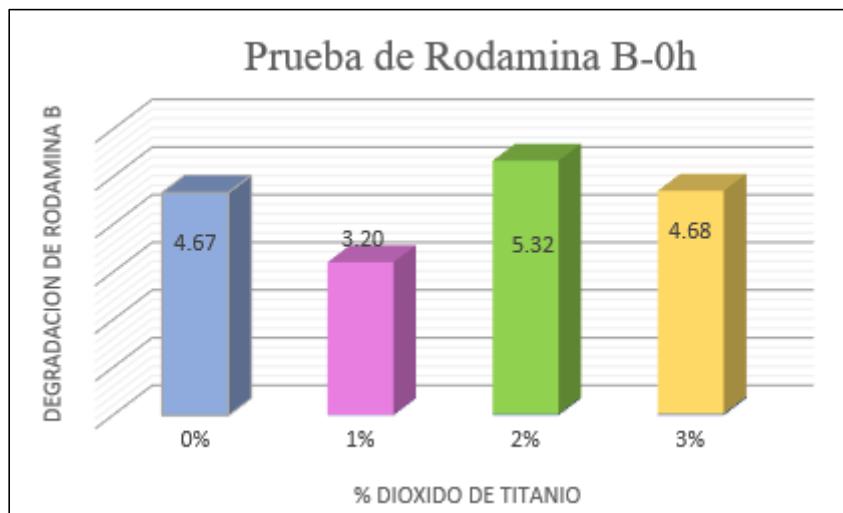
Ensayo de degradación de rodamina B mezcla asfáltica en caliente con TiO2

Tabla 122: Resultado de diferentes porcentajes de TiO2 en 0h

	% DE TIO2			
Tiempo	0%	1%	2%	3%
0h	4.67	3.2	5.32	4.68

Fuente: Elaboración propia

Imagen 52: Prueba de rodamina B-0h



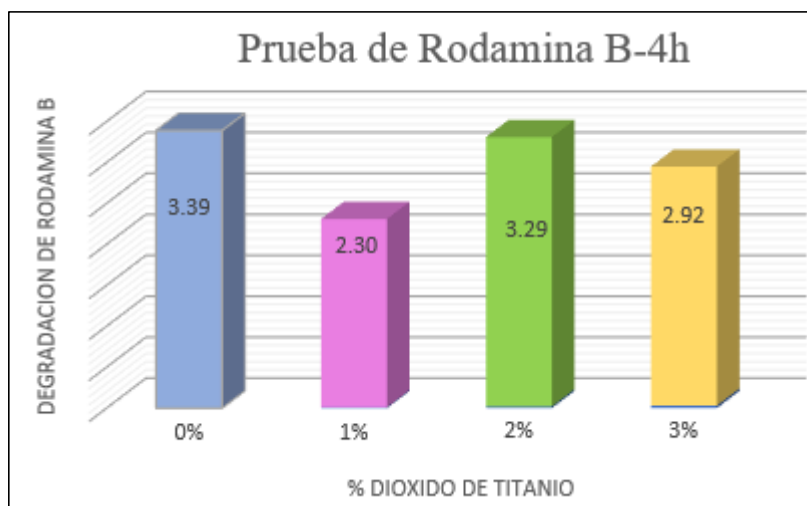
Fuente: Elaboración propia

Tabla 123: Resultado de diferentes porcentajes de TiO2 en 4h

	% de TIO2			
Tiempo	0%	1%	2%	3%
4h	3.39	2.3	3.29	2.92

Fuente: Elaboración propia

Imagen 53: Prueba de rodamina B- 4h



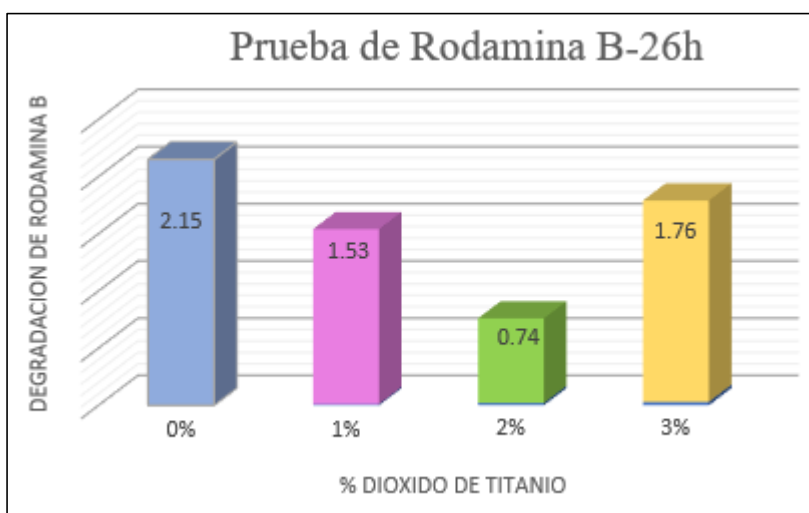
Fuente: Elaboración propia

Tabla 124: Resultado de diferentes porcentajes de TiO₂ en 26h

	% de TiO ₂			
Tiempo	0%	1%	2%	3%
26h	2.15	1.53	0.74	1.76

Fuente: Elaboración propia

Imagen 54: Prueba de rodamina B-26h



Fuente: Elaboración propia

Tabla 125: Análisis de color y tiempo para los porcentajes de TiO₂

	% de TiO ₂			
Tiempo	0%	1%	2%	3%
0h	4.67	3.20	5.32	4.68
4h	3.39	2.30	3.29	2.92
26h	2.15	1.53	0.72	1.76

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 125 de análisis se puede observar, que, si bien no todos tuvieron el mismo punto de inicio, ello debido a la superficie rugosa de las briquetas, la cual dificulta la observación. para medir la degradación fue cuantitativa en función a la degradación del color de la rodamina B, ello al ser expuesta a rayos UV-A.

Se puedo determinar que también existe degradación de la rodamina en aquellas briquetas con mezcla asfáltica en caliente que tiene 0% de TiO₂, ya que la degradación de color de este tipo de colorante es muy común, sin embargo, se demuestra que existe una degradación mejorada con la acción de fotocatalizador TiO₂.

Análisis de mezcla asfáltica foto catalítico -prueba de degradación de rodamina B

Análisis de mezcla asfáltica fotocatalítico – tratamiento sin TiO₂

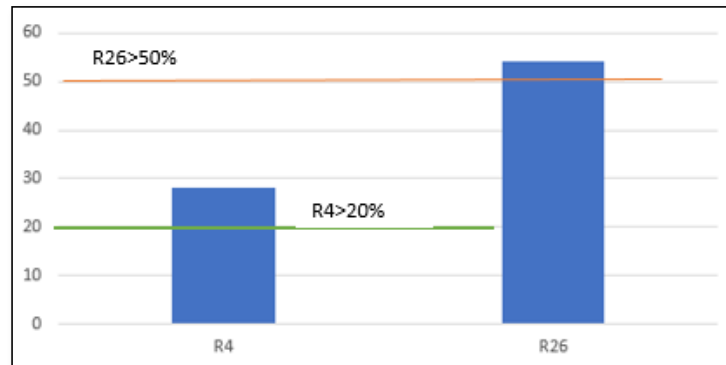
Tabla 126: Medidas de coloración obtenidas

Tiempo	0% TiO ₂
0h	4.67
4h	3.39
26h	2.15
R4	28.05
R26	53.96

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 126, se observan los datos de R4 y R26 aplicando la formula teórica, para que la mezcla asfáltica sea considerada fotocatalítico el valor de R4 debe ser mayor que 20% el valor de R26 debe ser mayor que 50%. Se determina que el valor con el 0% de titanio en R4 mayor a 20% ya que es el 28.05% y el valor en R26 es mayor a 50% con un 53.96%.

Imagen 55: Análisis de mezcla asfáltica en caliente fotocatalítico con 0% TiO2



Fuente: Elaboración propia

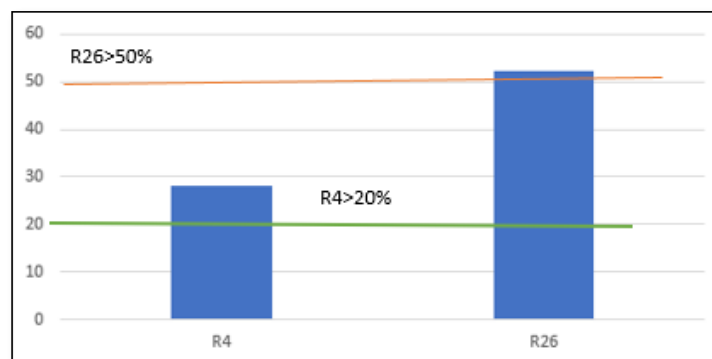
Análisis de mezcla asfáltica fotocatalítico- tratamiento 1% TiO2

Tabla 127: Medidas de coloración obtenida

Tiempo	1% TiO2
0h	3.20
4h	2.30
26h	1.53
R4	28.125
R26	52.19

Fuente: Elaboración propia

Imagen 56: Análisis de la mezcla asfáltica en caliente fotocatalítico con 1% de TiO2



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 127, se observan los datos de R4 y R26 aplicando la formula teórica para la mezcla asfáltica sea considerada fotocatalítico el valor de R4 debe ser mayor que 20% y el valor de R26 debe ser mayor de 50%. Se determina que el valor con el 1% de TiO2 en referente a R4 es mayor a 20% ya que resultado ser 28.125% y el valor en R26 es mayor que 50%, ya que resultado el 52.19%.

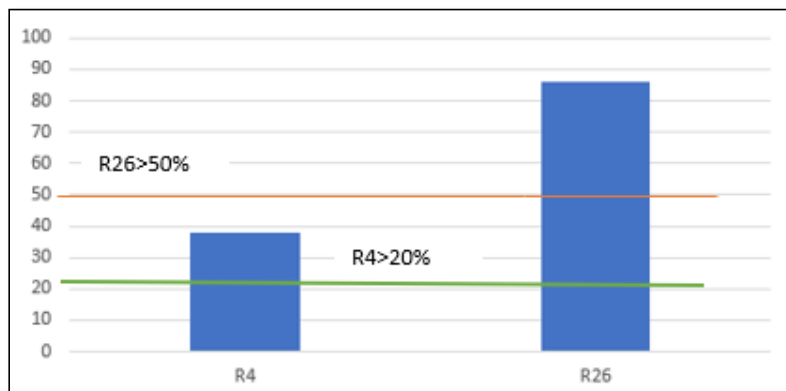
Análisis de mezcla asfáltica fotocatalítica – Tratamiento 2% de TiO2

Tabla 128: Medidas de coloración obtenida

Tiempo	2% TiO2
0h	5,32
4h	3.29
26h	0.72
R4	38.16
R26	86.09

Fuente: Elaboración propia

Imagen 57: Análisis de mezcla asfáltica en caliente fotocatalítico con 2% de TiO2



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 128, se observan los datos de R4 y R26 aplicando la formula teórica, para que la mezcla asfáltica sea considerada fotocatalítica el valor de R4 debe ser mayor que 20% y el valor de R26 debe ser mayor que 50%. Se determina que el valor con un 2% de TiO2 en R4 es mayor a 20%, ya que el resultado es 38.16 y el valor de R26 es mayor que 50%, ya que el resultado es 86.09%.

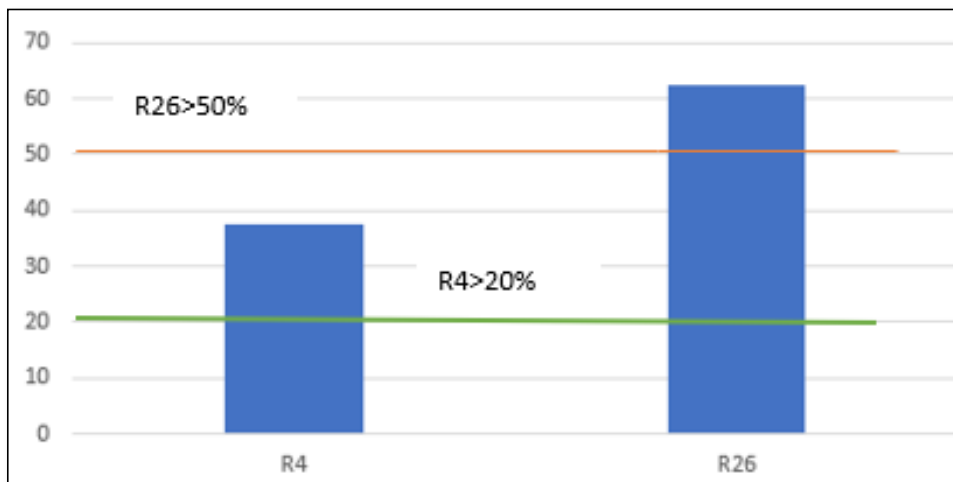
Análisis de mezcla asfáltica fotocatalítica – tratamiento 3% de TiO2

Tabla 129: Medidas de coloración obtenida

Tiempo	3% TiO2
0h	4.68
4h	2.92
26h	1.76
R4	37.61
R26	62.39

Fuente: Elaboración propia

Imagen 58: Análisis de la mezcla asfáltica en caliente fotocatalítico con 3% de TiO2



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 129, se observan los datos de R4 y R26 aplicando la fórmula teórica para la mezcla asfáltica sea considerada fotocatalítica el valor de R4 debe ser mayor que 20% y R26 debe ser mayor que 50%. Se determina que el valor con el 3% de TiO2 en referente a R4 es mayor a 20%, ya que tuvo como resultado 37.61% y el valor de R26 es mayor a 50%, ya que tuvo como resultado 62.39%.

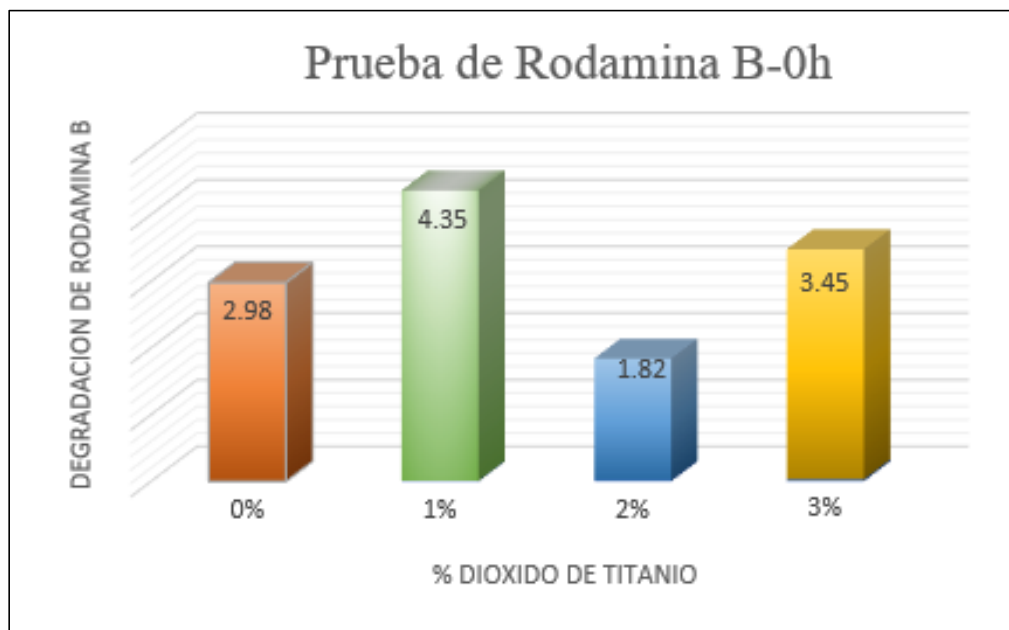
Ensayo de degradación de Rodamina B mezcla asfáltica en frío con TiO₂

Tabla 130: Resultado de diferentes porcentajes de TiO₂ en 0h

	% de TiO ₂			
Tiempo	0%	1%	2%	3%
0h	2.98	4.35	1.82	3.45

Fuente: Elaboración propia

Imagen 59: Prueba de rodamina B- 0h



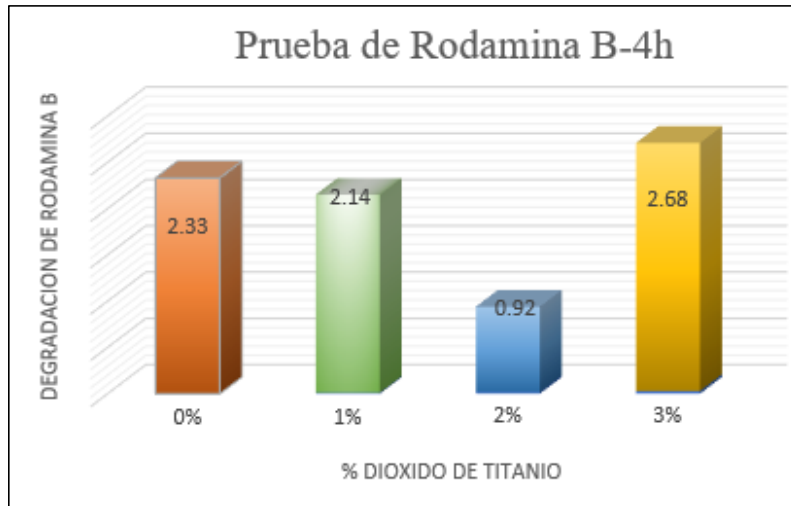
Fuente: Elaboración propia

Tabla 131: Resultado de diferentes porcentajes de TiO₂ en 4h

	% DE TIO ₂			
tiempo	0%	1%	2%	3%
4h	2.33	2.14	0.92	2.68

Fuente: Elaboración propia

Imagen 60: Prueba de rodamina B-4h



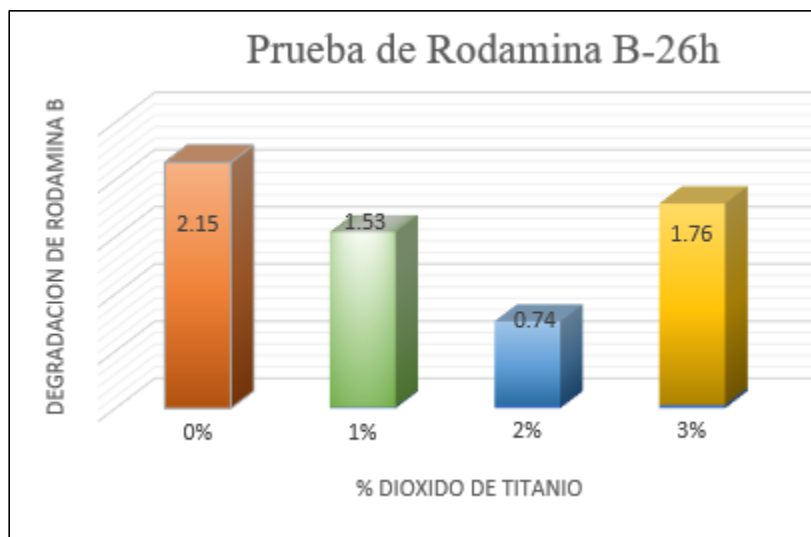
Fuente: Elaboración propia

Tabla 132: Resultado de diferente porcentaje de TiO₂ en 26h

	% de TiO ₂			
Tiempo	0%	1%	2%	3%
26h	2.15	1.53	0.74	1.76

Fuente: Elaboración propia

Imagen 61: Prueba de rodamina B en 26h



Fuente: Elaboración propia

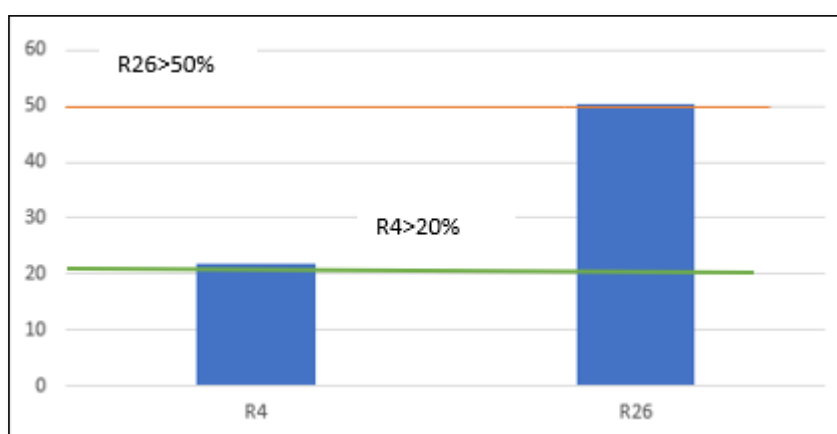
Análisis de mezcla asfáltica en frío fotocatalítica- tratamiento 0% de TiO2

Tabla 133: Medidas de coloración obtenida

Tiempo	0% TiO2
0h	2.98
4h	2.33
26h	0.48
R4	21.8
R26	50.3

Fuente: Elaboración propia

Imagen 62: Análisis de mezcla asfáltica en frío fotocatalítico con 0% de TiO2



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 133, se observan los datos de R4 y R26 aplicando la fórmula teórica para la mezcla asfáltica en frío sea considerada fotocatalítica el valor de R4 debe ser mayor que 20% y el R26 debe ser mayor que 50%. Se determina que el valor con el 0% de TiO2 en referente a R4 es mayor a 20%, ya que obtuvo como resultado el 21.8% y valor de R26 es mayor a 50%, ya que tuvo como resultado 50.3%.

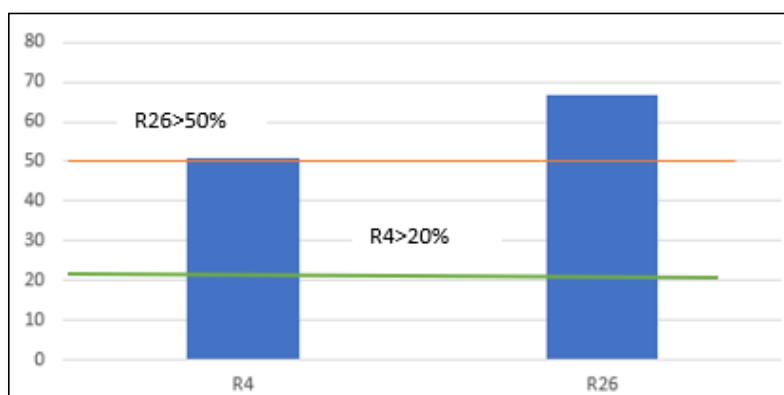
Análisis de mezcla asfáltica en frío fotocatalítico – tratamiento 1% TiO2

Tabla 134: Medidas de colorante obtenida

Tiempo	1% TiO2
0h	4.35
4h	2.14
26h	1.44
R4	50.8
R26	66.89

Fuente: Elaboración propia

Imagen 63: Análisis de mezcla asfáltica en frío fotocatalítico con 1% de TiO2



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 134, se observa los datos de R4 y R26 aplicando la formula teórica para la mezcla asfáltica en frío debe ser mayor que el 20% y el R 26 debe ser mayor que 50%. Se determina que el valor con el 1% de TiO2 en referente a R4 es mayor a 20%, ya que tuvo como resultado 50.8% y el valor de R26 es mayor a 50%, ya que tuvo como resultado 66.89%.

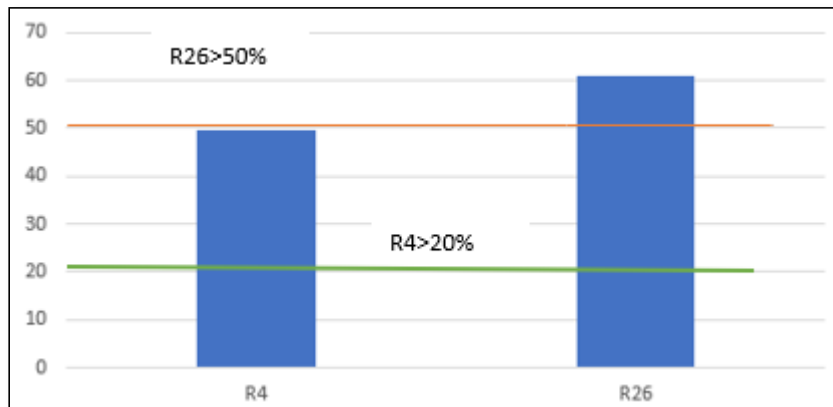
Análisis de mezcla asfáltica en frío fotocatalítico – tratamiento 2% de TiO₂

Tabla 135: Medidas de colocación obtenido

Tiempo	2% TiO ₂
0h	1.82
4h	0.92
26h	0.71
R4	49.45
R26	60.9

Fuente: Elaboracion propia

Imagen 64: Análisis de mezcla asfáltica en frío fotocatalitico con 2% TiO₂



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 135, se observa los datos de R4 y R26 aplicando la formula teórica para la mezcla asfáltica en frío sea considerada fotocatalítico debe ser mayor que el 20% y R26 debe ser mayor que el 50%. Se determina que el valor con el 2% de TiO₂ en referente a R4 es mayor a 20%, ya que tuvo como resultado 49.45% y el valor de R53.26 es mayor a 50%, ya que tuvo como resultado 60.9%.

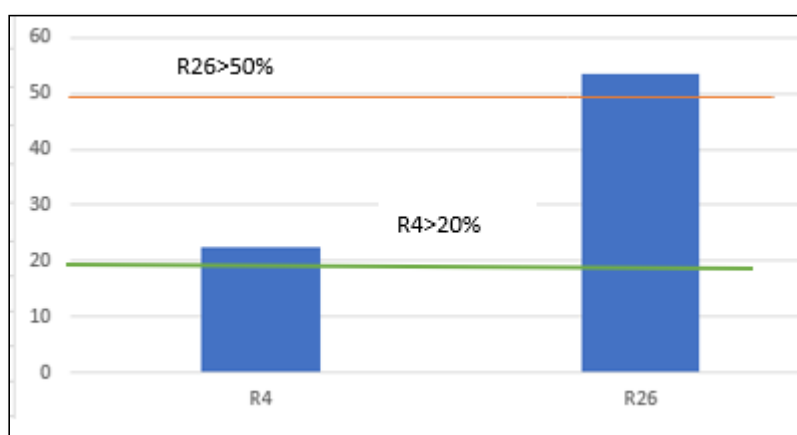
Análisis de mezcla asfáltica en frío fotocatalítico – tratamiento 3% TiO₂

Tabla 136: Medidas de colorante obtenida

Tiempo	3% TiO ₂
0h	3.45
4h	2.68
26h	1.6
R4	22.31
R26	53.62

Fuente: Elaboración propia

Imagen 65: Análisis de mezcla asfáltica en frío fotocatalítico con 3% de TiO₂



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 136, se observa los datos de R4 y R 26 aplicando la fórmula para mezcla asfáltica en frío sea considerada fotocatalítica, el valor de R4 debe ser mayor que 20% R26 debe ser mayor que el 50%. Se determina que el valor con el 3% de TiO₂ en referente a R4 es mayor a 20%, ya que tuvo como resultado 22.31% y el valor de R 26 es mayor que 50%, ya que tuvo como resultado 53.62%.

e. Costos

Costo de producción de mezcla asfáltica en caliente

Tabla 137: Análisis de precios unitarios de mezcla asfáltica caliente convencional

MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE CONVENCIONAL					
partida	producción de mezcla asfáltica en caliente PEN 60/70				
rendimiento	m3/día				
costo unitario m3	701.54				
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	parcial s/.
mano de obra					
oficial	hh	1	0.0321	17.03	0.55
operario	hh	1	0.0321	21.01	0.67
peón	hh	3	0.0964	15.33	1.48
					2.70
materiales					
cemento asfáltico PEN 60/70	gal		50	10	500
cemento portland	kg		23	0.54	12.42
piedra chancada (P/asfalto)	m3		0.402	45	18.09
confitillo	m3		0.937	45	42.165
arena	gl		1.339	50	66.95
					639.63
equipos					
Herramientas manuales	%MO		5	2.70	13.49
Cargador sobre llantas 125-155HP3 Yd3	hm	1	0.0321	175	5.62
Grupo electrógeno 230HP 150kw	hm	1	0.0321	170.08	5.46
Grupo electrógeno 116HP 75kw	hm	2	0.0643	139.38	8.96
Planta de asfalto de 60-115 tn/hr	hm	1	0.0321	800	25.68
					59.21

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 137, se observa el costo unitario de la producción de mezcla asfáltica convencional, el total en m3 es de s/. 701.54.

Tabla 138: Análisis de precios unitarios de la mezcla asfáltica en caliente adicionado con dióxido de titanio

MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE ADICIONADO DIOXIDO DE TITANIO					
partida	producción de mezcla asfáltica en caliente PEN 60/70				
rendimiento	m3/día				
costo unitario m3	718.60				
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	parcial s/.
mano de obra					
oficial	hh	1	0.0321	17.03	0.55
operario	hh	1	0.0321	21.01	0.67
peón	hh	3	0.0964	15.33	1.48
					2.70
materiales					
cemento asfáltico PEN 60/70	gal		50	10	500
piedra chancada (P/asfalto)	m3		0.402	45	18.09
confitillo	m3		0.937	45	42.165
arena	m3		1.339	50	66.95
Filler (dióxido de titanio)	kg		26.8	1.1	29.48
					656.69
equipos					
Herramientas manuales	%MO		5	2.70	13.49
Cargador sobre llantas 125-155HP3 Yd3	hm	1	0.0321	175	5.62
Grupo electrógeno 230HP 150kw	hm	1	0.0321	170.08	5.46
Grupo electrógeno 116HP 75kw	hm	2	0.0643	139.38	8.96
Planta de asfalto de 60-115 tn/hr	hm	1	0.0321	800	25.68
					59.21

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 138, se observa el precio unitario de la producción de la mezcla asfáltica en caliente adicionado con dióxido de titanio, la cual el costo total es de s/. 718.60.

En comparación de los precios de producción de estas mezclas asfálticas en caliente se tiene que la mezcla asfáltica en caliente adicionado con dióxido de titanio es mayor con respecto al convencional.

Tabla 139: Comparación de costo de producción

	mezcla asfáltica en Caliente	
	convencional	dióxido de titanio
precio del diseño de mezcla asfáltica	s/. 701.54	s/. 718.60
Ahorro	17.06	

Fuente: Elaboración propia

Costo de producción de mezcla asfáltica en frío

Tabla 140: Análisis de precios unitarios de la mezcla asfáltica en frío convencional

MEZCLA ASFALTICA EN FRIO CONVENCIONAL					
partida	producción de mezcla asfáltica en caliente PEN 60/70				
rendimiento	100m3/día				
costo unitario m3	675.17				
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	parcial s/.
mano de obra					
oficial	hh	1	0.08	17.03	1.36
operario	hh	1	0.08	21.01	1.68
peón	hh	3	0.24	15.33	3.68
	6.72				
materiales					
piedra chancada (P/asfalto)	m3		0.402	45	18.09
confitillo	m3		0.973	45	43.785
arena	m3		1.339	50	66.95
Emulsión asfáltica CCS- 1HP	gl		32	15	480.00
Agua	gl		25	0.03	0.75
filler (cemento portland)	kg		23	0.54	12.42
	622.00				
equipos					
Herramientas manuales	%MO		5	6.72	33.61
cargador frontal	hm	1	0.08	160.5	12.84
	46.45				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 141: Análisis de precios unitarios de la mezcla asfáltica en frío adicionado dióxido de titanio

MEZCLA ASFALTICA EN FRIO ADICIONADO DIOXIDO DE TITANIO					
partida	producción de mezcla asfáltica en caliente PEN 60/70				
rendimiento	100m3/día				
costo unitario m3	692.23				
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	parcial s/.
mano de obra					
oficial	hh	1	0.08	17.03	1.36
operario	hh	1	0.08	21.01	1.68
peón	hh	3	0.24	15.33	3.68
	6.72				
materiales					
piedra chancada (P/asfalto)	m3		0.402	45	18.09
confitillo	m3		0.973	45	43.785
arena	m3		1.339	50	66.95
Emulsión asfáltica CCS- 1HP	gl		32	15	480.00
Agua	gl		25	0.03	0.75
filler (DIOXIDO DE TITANIO)	kg		26.8	1.1	29.48
	639.06				
equipos					
Herramientas manuales	%MO		5	6.72	33.61
cargador frontal	hm	1	0.08	160.5	12.84
	46.45				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 140 y en la tabla 141, se observan los precios unitarios de mezcla asfáltica en frío convencional con un costo total de producción de s/. 675.17 y el precio unitario de la mezcla asfáltica en frío con adición de dióxido de titanio con un costo total de s/. 692.23.

Tabla 142: Comparación en costos de producción

	mezcla asfáltica en Frío	
	convencional	dioxido de titanio
precio del diseño de mezcla asfáltica	s/. 675.17	s/. 692.23
Ahorro	17.06	

Fuente: Elaboración propia

En comparación de los precios unitarios de la producción de mezcla asfáltica se tiene que la mezcla asfáltica en frío con la adición de dióxido de titanio es mayor en s/. 17.06 con respecto a la convencional.

IV. DISCUSIÓN

Según (Cervera, 2016), en su tesis titulada: **“influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016”**, concluyó que la adición de PCR tiene una influencia positiva en el diseño de la mezcla asfáltica, el porcentaje de adición óptimo resulta ser el 1% de PCR con él %C. A de 5.3%, la cual cumple con los parámetros de las especificaciones técnicas del Manual de carreteras EG 2013. Por otro lado, en la presente investigación se obtuvo porcentajes de adición aproximado al resultado del antecedente, ya que en la mezcla asfáltica en caliente el óptimo de adición de TiO₂ fue el 2% con C.A.% de 5.45%, con un 4% de vacíos, 15.4 de V.M.A%, flujo 14.3 mm y la estabilidad de 1590.5kN mejorando significativamente las propiedades mecánicas del diseño convencional, ya que la estabilidad incremento en un 11.39%, el % de vacíos en 0.1% y el V.M.A.% en un 0.7 y la mezcla asfáltica en frío con 2% de TiO₂, influye significativamente en el diseño, en la cual con referente al diseño convencional frío la estabilidad varia en un 0.24%, los vacíos totales disminuye en 30.9% y el V.M.A% disminuye en 5%, siendo 1108, 5kg, 12.7% y 22.8% respectivamente; los vacíos totales exceden el máximo permitido según las especificaciones del MTC, dando que esta mezcla sea permeable, afectando las propiedad mecánica de impermeabilidad.

Según (Capa, 2017), en su tesis titulada: **“Análisis del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica abierta con la adición de fibras de acero”**, concluye que el óptimo de adición de fibra de acero es el 1% con un cemento asfáltico de 4.8% es la que posee un mejor comportamiento en el diseño de mezcla asfáltica, debido a que presento una buena trabajabilidad y flujo, además que si se incrementa mayor porcentaje de fibra de acero la estabilidad disminuirá y el flujo tiende a aumentar. Por otro lado, la presente investigación en la que se diseñó un asfalto adicionado el fotocatalizador dióxido de titanio en porcentajes de 1%, 2% y 3%, en la que en comparación con el asfalto convencional en caliente y frío con un porcentaje óptimo de C.A% de 5.45% y A.R% de 4.8% respectivamente, esta aumenta la estabilidad en porcentajes de la siguiente manera; mezcla asfáltica en caliente de 1% en un 10.9%, 2% en un 12.86% y 3% en un 14.13% y la mezcla densa en frío de 1% en 7.8%, 2% en 0.24 y 3% en 2.85% (disminuye); la cual se puede determinar que el óptimo % de adición de TiO₂ es el 2% ya que mejora significativamente la estabilidad, debido a que la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente convencional es de 1409.3kN y con la adición de 2% de TiO₂ es 1590.5Kn y la estabilidad de la mezcla asfáltica en frío convencional es de 1105.8kN y con la adición de 2% de TiO₂ es 1108.5Kn.

Según (Chahua Y Lima, 2018), en su tesis **“Análisis comparativo del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con betutec IC+Aditivo Warmix Respecto a la mezcla asfáltica convencional”**, llego a la conclusión que el contenido de vacíos de agregado mineral en la mezcla asfáltica modificada con Betutec IC+aditivo Warmix es superior en un 2.65% con respecto a la mezcla asfáltica convencional. Por otro lado, la presente investigación en la que se diseñó una mezcla asfáltica en caliente y una mezcla densa en frío adicionando el fotocatalizador dióxido de titanio en 1%, 2% y 3% respectivamente, realizando la comparación con el asfalto convencional en caliente con C.A% de 5.45% y mezcla densa en frío con A.R% de 4.8%, se determina que el contenido de relleno mineral (V.M.A%) para mezcla asfáltica en caliente con% de dióxido de titanio es mayor a la mezcla asfáltica convencional con un valor de 14.7%, aumenta el V.M.A% de la siguiente manera: adición de 1% en 1.5% , 2% en 0.7% y 3% en 0.5% y el contenido de relleno mineral (V.M.A%) para mezcla densa en frío con % de dióxido de titanio en menor que el diseño convencional con un valor de 27.75%, disminuye el V.M.A% de la siguiente manera: adición de 1% en 4.75%, 2% en 4.95% y 3% en 5%; se puede determinar que la mezcla en caliente y frío posee la propiedad de trabajabilidad ya que no posee un alto ni bajo contenido de vacío.

Según (Valdivia, 2017), en su tesis titulada: **“Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la av. Universitaria cuadra 53 al 57-comas, lima 2017”**, concluyo que el porcentaje de vacío obtenido en los diseños de mezcla asfáltica es de 3.9% que se encuentra dentro de la normativa, con un 5.5% de C.A.% de mezcla asfáltica convencional y 5% de mezcla asfáltica modificada, este porcentaje de vacíos permite una adecuada compactación e impermeabilidad. Por tanto, según los resultados obtenidos en la presente investigación, en la mezcla asfáltica en caliente modificada con el óptimo de 2% de cemento asfáltico, el porcentaje de vacío es 4.7% siendo superior en 1% que el diseño convencional, la cual garantiza la impermeabilidad; sin embargo, en la mezcla asfáltica en frío modificada con 2% de TiO₂ el porcentaje de vacío es de 12.7%, esta es superior a 5%, por ello esta mezcla es altamente permeable.

V. CONCLUSIONES

conclusión 1: La incorporación de dióxido de titanio en porcentajes a la mezcla asfáltica en caliente mejoro las propiedades mecánicas, el óptimo de TiO₂ es el 2%, debido a que los datos obtenidos del ensayo Marshall aumento significativamente respecto al convencional , la estabilidad obtenida fue el 1590.5kg, los vacíos 4.7%, el V.M.A en 15.4% y el flujo 14.3mm (tabla 97), incrementando con respecto a la convencional en 11.39%, 0.1% y 0.7% (tabla 91) respectivamente y mezcla asfáltica en frío con un 2% de TiO₂ la estabilidad aumenta en a 1108.5kg, los vacíos totales disminuye a 12.7% y V.M.A disminuye en 22.8% (tabla 121) en referente al diseño convencional de 1105.8kg, 15.05% y 27.7% respectivamente (tabla 113), el porcentaje de vacío disminuye al mínimo la cual conserva la propiedad de trabajabilidad.

Parámetros de diseño (MAC)				Resumen de MAF		
Dióxido de Titanio	%	convencional	2%	% Dióxido de Titanio	convencional	2%
PESO UNITARIO	kg/m ³	2.386	2.379	DENSIDAD SECA BULK (g/cm ³)	2.088	2.236
VACIOS	%	4.6	4.7	VACÍOS TOTALES (%)	18.4	12.7
V.M.A.	%	14.7	15.4	CAMBIOS DE ESTABILIDAD (%)	5.6	8.5
V. LL.C.A.	%	67.3	69.6	HUMEDAD ABSORVIDA (%)	3.2	2.4
POLVO / ASFALTO	%	1.3	1.4	ESTABILIDAD SECA (kg)	1105.8	1108.5
FLUJO	mm	14	14.3	ESTABILIDAD HÚMEDA (kg)	1043.9	1014.2
ESTABILIDAD	kN	1409	1590.5	V.M.A (%)	27.7	22.8
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3930	4438.5			

conclusión 2: Se determinó que la incorporación de TiO₂ a la mezcla asfáltica en caliente mejora la estabilidad de 1409.3kN (tabla 91) de la mezcla convencional a un 1562.9Kn,1590.5kN y 1608.4Kn (tabla 97) de la mezcla modificada con 1%, 2% y 3% de TiO₂ respectivamente y la mezcla asfáltica en frío aumenta su estabilidad de 1105.8Kg (tabla 113) de la mezcla convencional a 1192.6kg y1108.5Kg (tabla 121) de la mezcla modificada con 1% y 2%, sin embargo la mezcla con 3% de TiO₂ disminuye en un 2.85%, la cual indica que a mayor incremento de porcentaje de TiO₂ existirá un descenso de la estabilidad, además que el óptimo porcentaje de asfalto fue el adecuado 5.45% en mezcla asfáltica en caliente y 4.8% de mezcla asfáltica en frío, ya que permitió la mejora de la propiedad de estabilidad y esta se mantenga dentro de las especificaciones.

resultado Estabilidad kg (MAC)					
Dióxido de Titanio	%	conv.	1%	2%	3%
ESTABILIDAD	kg	1409	1562.9	1590.5	1608.4
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3930	3990.5	4438.5	4707.4
Resultado Estabilidad kg (MAF)					
% Dióxido de Titanio	convencional	1%	2%	3%	
ESTABILIDAD SECA (kg)	1105.8	1192.6	1108.5	1073.4	
ESTABILIDAD HÚMEDA (kg)	1043.9	1133.0	1014.2	968.2	

Conclusión 3: Se determinó que la mezcla asfáltica en caliente adicionado con TiO₂ mejora la trabajabilidad debido a que los V.M.A% aumentaron de la siguiente manera 1%,2% y 3% de TiO₂ en un 16.2%, 15.4% y 15.2% (tabla 97) respectivamente con referente al diseño

convencional que tuvo el valor de 14.7% (tabla 91) y la mezcla asfáltica en frío disminuye el V.M.A% en un 23%, 22.8% y 22.7% (tabla 121) con 1%, 2% y 3% de TiO₂ con respecto a la convencional que fue de 27.75% (tabla 113), la temperatura de 150°C fue la adecuada ya que permitió la fácil compactación y el adecuado porcentaje de llenante mineral. La cual considera que la mezcla asfáltica en caliente y frío poseen la propiedad de trabajabilidad.

resultado de mezcla asfáltica				
Dióxido de Titanio %	convencional	1%	2%	3%
diseño mezcla asfáltica MAC %				
V.M.A. %	14.7	16.2	15.4	15.2
diseño mezcla asfáltica MAF				
V.M.A. %	27.7	23.0	22.8	22.7

Conclusión 4: Se determinó que el diseño de mezcla asfáltica en caliente mejora la propiedad de impermeabilidad y la mezcla asfáltica en frío es más propensa a la pérdida de impermeabilidad, debido a que el diseño con el 2% de TiO₂ el porcentaje de vacíos es de 4.7 % (tabla 97) y 12.7% (tabla 121) respectivamente, en la cual el diseño en caliente se encuentra dentro del rango de las especificaciones y el diseño en frío se encuentra al límite de resulta ser mayor al máximo permitido en la especificaciones 5%, por ello la mezcla es permeable, adicionalmente la compactación usada en el diseño de mezcla asfáltica en caliente fue la adecuada ya que no permitió que esta posee contenido alto de vacíos, sin embargo no sucedió de igual manera con la mezcla asfáltica en frío, la cual posee una alto porcentaje de contenido de vacíos.

resumen de vacios totales de mezcla Asfáltica				
Dióxido de Titanio	Convencional	1%	2%	3%
Diseño de mezcla asfáltica (MAC)				
VACIOS	4.6	5.9	4.7	4
Diseño de mezcla asfáltica (MAF)				
VACIOS TOTALES (%)	18.4	12.9	12.7	12.6

Conclusión 5: Se determina que las mezclas asfálticas realizadas con TiO₂ cumplen la propiedad fotocatalítica, la prueba de degradación de Rodamina B, arrojo que el óptimo de porcentaje fue el 2% de TiO₂ en mezcla asfáltica en caliente y 1% de TiO₂ en la mezcla asfáltica en frío, ya que en estos porcentajes tienen un alto grado de degradación, con los valores de 38.16% y 96.09% en R4 y R26 respectivamente en el diseño de mezcla asfáltica en caliente y los valores de 50.8% en R4 y 66.89% en R26, por tanto todos los valores en R4 es superior a 20% y R26 es superior a 50% garantizando con ello la propiedad fotocatalítica.

resumen de Prueba rodamina B de mezcla Asfáltica				
Dióxido de Titanio	Convencional	1%	2%	3%
Diseño de mezcla asfáltica (MAC)				
R4	28.05	28.13	38.16	37.61
R26	53.96	52.19	86.09	62.39
Diseño de mezcla asfáltica (MAF)				
R4	21.8	50.8	49.45	22.3
R26	50.3	66.9	60.90	53.62

VI. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Se recomienda que se amplíe esta investigación realizando ensayos para poder determinar su comportamiento a la fatiga, la resistencia a la fatiga y deformaciones permanente.

Recomendación 2: Se recomienda que se realicen tramos de pruebas, para poder obtener datos precisos y estudiar su comportamiento como un diseño de pavimento terminado.

Recomendación 3: Es recomendable realizar más ensayos con diferentes contenidos de dióxido de titanio que los utilizados en esta investigación, con el fin de evaluar si se consiguen mejores resultados en comparación con los porcentajes ensayados.

En base a esta investigación se recomienda dos investigaciones:

Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica con la adición de dióxido de titanio y polímeros; en la cual se realizará la comparación de las propiedades de estas mezclas asfálticas modificadas, determinando cual es el óptimo diseño.

Evaluación de las propiedades de resistencia a deformaciones permanente con la viga de benkelman de una mezcla asfáltica adicionado con dióxido de Titanio. Con ello se demostrará si la mezcla con adición de dióxido de titanio resiste a las deformaciones permanente, obteniendo resultados más certeros.

REFERENCIAS

1. ALVAREZ, Alex, REYES, Oscar y MIRO, Rodrigo. A review of the characteriacion and evaluation of permeable friction course mistures. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería [online], vol. 22, no. 4, 2014. [fecha de consulta: 22 de mayo del 2019] disponible en:

ISSN: 0718-3305
2. ASFÁLTICA revista técnica [En línea]. México: Asociación mexicana de asfalto A. C, No 42, 2015. [Fecha de consulta: 22 de abril del 2019] disponible en: https://issuu.com/amaac8/docs/asfáltica_42
ISSN: 2007-2473
3. BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación: serie integral por competencias 1ª edición. México: grupo editorial patria, 2014, p. 11.
4. BERNAL, Cesar. Metodología de la investigación 3ª edición. Colombia: PEARSON EDUCACION Colombia, 2010, p. 97.
ISBN: 978-958-699-128-5
5. BERNEJO, Marina. Fotocatálisis su capacidad descontamínate, aplicación en gran vía. Madrid: Universidad politécnica de Madrid, 2018, P.8.
6. CAHUANA, Patricia y LIMAS, Herless. Análisis comparativo del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con Betutec IC +aditivo Warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional. Lima: Universidad san Martín de Porres, 2018, p. 89.
7. CAPA, Karla. Análisis del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica abierta con la adición de fibras de acero. Ecuador: Universidad técnica de Ambato, 2017, p. 73.
8. CERVERA, Cesar. Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla Cajamarca: asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016. Universidad Privada del Norte, 2016, p. 101.
9. CORZO, Aletto. Estudio cinético de la degradación fotocatalítica oxidativa de rodamina B con el ZnO y luz solar, vol. 77, núm.4 [En línea]. Perú: Revista de la sociedad química del Perú, octubre – diciembre del 2011, p.268. [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2018]
Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/3719/371937624004.pdf>

ISSN: 1810-634X

10. CORZO, Alberto y Vega, José. Estudio cinético de la degradación fotocatalítica oxidativa de colorantes empleados en la industria textilera. *Revista iberoamericana de polímeros*, vol. 13, No 2, abril 2012. [Fecha de consulta: 10 de diciembre]. Disponible en: <http://www.reviberpol.iibcaudo.com.ve/pdf/ABR12/lucioni.pdf>
ISSN: 1988-4206
11. CUC, Jose. Especial asfalto: asfalto reciclable. *Vector de la ingeniería*, No 56, agosto 2013. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2019]. Disponible en: https://issuu.com/revistavectordelaing.civil/docs/revista_asfaltos_56_agosto_2013_baj
12. FERNANDEZ, Juan de Dios, CAMPO, José María Y COLORADO, David. study of the applicability of TiO₂ as a decontaminating agent on treated metal surfaces [online]. *Revista de la construcción*, vol, 15, no. 2, 2016. [fecha de consulta: 23 de marzo del 2019]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rconst/v15n2/art10.pdf>
ISSN: 0718-915X
13. FERNANDEZ, Willian, RONDON, Hugo y REYES, Fredy. A review of asphalt and asphalt mixture aging. *Ingeniería e investigación* [online], vol. 33, no. 1, 2013. [fecha de consulta: 15 de marzo del 2019] disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v33n1/v33n1a02.pdf>
ISSN: 0120-5609
14. JIMÉNEZ, David y MORENO, José. Efectos del reemplazo del cemento portland por el dióxido de titanio en las propiedades mecánicas del mortero. Cali: Pontificia universidad Javeriana, 2016.
15. JIMENEZ, Rosa. Metodología de la investigación elementos básicos para la investigación clínica. Habana: Editorial ciencias clínicas, 1998, p.33.
ISBN: 959-212-066-8
16. BOHORQUEZ, Andrés, QUIROZ, Heiddy, DUSSAN, Anderson. Propiedades estructurales y ópticas de nanoestructuras de Tio₂ depositadas por el método de deposición en el baño químico para sensores UV. *Información tecnológica*, vol.27, no.6 La Serena 2016. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2019]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642016000600019&script=sci_arttext
ISSN: 0718-0764

17. GRANDA, Fidel [et al.] Soporte y caracterización de películas de TiO₂ sobre recubrimientos Poliméricos con actividad foto inducida [en línea]. Colombia: Universidad tecnológica de Pereira, septiembre 2007. [Fecha de consulta: 16 de octubre del 2018].
Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/849/84903645/>
ISSN: 0122-1701
18. GOMEZ, Noemí. Recubrimientos meso porosos y meso estructurados de TiO₂-anatasa por el método sol-gel para aplicaciones en sistemas fotocatalíticos. Madrid: Universidad Autónoma, 2012, p.102.
19. GOMEZ, Maricelly, GALIANO, Catalina, JARAMILLO, Dumar. EL ESTADO DE ARTE: Una metodología de Investigación. Revista colombiana de Ciencias Sociales, vol. 6, núm. 2, julio-diciembre, 2015, [fecha de consulta 13 de abril del 2019]- disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/4978/497856275012.pdf>
ISSN: 2216-1201
20. HARUN, Rashid [et al.]. Marshall characteristics of Bituminous Mixes Using Reclaimed Asphalt Pavement. American Journal of traffic and transportation Engineering, vol. 3, no. 4, 2018, p. 59. [fecha de consulta: 14 de abril del 2019]
ISSN: 2578-8582
21. HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación Quinta edición. México: McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014, p.87.
ISBN: 978-607-15-0291-9
22. Krishnamurthy, Rasha [et al.]. Evaluation of Bitumen Film Thickness for Mixes Subjected To Short Term Ageing, vol. 1. India: Proceedings of International Conference on Advances in Architecture and Civil Engineering, 2012, p. 471.
ISBN: 978-93-82338-01-7
23. LOPEZ, Carlos [et al.]. study of warm mix asphalt with super stabilied emulsion. Revista ingeniería de construcción [online], vol. 32, no. 1, 2017. [fecha de consulta: 25 de abril del 2019] disponible en:
https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v32n1/en_art06.pdf
ISSN: 0718-5073
24. LEYVA, Fabricio y VARGAS, Adriana. Mejores prácticas para diseñar mezclas asfálticas con pavimento asfáltico recuperado (RAP). Revista infraestructura vial

- [en línea], vol. 19, no. 33, 2017 [fecha de consulta: 25 de abril del 2019] disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v19n33/2215-3705-infraestructura-19-33-35.pdf>
ISSN: 2215-3705
25. LOPERA, Conrado y CORDOBA, Jorge. Warm mix asphalt design from mix asphalt and crudo palm oil. Revista DYNA, vol. 80, no. 179, 2013, p. 101.
ISSN: 0012-7353
26. MEDINA, Andrés [et al.]. Diseño de un sistema para generar purificación de aire y auto-limpieza en las superficies del túnel de la avenida Colombia (cale). Colombia: Pontifica Universidad Javeriana, 2016, p.58.
27. MAURY, Anibal y DE BELEI, Nele. State of the art of TiO₂ containing cementitious materials: self-cleaning properties. Materiales de Construcción, Vol. 60, No 298, abril-junio 2010. [Fecha de consulta: 8 de mayo del 2019] disponible en:
<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/243>
ISSN: 0465-2746
28. MAURY, Anibal y DE BELEI, Nele. Evaluation of the algaecide activity of titanium dioxide on autoclaved aerated concrete. Journal of advanced oxidation technologies. Vol.12 No 1, 2009. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2019] disponible en: <https://biblio.ugent.be/publication/878143>
ISSN: 1203-8407
29. MORENO, Imanol. Fotocatálisis en materiales en base a cemento, evaluación de auto limpieza de fotocatalíticos en el espectro visible frente al UV. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2018, P. 35.
30. MORENO, Luis. Comportamiento monotónico de mezclas asfálticas MDC-2 adicionadas con desecho de caucho-cuero. Vol. 6, No 2, 2013. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2019] disponible en: [Dialnet-ComportamientoMonotonicoDeMezclasAsfálticasMDC2Adi-5061033.pdf](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5061033)
ISSN: 2011-0731
31. NAVA, Magaly. Cerámica tradicional con tecnología de auto-limpieza. México: universidad autónoma de nueva León, 2015, p.25.

32. NAVARRO Enrique [et al.]. Fundamento de la investigación y la innovación educativa. España: Universidad internacional del rioja, 2017, P.106.
ISBN: 978-84-16602-55-1
33. NOVOA, Diana. Análisis de la problemática de la explotación de los recursos naturales, la ecología y el medio ambiente en el Perú. Perú: universidad Ricardo palma, 2016, p. 13.
34. RAMIREZ, Aníbal. Fotocatálisis de TiO₂ para crear materiales de construcción más durable. PROSPECTIVA [online], vol.4v, no.2, 2006. [fecha de consulta: 20 de mayo del 2019] disponible en:
<http://www.redalyc.org/pdf/4962/496251108003.pdf>
ISSN: 1692-8262
35. REVISTA española de salud pública. España, 79(2) [en línea]. Marzo- abril 2005.
ISSN: 1135-5727
36. REYES, Oscar, ALVAREZ, Alex y VALDES, Gonzalo. Evaluación mecánica asfáltica frías fabricadas con reemplazo de llenante mineral. Información tecnológica, vol. 25, No 2, 2014. [Fecha de consulta: 8 de mayo del 2019] disponible en:
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v25n2/art11.pdf>
ISSN: 0718-0764
37. REYES, Fredy [et al.]. Comportamiento de un cemento asfáltico modificado con un desecho de PVC. Revista de ingeniería Universidad de Medellín [online], vol. 12, no. 22, 2013. [fecha de consulta: 13 de mayo del 2019] disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242013000100007
ISSN: 1692-3324
38. RONDON, Hugo. Comportamiento de una mezcla asfáltica tibia fabricada en una planta de asfalto. Ingeniería y desarrollo, vol. 35, No 1, 2016. [fecha de consulta: 21 de mayo del 2019] disponible en:
<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/8252/9560>
ISSN: 2145-9371
39. RONDON, Hugo y REYES, Fredy. Pavimentos: materiales, consti diseño. Bogotá: Editorial MACRO, 2015, p. 72.
ISBN: 978-958-771-175-2

40. ORELLANA, Susana. Análisis de comportamiento y beneficios de la mezcla asfáltica tibias. Lima: Universidad nacional de ingeniería, 2016, p.33.
41. ORUC, Seref, CELIK, Fazil y AKPINAR, Vefa. Effect of cemento on emulsified asphalt mixtures. Juarnal of materialsEngineering and performance, vol. 16, 2007. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2007JMEP...16..578O>
42. OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int. J. Morphol. vol.35 no.1 Temuco mar. 2017, p.230. [fecha de consulta 6 de mayo del 2019]- disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-95022017000100037&script=sci_arttext
ISSN: 0717-9502
43. PIERINI, Claudia, BRACHO, Carlos y GONZALES, Gioconda. Formulation of asphalt emulsions with lignin derivatives and its behavior with mistures of stony materials. Revista tecnológica de la facultad de ingeniería Universidad del Zulia [online], vol. 29, no. 2, 2006 [fecha de consulta: 22 de abril del 2019] disponible en:http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0254-07702006000200006&script=sci_abstract
ISSN: 0254-0770
44. SHAFFI, Mohd [et al.]. Effect of blending Temperature and Blending Time on Physical Porperties of NRL-Modified Bitumen. International journal of Applied Engineering research [online], vol. 12, no. 13, 2017. [fecha de consulta: 02 de abril del 2019] disponible en: https://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n13_39.pdf
ISSN: 0973-4562
45. PACHECO, Diego [et. al.] Estudio DFT de las propiedades estructurales y electrónicas del óxido de titanio en sus fases: Rutilo, Anatasa y Brookita. Revista Colombiana de Materiales N. 5, 2014, p. 179 [fecha de consulta 15 de Abril del 2019]- disponible en: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/materiales/article/view/19385/16567>
ISSN: 2256-1013

46. ULVI, Levent, GUL, Burak, CAVDAR, Ugur. The mechanical and tribological characteristic of Aluminium – Titanium dioxide composites. Revista de metalurgia, vol. 54, no. 2, 2018. [fecha de consulta: 21 de mayo del 2019] disponible en:
<http://revistademetalurgia.revistas.csic.es/index.php/revistademetalurgia/article/view/1433/1694>
ISSN: 0034-8570
47. VALDERRAMA, Santiago. Guía para elaborar la tesis universitaria escuela de posgrado. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2013, p. 61.
48. VALDIVIA, Vitmer. Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la av. Universitaria cuadra 53 al 57, comas, lima 2017. Universidad cesar Vallejo, 2017, p. 96.
49. VASQUEZ, Manuel. Influencia del fotocatalizador dióxido de titanio en la propiedad autolimpiante del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Cajamarca: universidad Nacional de Cajamarca, 2016.

ANEXOS

ANEXO 1.

Matriz de consistencia

Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador de dióxido de titanio en las propiedades mecánicas de mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INTRUMENTO DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es el análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019?	OBJETIVO GENERAL Realizar un análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019.	HIPÓTESIS GENERAL El análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio mejora las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente y frío, en Lima, 2019.	VARIABLE INDEPENDIENTE Los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Propiedad fotocatalítica ✓ degradación del colorante rodamina B 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de descontaminación del aire ✓ Capacidad de autolimpieza ✓ Prueba de Auto limpieza ✓ Prueba de contaminación 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Prueba de Rodamina B (UNI 11259-2008) ✓ Prueba de rodamina B (UNI 11259-2008) 	<p>MÉTODO: Método científico</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> <p>ENFOQUE: Cuantitativo</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Explicativo</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental</p> <p>UNIDAD DE MEDIDA Mezcla asfáltica</p> <p>POBLACIÓN Todas las briquetas que se encuentran en el laboratorio de Ingeniería Geotecnia de Calidad S.A.C.</p> <p>MUESTRA 66 briquetas</p> <p>MUESTREO No probabilístico</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuáles son los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019? ¿Cuáles son los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en la trabajabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019? ¿Cuáles son los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en la impermeabilidad de las mezclas asfálticas en caliente y frío en Lima, 2019?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019. Determinar los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en la trabajabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío, 2019. Determinar los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en la impermeabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS Los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio mejora la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019. Los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio mejora la trabajabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019. Los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio mejora la impermeabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y frío en Lima, 2019.	VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente y frío	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estabilidad ✓ Trabajabilidad ✓ Impermeabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estabilidad Marshall ✓ Contenido de asfalto ✓ Temperatura de diseño ✓ % V.M. A ✓ Compactación ✓ contenido de vacío 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estabilidad y flujo Marshall (MTC E-204) ✓ Marshall (MTC E-204) ✓ Porcentaje de vacíos de aire. (MTC E-204) ✓ Ensayo Marshall (MTC E 204) 	

ANEXO 2: Panel fotográfico

Diseño Marshall convencional



Imagen: Agregados pétreos



Imagen: Mezclado de agregado y ligante asfáltico



Imagen: Calentado de los agregados



Imagen: Llenado de la mezcla en el molde



Imagen: Compactación de la mezcla



Imagen: Briquetas



Imagen: Mezcla no compactada (RICE) Imagen: Briquetas marshall



Imagen: Peso seco

Imagen: Se sumerge en 10min

Imagen: Briquetas saturadas



Imagen: Peso saturado

Imagen: Baños maría



Imagen: Briqueta en el molde Marshall



Imagen: Ensayo Marshall



Imagen: Peso de agua en el molde Rice



Imagen: Peso de mezcla




Imagen: La mezcla en el recipiente Rice



Imagen: Rice

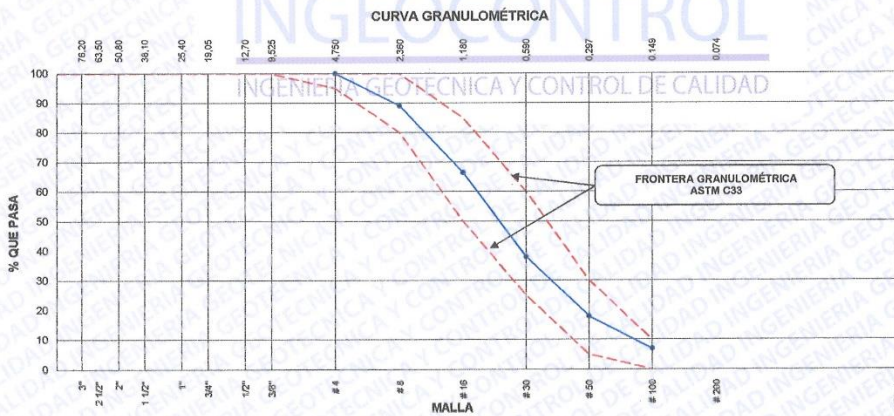
ANEXO 3: Resultados de ensayo de calidad de agregados pétreos

	INFORME	Código	AE-FO-150
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1


Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°: IGC19-LEM-139-01
Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por : Solicitante
Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por : B. Melgar
Ubicación de Proyecto : Lima	Fecha de Ensayo : 29/4/2019
Material : Agregado Fino	Turno : Diurno

Código de Muestra : ---
Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm					100.00	100.00
# 4	4.75 mm			0.00	100.00	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	86.9	10.92	10.92	89.08	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	179.0	22.49	33.41	66.59	50.00	85.00
# 30	600 µm	228.7	28.73	62.14	37.86	25.00	60.00
# 50	300 µm	159.2	20.00	82.15	17.85	5.00	30.00
# 100	150 µm	86.5	10.87	93.01	6.99	0.00	10.00
Fondo	-	55.6	6.99	100.00	0.00	-	-
						MF	2.82
						TMN	NA



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-67
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-16	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°: IGC19-LEM-139-04
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por : Solicitante
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por : B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo: 30/4/2019
Material	: Agregado Fino	Turno: Diurno


Código de Muestra	: ---
Procedencia	: Ferrería Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra	: ---
Progresiva	: ---

IDENTIFICACIÓN		1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0	500.0	
B	Peso Frasco + agua	650.1	650.9	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	961.6	960.7	
D	Peso del Mat. Seco	492.7	492.5	
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.61	2.59	2.60
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.65	2.63	2.64
Pe aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)		2.72	2.70	2.71
% Absorción = 100*((A-D)/D)		1.5	1.5	1.6



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-58
	DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D2419-14	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1


Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 Registro N°: IGC19-LEM-139-05
 Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Muestreado por : Solicitante
 Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Ensayado por : B. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 30/4/2019
 Material : Agregado Fino Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		
		1	2	3
1	Muestra N°			
2	Hora de Entrada	15:18	15:20	15:22
3	Hora de Salida	15:28	15:30	15:32
4	Hora de Entrada	15:30	15:32	15:34
5	Hora de Salida	15:50	15:52	15:54
6	Altura Máxima de Material Fino (Pulgadas)	3.48	3.50	3.46
7	Altura Máxima de la Arena (Pulgadas)	4.80	4.90	4.90
8	Equivalente de Arena (%)	72.5	71.4	70.6
9	Equivalente de Arena Promedio (%)	72.0		



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-62
	DETERMINACIÓN DE LA ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO MTC E222-2000	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1




Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 Registro N°: IGC19-LEM-139-06
 Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Muestreado por : Solicitante
 Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Ensayado por : B. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 30/4/2019
 Material : Agregado Fino Turno: Diurno


Código de Muestra : ---
 Procedencia : Ferretería Progresol - Av. Naranjal
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

ENSAYO	N°	1	2	3	ESPECIFICACIÓN
Peso del Agregado Fino + Molde	gr.	5185	5210	5225	FÓRMULA: $V - \frac{W}{Gsb} \times 100$
Peso del Molde	gr.	4199	4199	4199	
Peso del Agregado Fino	(w)	986	1011	1026	
Volumen del Cilindro	(v)	937	937	937	
Gravedad Específica de Agregado Fino	G _{sb}	2.60	2.60	2.60	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	59.5	58.5	57.9	Mín.40
PROMEDIO	%	58.6			

INGEOCONTROL

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-86
	VALOR AZUL DE METILENO PARA RELLENOS MINERALES, ARCILLAS Y FINOS AASHTO T330	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1


Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 Registro N°: IGC19-LEM-139-07
 Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Muestreado por : Solicitante
 Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Ensayado por : B. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 30/4/2019
 Material : Agregado Fino Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : Ferretería Progresol - Av. Naranjal
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

ENSAYO	N°	1	2	ESPECIFICACIÓN
Cantidad de solución	g	14.1	14.2	FÓRMULA: $AM = C_{sol} / p_{finos}$
Peso del material fino	g	5.213	5.168	
VALOR AZUL DE METILENO	mg/g	2.7	2.7	
PROMEDIO	mg/g	2.7		



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CQC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-04
	DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318-17e	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

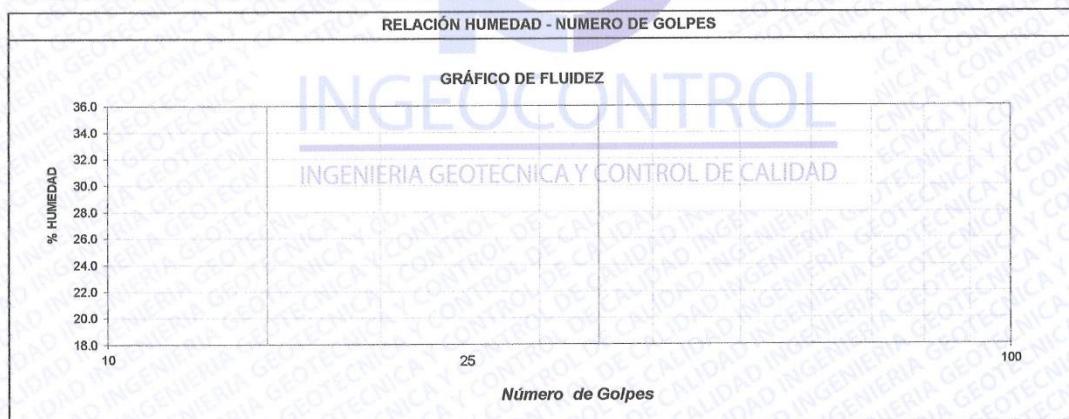
Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 Registro N°: IGC19-LEM-139-08
Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Muestreado por : Solicitante
Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Ensayado por : B. Melgar
Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 30/4/2019
Material : Agregado Fino Turno: Diurno

Código de Muestra : --
Procedencia : Ferrería Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra : --
Progresiva : --

Material Pasante Tamiz N° 40

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
Nro. de Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g		
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	g		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	15.0	NP	



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-04
	DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318-17e	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

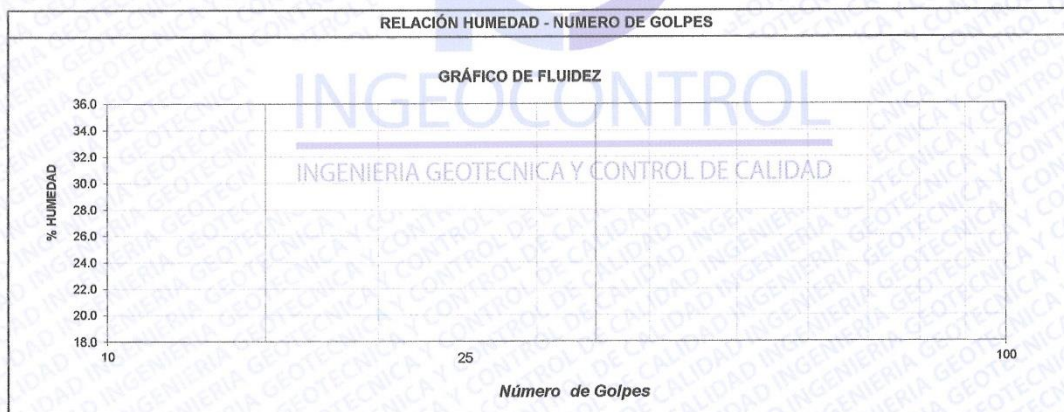
Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 Registro N°: IGC19-LEM-139-09
 Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Muestreado por : Solicitante
 Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Ensayado por : B. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 30/4/2019
 Material : Agregado Fino Turno: Diurno



Código de Muestra : ---
 Procedencia : Ferrería Progresol - Av. Naranjal
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

Material Pasante Tamiz N° 200

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
Nro. de Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	NP	NP
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g		
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	g		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
		15.0	NP



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-72
	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS ASTM D3744-18	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1




Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 **Registro N°:** IGC19-LEM-139-10
Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla **Muestreado por :** Solicitante
Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla **Ensayado por :** B. Melgar
Ubicación de Proyecto : Lima **Fecha de Ensayo:** 30/4/2019
Material : Agregado Fino **Turno:** Diurno

Código de Muestra : ---
Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---


TAMAÑOS DE MALLAS			Agitación Muestra	Contenido de	Muestra Lata
PASA	RETENIDO	PESO (g)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)	(ml)
N° 4	fondo	500	10'	1000.0	85

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
	1	2	Promedio
N° DE ENSAYO			
Hora de entrada a saturación	07:55	08:30	
Hora de salida de saturación (mas 10')	08:05	08:40	
Hora de entrada a decantación	08:11	08:46	
Hora de salida de decantación (mas 20')	08:31	09:06	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")	8.40	8.40	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")	5.50	5.50	
Indice de Durabilidad (Df = H.arena/H.arcilla*100)	65.5	65.5	65.5


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-118
	ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA INALTERABILIDAD POR MEDIO DEL SULFATO DE MAGNESIO ASTM C88/C88M - 18	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Ubicación de Proyecto : Lima Material : Agregado Fino	Registro N° : IGC19-LEM-139-11 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : B. Melgar Fecha de Ensayo : 30/4/2019 Turno : Diurno
--	---

Código de Muestra : ---
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

I. EXAMEN CUANTITATIVO: AGREGADO FINO

TAMICES		% RETENIDO	PESO INICIAL g	PESO FINAL g	DIFERENCIA	%PERD.	% PERD. CORREGIDO
PASA	RETIENE						
N°30	N°50	20.00	100	82.6	17.4	17.4	3.48
N°16	N°30	28.73	100	84.9	15.1	15.1	4.34
N°8	N°16	22.49	100	79.2	20.8	20.8	4.68
N°4	N°8	10.92	100	73.3	24.7	24.7	2.70
% PÉRDIDA							15

NOTA : Para el desarrollo del ensayo se utilizó reactivo de SULFATO DE MAGNESIO.



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	COC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-82
	DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS MTC E209-2000	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°:	IGC18-LEM-139-15
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: --		
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: --		
Progresiva	: --		

Identificación muestra	01	02	03
a.- Peso muestra en solución + vaso pirex, g	104.32	127.66	112.51
b.- Peso vaso pirex, g	20.18	38.59	20.11
c.- Peso muestra en solución, g	84.14	89.07	92.40
d.- Peso de la muestra evaporada + vaso pirex, g	20.290	38.710	20.220
e.- Peso de la muestra evaporada, g	0.110	0.120	0.110
Sales Solubles, %	0.1307	0.1347	0.1190
Promedio %	0.128		

$$\text{Sales Solubles, \%} = \left(\frac{d - b}{a - b} \right) \times 100$$


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-051
	IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO ASTM C40/C40M-19	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1
Proyecto	Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-139-12
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por :	J. Gutierrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: --		
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: --		
Progresiva	: --		


COLOR DE INDICADOR	N°2
CLASIFICACIÓN	PRESENTA ESCAZAS IMPUREZAS ORGÁNICAS

NOTA: El material fue cortado por el tamiz 3/8"



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Neemf C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-118
	ENSAYO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS FRIABLES ASTM C142/C142M-17	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019

Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla

Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla

Ubicación de Proyecto : Lima

Material : Agregado Fino

Registro N°: **IGC19-LEM-129-13**

Muestreado por : B. Melgar
Ensayado por : J. Gutierrez
Fecha de Ensayo: 26/4/2019
Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

TAMICES	M* (g)	R (g)	P (%)	Porcentaje Retenido **	% Perdida Corregida
No. 8	100	99.5	0.50	10.92	0.1
No. 16	100	99.6	0.40	22.49	0.1
PROMEDIO PONDERADO	0.1%				

* PESO NO MENOR DE 25 g

** DATOS DE LA GRANULOMETRIA DEL FINO

PRESENTAR LOS RESULTADOS CON APROXIMACIÓN AL 0,1% DE LA MASA.

FORMULA :

$$P = \left[\frac{(M - R)}{M} \right] \times 100$$

$$\% \text{ de pérdida corregida} = \frac{\% P \times \% \text{ retenido}}{100}$$

DONDE:

P : Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla


M : Masa de la muestra de ensayo retenidas en el tamiz No. 16

R : Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz designado, o sea el No. 20

INGEOCONTROL
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.


Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com


	INFORME	Código	AE-FO-53
	MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ N° 200 ASTM C117-17	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°:	IGC18-LEM-139-14
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por :	J. Gutierrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

PESO INICIAL SECO g	1233.1
PESO LAVADO SECO g	1193.6
% FINOS < TAMIZ N° 200	3.2%



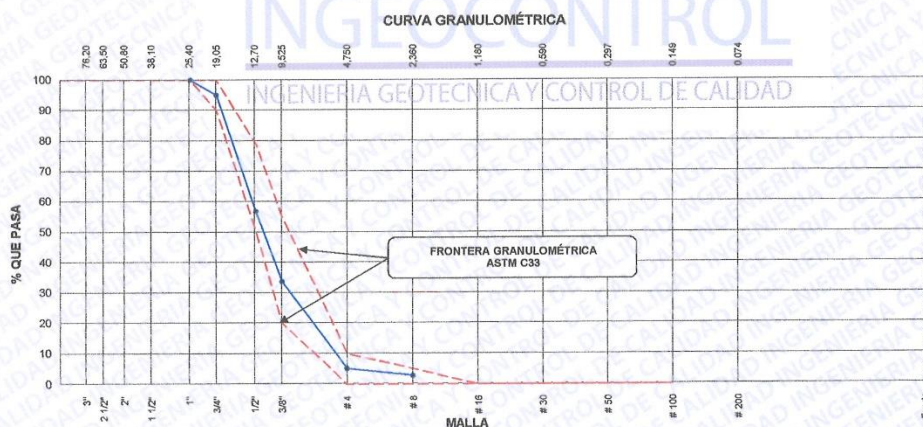
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.




	INFORME	Código	AE-FO-150
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 Registro N°: IGC19-LEM-139-16
 Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Muestreado por : Solicitante
 Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Ensayado por : B. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo : 29/4/2019
 Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67 Turno: Diurno


Código de Muestra : ---
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranja
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 67							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00	100.00
3/4"	19.00 mm	288.0	4.98	4.98	95.02	90.00	100.00
1/2"	12.50 mm	2058.8	38.22	43.20	56.80	50.00	79.00
3/8"	9.50 mm	1245.8	23.13	66.33	33.67	20.00	55.00
# 4	4.75 mm	1542.0	28.63	94.96	5.04	0.00	10.00
# 8	2.36 mm	126.3	2.34	97.30	2.70	0.00	5.00
# 16	1.18 mm					0.00	0.00
# 30	600 µm					0.00	0.00
# 50	300 µm					0.00	0.00
# 100	150 µm					0.00	0.00
Fondo	-	145.3	2.70	100.00	0.00	-	-
						MF	7.07
						TMN	1/2"



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-72
	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 **Registro N°:** IGC18-LEM-139-17
Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla **Muestreado por :** Solicitante
Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla **Ensayado por :** B. Melgar
Ubicación de Proyecto : Lima **Fecha de Ensayo:** 28/4/2019
Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67 **Turno:** Diurno


Material : ---
Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

TAMAÑOS DE MALLAS			Muestra	Agitación Muestra	Contenido de
PASA	RETENIDO	PESO (g)	Peso (g)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)
3/4"	1/2"	1070+/-10	1072		
1/2"	3/8"	570+/-10	574		
3/8"	N° 4	910+/-5	908	10'	1000.0

DESCRIPCION	IDENTIFICACION			
	N° DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a decantación		10:25	10:55	
Hora de salida de decantación (mas 20')		10:45	11:15	
Altura máxima de material fino (0.1")		4.80	4.50	
Indice de Durabilidad (De la tabla)		43.0	45.0	44.0

INGEOCONTROL

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD




INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony d. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-53
	MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ N° 200 ASTM C117-17	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1


Proyecto	Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°:	IGC18-LEM-139-18
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por :	J. Gutierrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	30/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

PESO INICIAL SECO g	1233.1
PESO LAVADO SECO g	1193.6
% FINOS < TAMIZ N° 200	3.2%



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-61
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO ASTM D4791-10	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-139-20
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por :	B. Malgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67	Turno:	Diurno
Material	: ---		
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		


TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		PESO DE PARTICULAS	CHATAS y ALARGADAS (5:1)		
		PESO RET. GRAD. ORIG.	(%) RET.		PESO	(%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	412.4	9.96	128.3	4.2	3.27	0.33
3/4"	19.000	771.2	18.62	212.4	4.6	2.17	0.40
1/2"	12.700	602.6	14.55	198.3	3.9	1.97	0.29
3/8"	9.500	927.3	22.39				
N° 4	4.750	1427.3	34.47				
PESO TOTAL DE LA MUESTRA:		4140.7					

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	1.02
--	-------------


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-63
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE LA ADHERENCIA DEL BITUMEN EN EL AGREGADO GRUESO ASTM D1664-80	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

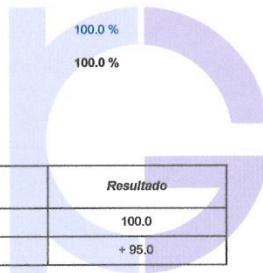
Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019 **Registro N°:** IGC19-LEM-139-21
Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla **Muestreado por :** Solicitante
Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla **Ensayado por :** B. Melgar
Ubicación de Proyecto : Lima **Fecha de Ensayo:** 28/4/2019
Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67 **Turno:** Diurno

Material : ---
Procedencia : Ferrería Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

Muestra:
 Mezcla Asfáltica - Diseño

Bitumen - Aditivo :
 * Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico PEN 60/70 5.40 %
 [en peso de la mezcla asfáltica total]
 * Aditivo Mejorador de Adherencia - Ar Red Radicote 0.5 %
 [en peso del contenido óptimo del Cemento Asfáltico]

Agregados Pétreos [Proporciones] :
 * Agregado Grueso [Piedra Chancada Tmáx. 3/4"]




[Estimación Visual]

Descripción - ensayo	Resultado
Recubrimiento, %	100.0
Desprendimiento, % retenido	+ 95.0


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-78
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°: IGC18-LEM-139-22
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por :
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por :
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo: 26/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67	Turno: Diurno
Tipo de muestra	: ---	
Procedencia	: Ferrería Progresol - Av. Naranjal	
N° de Muestra	: ---	
Progresiva	: ---	


DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss	2883.2	2869.9
2	Peso de la muestra sss sumergida	1821.1	1814.4
3	Peso de la muestra secada al horno	2863.2	2850.0

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.696	2.700	2.698
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.715	2.719	2.717
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.748	2.752	2.750
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.7	0.7	0.7


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-56
	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°:	IGC18-LEM-139-23
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por :	J. Gutierrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	---
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal	Norte:	---
N° de Muestra	: ---	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

DATOS


PI	P100	P400	U	ABRASION
10001.8	9432	8229	0.32	18

DETALLE	RESULTADO
Uniformidad	0.32
Abrasión	18%



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-118
	ENSAYO DE TARRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS FRIABLES ASTM C142/C142M-17	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 Registro N°: IGC-LEM-139-24
 Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Muestreado por : Solicitante
 Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Ensayado por : J. Gutierrez
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 28/4/2019
 Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67 Turno: Diurno


Código de Muestra : ---
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

TAMICES	TAMIZ A UTILIZAR PARA SEPARACION	M (PESOS A UTILIZAR)	M(g)	R(g)	P (%)	PORCENTAJE RETENIDO	% PERDIDA CORREGIDO
N°4 - 3/8pulg.	N° 8	1000	1000.1	996.9	0.3	50.2	0.16
3/8pulg - 3/4pulg.	N° 4	2000	2004.3	2004.3	0.0	0.0	0.00
3/4pulg - 1 1/2pulg.	N° 4	3000	3003.4	3000.5	0.1	20.7	0.02
> 1 1/2pulg	N° 4	5000	5000	5000	0.0	0.0	0.00
PROMEDIO							0.2

EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRIABLES Y TARRONES DE ARCILLA	
ENCONTRADOS EN EL AGREGADO GRUESO ES DE :	0.2 %


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-65
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE LAS CARAS DE FRACTURA EN AGREGADO GRUESO ASTM D5821-13 (2017)	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1


Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-25
 Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla MUESTREADO POR : Solicitante
 Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla ENSAYADO POR : B. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Lima FECHA DE ENSAYO : 26/4/2019
 Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67 TURNO : Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

A- CON UNA CARA FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Retenido	C°D
1 1/2"	1"	2000.0	1984.0	99.2	9.2	912.6
1"	3/4"	1500.0	1497.2	99.8	5.1	509.0
3/4"	1/2"	1200.0	1198.6	99.9	8.6	859.0
1/2"	3/8"	300.0	299.1	99.7	19.3	1,924.2
TOTAL		5000.0	4978.9			
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA		TOTAL E		=	4205	
		TOTAL D			42.20	99.6 %

B- CON DOS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Retenido	C°D
1 1/2"	1"	2000.0	1978.6	98.9	9.2	910.2
1"	3/4"	1500.0	1364.9	91.0	5.1	464.1
3/4"	1/2"	1200.0	1162.4	96.9	8.6	833.1
1/2"	3/8"	300.0	264.9	88.3	19.3	1,704.2
TOTAL		5000.0	4770.8			
PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS		TOTAL E		=	3911	
		TOTAL D			42.20	92.7 %

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CGC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-054
	INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO ASTM C88/C88M-18	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 Registro N°: IGC19-LEM-139-26
Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Muestreado por : Solicitante
Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Ensayado por : B. Melgar
Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 26/4/2019
Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67 Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---



I. EXAMEN CUANTITATIVO

TAMIZ	%RET.	P.INIC.	P.FIN.	PERD. PESO	%PERD.	% PERD. CORREG.
2 1/2" 1 1/2"						
1 1/2" 3/4"	14.98	1504.9	1411.3	93.6	6.2	0.9
3/4" 3/8"	28.84	1003.2	896.2	107	10.7	3.1
3/8" N° 4	50.18	300.9	265.5	35.4	11.8	5.9

TAMICES		PÉRDIDA DE PESO EN PORCENTAJE
PASA	RETENIDO	
2 1/2"	1 1/2"	0.00 %
1 1/2"	3/4 "	0.93 %
3/4 "	3/8"	3.08 %
3/8"	N° 4	5.90 %
TOTAL		10 %

II. EXAMEN CUALITATIVO

TAMICES		Rejadas		Desmoronadas		Fracturadas		N° Inicial	
Pasa	Retenido	N°.	%	N°.	%	N°.	%	%	Partículas
2 1/2"	1 1/2"	0	0	0	0	0	0	0	0
1 1/2"	3/4"	2	6	1	3	0	0	9	33

INGEOCONTROL SAC									
TECNICO LEM			JEFE LEM				CQC - LEM		
Nombre y firma:			Nombre y firma:				Nombre y firma:		
			 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.				 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com


	INFORME	Código	AE-FO-82
	DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS MTC E209-2000	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°:	IGC18-LEM-139-27
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

Identificación muestra	04	05	06
a.- Peso muestra en solución + vaso pirex, g	114.32	116.41	119.37
b.- Peso vaso pirex, g	25.64	28.16	21.37
c.- Peso muestra en solución, g	88.68	88.25	98.00
d.- Peso de la muestra evaporada + vaso pirex, g	25.723	28.247	21.461
e.- Peso de la muestra evaporada, g	0.083	0.087	0.091
Sales Solubles, %	0.0936	0.0986	0.0929
Promedio %	0.095		

$$\text{Sales Solubles, \%} = \left(\frac{(d - b)}{(a - b)} \right) \times 100$$


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

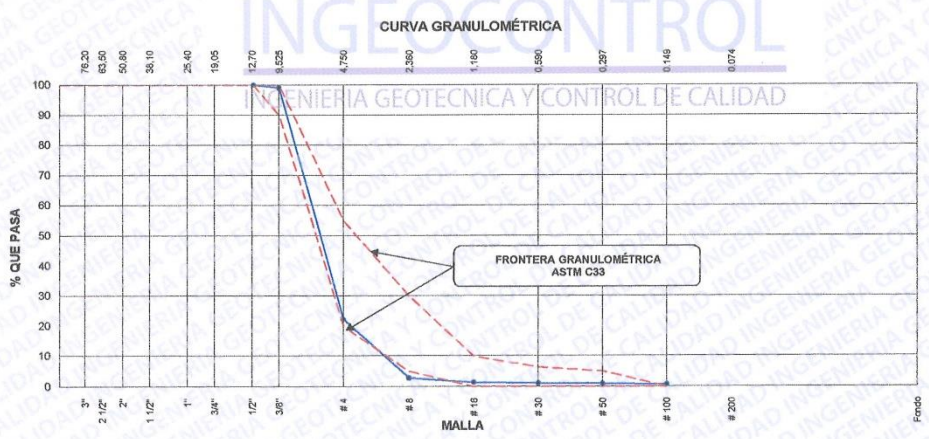
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-150
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-139-28
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	29/4/2018
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89	Turno:	Diurno


Código de Muestra	: --
Procedencia	: Ferretería Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra	: --
Progresiva	: --

Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	13.4	0.83	0.83	99.17	90.00	100.00
# 4	4.75 mm	1243.5	76.94	77.77	22.23	20.00	55.00
# 8	2.36 mm	313.6	19.40	97.18	2.82	5.00	30.00
# 16	1.18 mm	23.9	1.48	98.66	1.34	0.00	10.00
# 30	600 µm	4.1	0.25	98.91	1.09	0.00	6.50
# 50	300 µm	1.9	0.12	99.03	0.97	0.00	5.00
# 100	150 µm	4.1	0.25	99.28	0.72	0.00	0.00
Fondo	-	11.6	0.72	97.90	2.10	-	-
						MF	5.72
						TMN	3/8"



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-72
	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 Registro N°: **IGC19-LEM-139-29**
Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Muestreado por : Solicitante
Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Ensayado por : B. Melgar
Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 26/4/2019
Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89 Turno: Diurno

Material : ---
Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---


TAMAÑOS DE MALLAS			Muestra	Agitación Muestra	Contenido de
PASA	RETENIDO	PESO (g)	Peso (g)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)
3/4"	1/2"	1070+/-10	1068		
1/2"	3/8"	570+/-10	570		
3/8"	N° 4	910+/-5	911	10'	1000.0

DESCRIPCION	IDENTIFICACION			
	N° DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a decantación		10:25	10:55	
Hora de salida de decantación (mas 20')		10:45	11:15	
Altura máxima de material fino (0.1")		4.70	4.60	
Indice de Durabilidad (De la tabla)		44.0	46.0	45.0


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.


Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-53
	MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ N° 200 ASTM C117-17	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1


Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°:	IGC18-LEM-139-30
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por	B. Melgar
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	30/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #99	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

PESO INICIAL SECO g	1364.5
PESO LAVADO SECO g	1358.6
% FINOS < TAMIZ N° 200	0.4%



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-63
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE LA ADHERENCIA DEL BITUMEN EN EL AGREGADO GRUESO ASTM D1664-80	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-139-32
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89	Turno:	Diurno

Material : ---
Procedencia : Forretería Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

Muestra:
 Mezcla Asfáltica - Diseño




Bitumen - Aditivo :
 * Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico PEN 60/70 5.40 %
 [en peso de la mezcla asfáltica total]
 * Aditivo Mejorador de Adherencia - Ar Red Radicote 0.5 %
 [en peso del contenido óptimo del Cemento Asfáltico]

Agregados Pétreos [Proporciones] :
 * Agregado Grueso [Piedra Chancada T máx. 3/4"]


[Estimación Visual]

Descripción - ensayo	Resultado
Recubrimiento, %	100.0
Desprendimiento, % retenido	+ 95.0


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com




	INFORME	Código	AE-FO-78
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C 127-15	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°: IGC18-LEM-139-33
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por : B. Melgar
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por : J. Gutierrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo: 26/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89	Turno: Diurno
Tipo de muestra	: ---	
Procedencia	: Ferrería Progresol - Av. Naranjal	
N° de Muestra	: ---	
Progresiva	: ---	


DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss	2569.1	2687.4
2	Peso de la muestra sss sumergida	1623.1	1700.1
3	Peso de la muestra secada al horno	2548.7	2668.7

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.694	2.703	2.699
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.716	2.722	2.719
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.754	2.755	2.754
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.8	0.7	0.8


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CGC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-56
	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°:	IGC18-LEM-139-34
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por :	J. Gutierrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	---
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal	Norte:	---
N° de Muestra	: ---	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

DATOS


PI	P100	P400	U	ABRASION
10005.6	9489.4	8597.3	0.37	14

DETALLE	RESULTADO
Uniformidad	0.37
Abrasión	14%



INGECONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingecontrol.com / informes@ingecontrol.com




	INFORME	Código	AE-FO-118
	ENSAYO DE TIRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS FRIABLES ASTM C142/C142M-17	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019	Registro N°:	IGC-LEM-139-35
Solicitante	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla	Ensayado por :	J. Gutierrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Ferrería Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		


TAMICES	TAMIZ A UTILIZAR PARA SEPARACION	M (PESOS A UTILIZAR)	M(g)	R(g)	P (%)	PORCENTAJE RETENIDO	% PERDIDA CORREGIDO
N°4 - 3/8pulg.	N° 8	1000	1000	998.6	0.1	76.9	0.11
3/8pulg - 3/4pulg.	N° 4	2000					
3/4pulg - 1 1/2pulg.	N° 4	3000					
> 1 1/2pulg	N° 4	5000					
PROMEDIO							0.1

EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRIABLES Y TIRONES DE ARCILLA	
ENCONTRADOS EN EL AGREGADO GRUESO ES DE :	0.1 %


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-054
	INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO ASTM C88/C88M-18	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 **Registro N°:** IGC19-LEM-139-37
Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla **Muestreado por :** Solicitante
Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla **Ensayado por :** B. Melgar
Ubicación de Proyecto : Lima **Fecha de Ensayo:** 26/4/2019
Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89 **Turno:** Diurno

Código de Muestra : --
Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra : --
Progresiva : --

I. EXAMEN CUANTITATIVO

TAMIZ	%RET.	P.INIC.	P.FIN.	PERD. PESO	%PERD.	% PERD. CORREG.
2 1/2" 1 1/2"						
1 1/2" 3/4"						
3/4" 3/8"						
3/8" N° 4	76.94	300.5	278.9	21.6	7.2	5.5


TAMICES		PÉRDIDA DE PESO EN PORCENTAJE
PASA	RETENIDO	
2 1/2"	1 1/2"	0.00 %
1 1/2"	3/4"	0.00 %
3/4"	3/8"	0.00 %
3/8"	N° 4	5.53 %
TOTAL		6 %

II. EXAMEN CUALITATIVO

TAMICES		Rajadas		Desmoronadas		Fracturadas		N° Inicial	
Pasa	Retenido	N°.	%	N°.	%	N°.	%	%	Partículas
2 1/2"	1 1/2"	0	0	0	0	0	0	0	0
1 1/2"	3/4"	0	0	0	0	0	0	0	0

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CQC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-82
	DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS MTC E209-2000	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1




Proyecto : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 Registro N°: IGC18-LEM-139-38
Solicitante : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Muestreado por : Solicitante
Atención : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla Ensayado por : B. Melgar
Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 26/4/2019
Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89 Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

Identificación muestra	07	08	09
a.- Peso muestra en solución + vaso pirex, g	115.60	117.21	116.37
b.- Peso vaso pirex, g	26.84	25.94	25.12
c.- Peso muestra en solución, g	88.76	91.27	91.25
d.- Peso de la muestra evaporada + vaso pirex, g	26.923	26.026	25.206
e.- Peso de la muestra evaporada, g	0.083	0.086	0.086
Sales Solubles, %	0.0935	0.0942	0.0942
Promedio %	0.094		


$$\text{Sales Solubles, \%} = \left(\frac{d - b}{a - b} \right) \times 100$$


INGEOCONTROL
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CQC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

ANEXO 5: Resultado de Ensayo Marshall de Mezcla asfáltica en caliente- Convencional

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 20

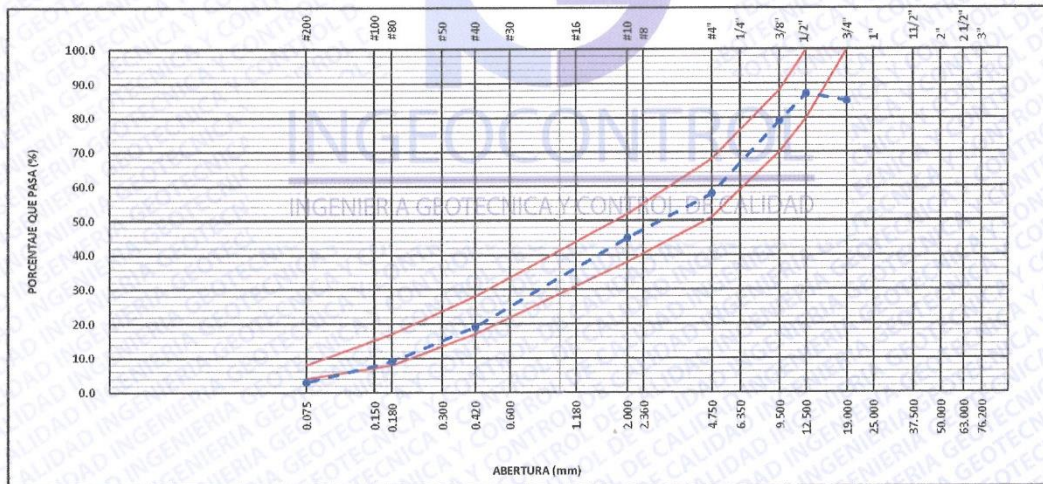
PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL	REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-39 REALIZADO POR : M. Alfaro REVISADO POR : J. Gutiérrez FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019
---	---

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	Peso Retenido	Porcentaje			Formula de trabajo	ESPECIFICACIÓN MAC-2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumulado	Pasante				
3"	76.200								Peso total 7989.0 g Fracción finos : 0.0 g
2 1/2"	63.000								
2"	50.000								
1 1/2"	37.500								
1"	25.000								
3/4"	19.000				85.0	100	100		
1/2"	12.500	1032.2	12.9	12.9	87.1	80	100		
3/8"	9.500	634.5	7.9	20.9	79.1	70	88		
1/4"	6.350								
# 4	4.750	1695.2	21.2	42.1	57.9	51	68		Observaciones : Según especificación técnica MTC EG-2013 (Sección 423) Pavimento de concreto asfáltico en caliente Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2
# 8	2.360								
# 10	2.000	1034.9	13.0	55.0	45.0	38	52		
# 16	1.180								
# 30	0.600								
# 40	0.420	2066.9	25.9	80.9	19.1	17	28	Arena zarandeada 49.0 %	
# 50	0.300		0.0	100.0				Grava triturada 35.0 %	
# 100	0.150							Cemento portland 1.0 %	
# 200	0.075	487.4	6.1	97.0	3.0	4	8		
>200		237.5	3.0	100.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	2 de 20


PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-39
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.5			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					40.19			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					54.36			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.95			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.600			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.784			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1190.8	1193.6	1195.2		
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1193.7	1195.5	1198.6		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				689.7	690.1	689.3		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				504.0	505.4	509.3		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.363	2.362	2.347	2.357	
17	Peso Especifico Maximo - Rlice (ASTM D 2041)					2.553			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				7.5	7.5	8.1	7.7	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.748			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.45			
22	% de Asfalto Efectivo					3.12			
23	Relación Polvo/Asfalto					1.0			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.7	14.7	15.3	14.9	14
25	% Vacios llenos con C.A.				49.2	49.0	47.0	48.4	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				13.0	13.0	12.0	12.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1952	1686	1001		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				2030	1753	1001	1595	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				6248	5394	3338	4993	1700 - 4000

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:




Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 20


PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-39
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla								
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla								
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)								
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2011)								
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)								
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relacion Filler/Betun								
24	V.M.A.								
25	% Vacios llenos con C.A.								
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)								
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 * 28								
30	Estabilidad / Flujo								

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	4 de 20


PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-39
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.5			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.77			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.79			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.94			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.600			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.784			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1192.9	1190.4	1192.9		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1194.9	1190.8	1194.6		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				694.0	694.0	693.7		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				501.0	496.8	500.9		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.381	2.396	2.382	2.386	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.496			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.6	4.0	4.6	4.4	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.725			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.14			
22	% de Asfalto Efectivo					4.42			
23	Relacion Filler/Betun					1.4			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.9	14.4	14.9	14.7	14
25	% Vacios llenos con C.A.				69.2	72.2	69.3	70.2	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	15.0	14.0	14.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1336	1434	1282		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1389	1491	1333	1404	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3968	3976	3809	3918	1700 - 4000

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony E. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	5 de 20


PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-39
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				6.0				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				39.56				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				53.50				
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla				0.94				
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.020				
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.698				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.600				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.110				
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc				2.784				
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc				2.745				
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1192.6	1191.9	1192.8		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1192.9	1192.1	1193.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				692.3	692.2	693.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				500.6	499.8	499.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.382	2.385	2.386	2.384	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.474			
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				3.7	3.6	3.5	3.6	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.722			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.10			
22	% de Asfalto Efectivo					4.97			
23	Relacion Filler/Betun					1.6			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.3	15.2	15.2	15.2	14
25	% Vacios llenos con C.A.				75.8	76.2	76.6	76.2	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				16.0	15.0	15.0	15.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1338	1314	1327		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1389	1367	1380	1379	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3473	3645	3680	3599	1700 - 4000

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

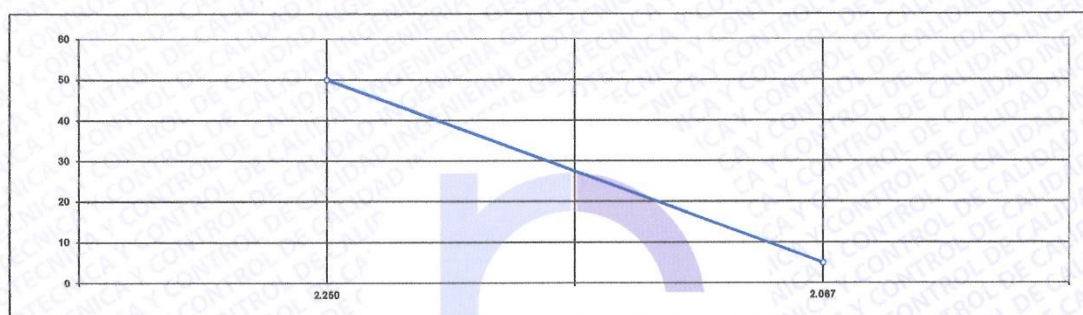
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	7 de 20

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL

REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-39
REALIZADO POR : M. Alfaro
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Mezcla de agregados
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)
INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	







Nº de Muestras	01	02	03	04
Nº de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1193.0	1165.1	1186.6	1189.9
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1199.9	1190.2	1201.5	1201.6
3.- Peso por Desplazamiento	669.4	663.9	624.6	627.9
4.- Volumen de la Briqueta	530.5	526.3	577.0	573.8
5.- Peso Unitario (Gr/Jcc)	2.249	2.252	2.060	2.074
PROMEDIOS	2.250		2.067	

2,250	2,067
50	5

1
0.183
GER(C0) - GER(S)

IC =	5.45
------	------

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	8 de 20

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-39
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)


INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)							
N° DE PROBETAS	Grupo seco			Grupo húmedo			
	01	02	03	04	05	06	
1	Diametro	10.15	10.17	10.15	10.15		
2	Espesor	6.69	6.68	6.70	6.70		
3	Contenido de Cemento Asfáltico	5.45	5.45	5.45	5.45		
4	Peso Probeta al Aire	1189.0	1187.0	1187.0	1191.0		
5	Peso de la Probeta Saturada (60')	1190.0	1188.0	1188.0	1192.0		
6	Peso de la Probeta en el Agua	680.0	678.0	678.0	679.0		
7	Volumen de la Probeta	510.0	510.0	510.0	513.0		
8	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.331	2.327	2.327	2.322		
9	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)	6.6	6.7	6.7	7.0		
10	Estabilidad sin corregir	276	289	221	228		
11	Factor Estabilidad	1.00	1.00	1.00	1.00		
12	Estabilidad corregida (kg)	276	289	221	228		
13	Resistencia a la compresión	2.6	2.7				
14	Resistencia retenida	80	79				
15	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)		282				
16	Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)				225		
17	Resistencia conservada (%)			80			

Observaciones :


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	9 de 20


PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-39
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL. FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)


INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8190.0	8190.0	8190.0	8190.0	8190.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7720.0	7714.0	7708.0	7705.0	7705.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8920.0	8915.0	8911.0	8905.0	8905.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1200.0	1201.0	1203.0	1200.0	1200.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	470.0	476.0	482.0	485.0	485.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.553	2.523	2.496	2.474	2.474
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.00

Observaciones :


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	10 de 20

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-39
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

**DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(RESUMEN)**

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)




Gradación : MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico


Tipo de asfalto : PEN 60 / 70
 % óptimo de asfalto residual : 5.45 %

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño	- 0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.25	5.45	5.65	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.381	2.386	2.389	
VACIOS %	5.1	4.6	4.2	3 - 5
V.M.A. %	14.8	14.7	14.7	14
V. L.L.C.A. %	63.6	67.3	71.1	
POLVO / ASFALTO %	1.3	1.3	1.4	0.6 - 1.3
FLUJO mm	14	14	15	8 - 14
ESTABILIDAD kN	1434.5	1409.3	1391.6	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	4099.0	3929.8	3788.8	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2.6		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		80		75
RESISTENCIA CONSERVADA %		80		80

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

ANEXO 6: Resultado de Ensayo Marshall de mezcla asfáltica en caliente-Adicionado Dióxido de titanio

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 6

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-40

SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro

CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez


UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Mezcla de agregados
 Descripción : % Óptimo de Asfalto convencional + 1.0 % de Dióxido de Titanio

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.45			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.79			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.82			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.95			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.600			
8	Peso Especifico del Dióxido de Titanio gr/cc					4.100			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.794			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1177.3	1179.0	1184.7		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1179.0	1180.3	1185.9		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				578.8	677.6	681.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				500.2	502.6	504.7		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.354	2.346	2.348	2.349	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.496			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				5.7	6.0	5.9	5.9	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.650			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.723			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.03			
22	% de Asfalto Efectivo					4.48			
23	Relacion Filler/Betun					1.40			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				16.0	16.3	16.2	16.2	14
25	% Vacios llenos con C.A.				64.4	63.1	63.4	63.6	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				16.0	16.0	15.0	15.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1497	1484	1527		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1557	1544	1588	1563	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3892	3859	4235	3996	1700 - 4000

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com



	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	2 de 6

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla
UBICACIÓN DE PROYEC : Realizado en las Instalaciones de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD


REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-40
REALIZADO POR : M. Alfaro
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : % Óptimo de Asfalto convencional + 2.0 % de Dióxido de Titanio

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.45			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.79			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					52.87			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					1.89			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.600			
8	Peso Especifico del Dióxido de Titanio gr/cc					4.100			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.784			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1199.1	1192.5	1197.1		
13	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)				1200.1	1193.8	1198.6		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				695.5	693.5	694.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				504.6	500.3	503.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.376	2.384	2.376	2.379	
17	Peso Especifico Maximo - Rica (ASTM D 2041)					2.496			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.8	4.5	4.8	4.7	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.660			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.723			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.89			
22	% de Asfalto Efectivo					4.61			
23	Relacion Filler/Betun					1.44			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.5	15.3	15.5	15.4	14
25	% Vacios llenos con C.A.				69.2	70.6	69.1	69.6	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	15.0	14.0	14.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1500	1548	1539		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1560	1610	1601	1590	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4458	4293	4574	4442	1700 - 4000

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 5

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-40

SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro

CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYEC : Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Mezcla de agregados
 Descripción : % Óptimo de Asfalto convencional + 3.0 % de Dióxido de Titanio

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.45			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.79			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					51.92			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					2.84			
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.698			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.600			
8	Peso Específico del Dióxido de Titanio gr/cc					4.100			
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.784			
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1196.1	1210.2	1197.2		
13	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)				1197.7	1211.5	1198.1		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				700.1	704.1	698.5		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				497.6	507.4	499.6		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.404	2.385	2.396	2.395	
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)					2.496			
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				3.7	4.4	4.0	4.0	3 - 5
19	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.670			
20	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.723			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.74			
22	% de Asfalto Efectivo					4.75			
23	Relación Filler/Betun					1.48			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.9	15.5	15.1	15.2	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				75.2	71.4	73.7	73.4	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	14.0	13.0	13.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1558	1536	1546		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1620	1597	1608	1608	MÍN 815
30	Estabilidad / Flujo				4630	4563	4946	4713	1700 - 4000

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com



INFORME
DISEÑO DE MEZCLA ASPÁLTICA EN CALIENTE
MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

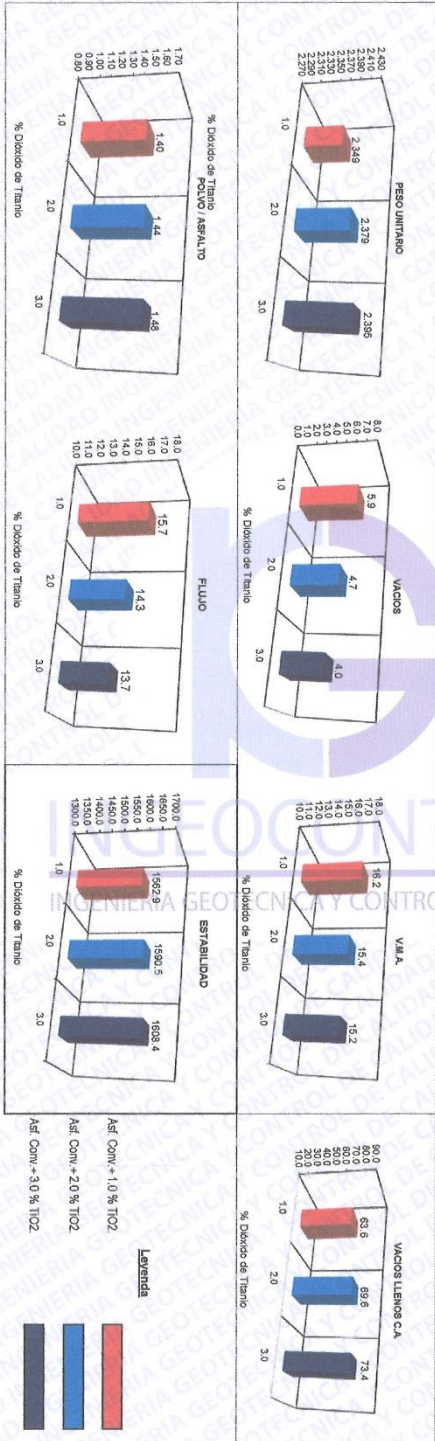
Código	AE-FO-178
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	4 de 5

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cuzman Borilla
CLIENTE : Lourdes Thalia Cuzman Borilla
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL

REGISTRO N° : ICCT19-LEM-139-40
REALIZADO POR : M. Alvaro
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Asfalto convencional + Dióxido de Titanio

COMPARATIVO VARIANDO EL % DE DIÓXIDO DE TITANIO
GRÁFICOS DE BARRAS




INGEOCONTROL S.A.C.

Nombre y firma	TECNICO LEM	D	Nombre y firma	JEFEL EM	D	Nombre y firma	COO- LEM	D
M:		A	M:		A	M:		A

Noemí C. Sánchez Huaman
INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029
INGENIERA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Jony C. Gutiérrez Abanto
GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS
INGENIERA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	5 de 5

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-40
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Asfalto convencional + Dióxido de Titanio

**DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(RESUMEN)**

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Gradación : MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto : PEN 60 / 70
 % optimo de asfalto residual : 5.45 %


3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño				Especificación EG 2013
Dióxido de Titanio	%	1.0	2.0	3.0
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.45	5.45	5.45
PESO UNITARIO	kg/m3	2.349	2.379	2.395
VACIOS	%	5.9	4.7	4.0
V.M.A.	%	16.2	15.4	15.2
V. LL.C.A.	%	63.6	69.6	73.4
POLVO / ASFALTO	%	1.4	1.4	1.5
FLUJO	mm	16.7	14.3	13.7
ESTABILIDAD	kN	1562.9	1690.5	1608.4
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3990.5	4438.5	4707.4
				1700 - 4000

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	

ANEXO 7: Resultado de diseño Marshall de mezcla asfáltica en frío- Convencional

	INFORME	Código	AE-FO-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARSHALL MODIFICADO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	5 de 11

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL

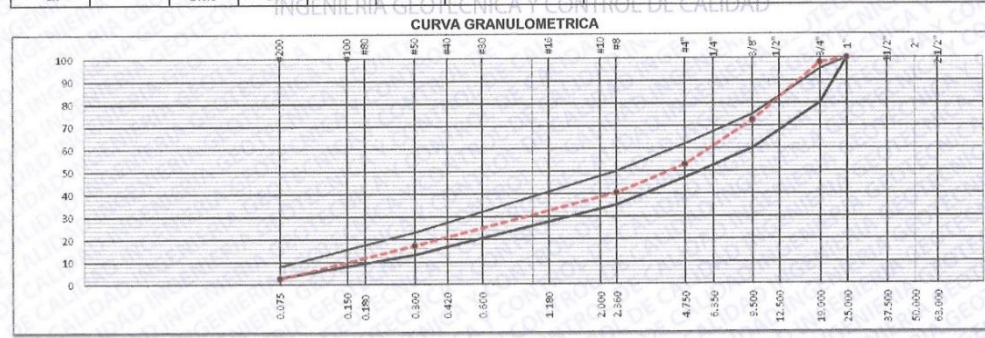
REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-41
REALIZADO POR : M. Alfaro
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 16/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en frío (MAF)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Combinación de agregados MDF-2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
(AASHTO T 27 / AASHTO T 11 / ASTM C 136 / ASTM C 117)							
TAMIZ	ABERTURA	PESO		PORCENTAJE		MDF - 2	
ASTM	mm	Retenido	Retenido	Acumul.	Pasante		
3"	76.200						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000				100.0	100	100
3/4"	19.000	170.4	2.1	2.1	97.9	80	95
1/2"	12.500	1308.8	15.9	17.9	82.1	60	75
3/8"	9.500	798.8	9.7	27.6	72.4	60	75
1/4"	6.350						
#4	4.750	1615.6	19.6	47.2	52.8	47	62
#8	2.360	1030.2	12.5	59.6	40.4	35	50
#10	2.000						
#16	1.180						
#20	0.840						
#30	0.600						
#40	0.420						
#50	0.300	1917.6	23.2	82.9	17.1	13	23
#80	0.180						
#100	0.150	744.2	9.0	91.9	8.1		
#200	0.075	452.6	5.5	97.4	2.6	3	8
>200		218.8	2.6	100.0	0.0		


DESCRIPCION DE LA MUESTRA
 Paso Inicial : 8257.0
 Paso Fracción :
MEZCLA DE AGREGADOS
 Piedra chancada : 45.0 %
 Gravilla : 10.0 %
 Arena Zarandeada : 45.0 %

Observaciones



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Apante GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
			A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 613 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARSHALL MODIFICADO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 11


PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-41
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 16/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en frío (MAF)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Emulsión asfáltica CSS-1H al 2.5%

DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRÍO MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (HOJA DE CÁLCULO)						
EMULSIÓN			AGREGADO			
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	Piedra Cn. / Gravilla / Arena Zar.			
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0	Descripción	para Mezcla en Frío			
Gravidad específica del asfalto (B)	1.01		2.763 g/cm ³			
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	2.5	G. Es. Aparente (°C)				
MEZCLA Y COMPACTACIÓN						
Agua total en la mezcla (%)	4.7	g	hp	hm		
Agua de adición a la mezcla (g)	14.5	4.2	3.0	0.0		
Agua de compactación (%)	4.5					
DESCRIPCIÓN						
N°	Densidad Bulk	SECO		SATURADO		
		1	2	4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1145.9	1145.1	1147.6	1143.8	
2	Peso de la probeta en agua (E)	610.9	610.2	620.1	618.1	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1154.1	1151.4	1158.9	1156.4	
4	Volumen por desplazamiento	543.2	543.2	538.8	538.3	
5	Densidad Bulk (G)	2.111	2.108	2.130	2.125	
6	Densidad Seca Bulk	2.064	2.062	2.063		
N° Estabilidad (22.2 °C)						
1	Estabilidad (Kg-f)	1419	1374	1232	1257	
2	Factor de corrección	0.93	0.93	0.93	0.93	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1320	1278	1146	1169	
4	Flujo (mm)	3.0	3.0	3.3	3.6	
N° Contenido de Humedad						
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1154.1	1151.4	1158.9	1156.4	
2	Peso de la muestra seca (I)	1120.9	1120.3	1074.0	1073.6	
3	Tara (J)					
4	Contenido de humedad (K)	2.4	2.3	8.1	7.9	
5	Humedad absorbida					
N° Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	22.1	22.2			
2	vacíos de aire (%)	17.4	17.6			
3	V. M. A. (%)	27.2	27.2			
4	% pérdida de estabilidad		10.9			

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:	CQC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
M:	M:	M:	M:	M:	
A:	A:	A:	A:	A:	

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARSHALL MODIFICADO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	2 de 11

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-41
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 16/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en frío (MAF)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Emulsión asfáltica CSS-1H al 3.5%

**DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRÍO
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(HOJA DE CÁLCULO)**

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	0
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0	Descripción	: Piedra Ch. / Gravela / Arena Zar.
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para Mezcla en Frío
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	3.5	G. Es. Aparente (C)	: 2.763 g/cm3

MEZCLA Y COMPACTACIÓN		e	hp	hn
Aguá total en la mezcla (%)	5.3	6.8	3.0	0.0
Aguá de adición a la mezcla (g)	7.5			
Aguá de compactación (%)	4.5			

DESCRIPCIÓN	SECO		SATURADO	
	1	2	4	5
N° DENSIDAD BULK				
1 Peso de la probeta en aire (D)	1157.6	1158.2	1188.6	1159.9
2 Peso de la probeta en agua (E)	620.0	619.3	627.8	614.1
3 Peso de la probeta SSD (F)	1169.8	1164.8	1195.5	1166.1
4 Volumen por desplazamiento	548.8	545.5	567.7	552.0
5 Densidad Bulk (G)	2.109	2.123	2.094	2.099
6 Densidad Seca Bulk	2.068	2.085	2.076	


N° Estabilidad (22.2 °C)		SECO		SATURADO	
1 Estabilidad (Kg-f)	1362	1354		1314	1328
2 Factor de corrección	0.93	0.93		0.86	0.89
3 Estabilidad corregida (Kg-f)	1287	1259		1130	1180
4 Flujo (mm)	3.3	3.6		3.6	3.8

N° Contenido de humedad		SECO		SATURADO	
1 Peso de la muestra húmeda (H)	1168.8	1164.8		1195.5	1166.1
2 Peso de la muestra seca (I)	1134.0	1137.6		1127.5	1160.5
3 Tara (J)					
4 Contenido de humedad (K)	2.2	1.9		6.2	
5 Humedad absorbida					

N° Características		SECO		SATURADO	
1 Míximo total de vacíos (%)	20.9	20.1			
2 vacíos de aire (%)	16.6	16.3			
3 V. M. A. (%)	27.7	27.1			
4 % pérdida de estabilidad		6.5			

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:
Nombre y firma:	M:		Nombre y firma:	M:	CQC - LEM
	A:		 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME		Código	AE-FO-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARSHALL MODIFICADO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 11

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-41
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 16/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en frío (MAF)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Emulsión asfáltica CSS-1H al 4.5%

**DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRÍO
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(HOJA DE CÁLCULO)**

EMULSIÓN	CSS-1H	Identificación	AGREGADO
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	0
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0	Descripción	Piedra Ch. / Gravilla / Arena Zar.
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		para Mezcla en Frío
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	4.5	G. Es. Aparente (C)	2.763 g/cm3

MEZCLA Y COMPACTACIÓN		e	hp	hn
Agua total en la mezcla (%)	6.0	7.5	3.0	9.0
Agua de adición a la mezcla (g)				
Agua de compactación (%)	4.5			

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	3	4	5	6
N° DENSIDAD BULK						
1 Peso de la probeta en aire (D)	1156.0	1173.8		1169.5	1171.6	
2 Peso de la probeta en agua (E)	613.0	631.8		627.9	628.9	
3 Peso de la probeta SSD (F)	1161.1	1160.2		1176.3	1177.4	
4 Volumen por desplazamiento	548.1	548.4		548.4	548.5	
5 Densidad Bulk (G)	2.109	2.140		2.133	2.136	
6 Densidad Seca Bulk	2.072	2.102	2.087			


N° Estabilidad (22.2 °C)						
1 Estabilidad (Kg-f)	1246	1240		1167	1184	
2 Factor de corrección	0.89	0.89		0.89	0.89	
3 Estabilidad corregida (Kg-f)	1109	1104		1039	1054	
4 Flujo (mm)	3.9	4.1		4.3	4.1	

N° Contenido de humedad						
1 Peso de la muestra húmeda (H)	1161.1	1180.2		1176.3	1177.4	
2 Peso de la muestra seca (I)	1135.5	1152.8		1118.8	1117.6	
3 Tara (J)						
4 Contenido de humedad (K)	1.9	1.9		5.4	5.6	
5 Humedad absorbida						

N° Características						
1 Máximo total de vacíos (%)	19.4	18.2				
2 vacíos de aire (%)	15.7	14.4				
3 V. M. A. (%)	28.3	27.2				
4 % pérdida de estabilidad		5.4				

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME		Código	AE-FO-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARSHALL MODIFICADO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	4 de 11

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-41
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 16/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en frío (MAF)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Emulsión asfáltica CSS-1H al 5.5%

**DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRÍO
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO.
(HOJA DE CÁLCULO)**

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0	Descripción	Piedra Ch. / Gravilla / Arena Zar
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		para Mezcla en Frío
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	5.5	G. Es. Aparente (C)	2.763 g/cm ³




MEZCLA Y COMPACTACIÓN		o	hp	hn
Agua total en la mezcla (%)	6.7	9.2	3.0	0.0
Agua de adición a la mezcla (g)				
Agua de compactación (%)	4.5			


DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO	
	1	2	4	5	6
N° DENSIDAD BULK					
1 Peso de la probeta en aire (D)	1184.4	1211.2	1183.0	1190.6	
2 Peso de la probeta en agua (E)	630.0	640.9	627.9	629.1	
3 Peso de la probeta SSD (F)	1189.2	1213.1	1187.6	1188.5	
4 Volumen por desplazamiento	558.2	572.2	559.7	559.4	
5 Densidad Bulk (G)	2.122	2.117	2.114	2.128	
6 Densidad Seca Bulk	2.084	2.078	2.081		

N° Estabilidad (22.2 °C)					
1 Estabilidad (Kg-f)	1132	1147	1110	1099	
2 Factor de corrección	0.89	0.93	0.89	0.89	
3 Estabilidad corregida (Kg-f)	1007	1067	988	977	
4 Flujo (mm)	3.8	3.8	4.3	4.6	

N° Contenido de humedad					
1 Peso de la muestra húmeda (H)	1183.2	1213.1	1187.6	1188.5	
2 Peso de la muestra seca (I)	1163.3	1189.1	1139.8	1136.7	
3 Tara (J)					
4 Contenido de humedad (K)	1.9	2.0	4.4	4.8	
5 Humedad absorbida					

N° Características					
1 Máximo total de vacíos (%)	17.7	18.0			
2 vacíos de aire (%)	14.0	14.1			
3 V. M. A. (%)	28.5	28.7			
4 % pérdida de estabilidad		5.3			

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM	
D:		D:		D:	
M:		M:		M:	
A:		A:		A:	
Nombre y firma: 		Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

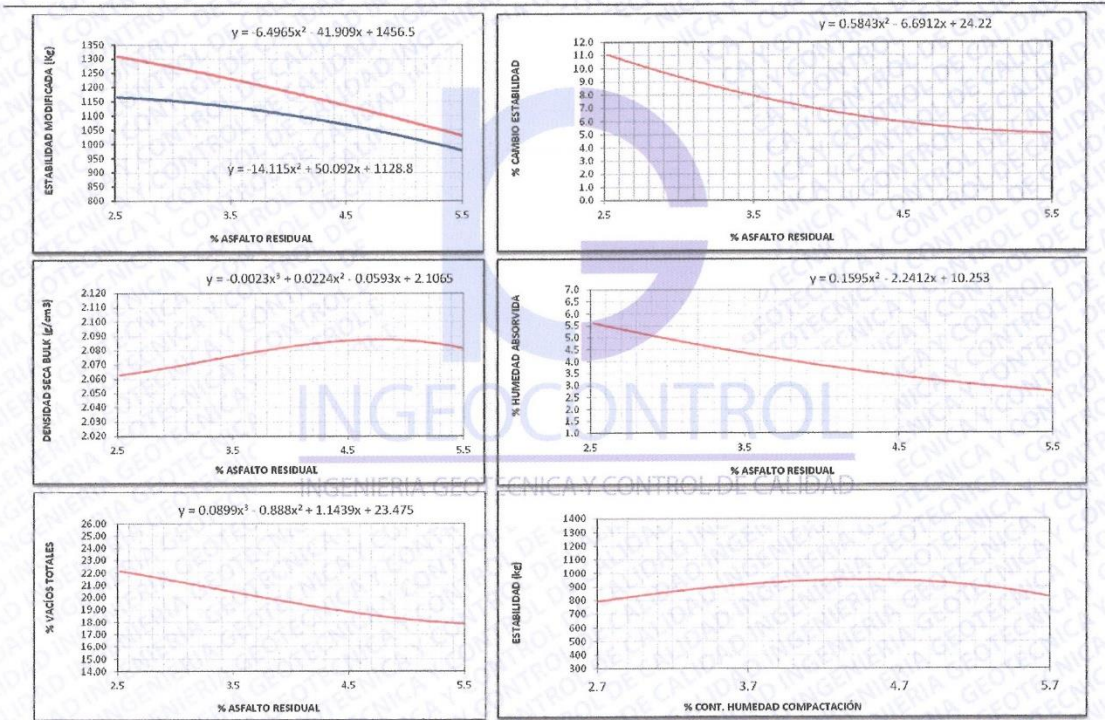
	INFORME	Código	AE-FO-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARSHALL MODIFICADO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	6 de 11

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL

REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-41
REALIZADO POR : M. Alfaro
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 16/5/2019


Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en frío (MAF)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Emulsión asfáltica CSS-1H

INFORME DE ENSAYO
DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRÍO
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(GRÁFICOS)



INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME		Código	AE-FO-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO MARSHALL MODIFICADO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	7 de 11

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-41

SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro

CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 16/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en frío (MAF)
 Identificación : Mezcla de agregados
 Descripción : Emulsión asfáltica CSS-1H al 5.5%

**DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRIO
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(RESUMEN)**

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

Agregado Piedra Chancada : 45.0 %
 Agregado Gravilla : 10.0 %
 Agregado Arena zarandeada : 45.0 %
 Filler (Cemento Portland Tipo I) : 1.0 %
 Gradación : ESPECIFICACIÓN TÉCNICA MTC - E.G. - 2013 SECCION 424

2.- LIGANTE ASFÁLTICO

Tipo de emulsión asfáltica : CSS-1H
 % óptimo de emulsión asfáltica : 8.0
 % óptimo de asfalto residual : 4.8

3.- AGUA

% de humedad natural : 0
 % de agua en la emulsión : 3.2
 % de agua de pre- mezcla : 3.0
 % de agua total en la mezcla : 6.2
 % de agua de compactación : 4.5

4.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75	100	150
% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA (% EN PESO DE LOS AGREGADOS)	7.5	8.0	8.5
ASFALTO RESIDUAL (% EN PESO DE LOS AGREGADOS)	4.5	4.8	5.1
DENSIDAD SECA BULK (g/cm ³)	2.088	2.088	2.087
ESTABILIDAD MODIFICADA SECA (kg), (22.2 °C)	1136.5	1105.8	1073.9
ESTABILIDAD MODIFICADA HUMEDA (kg), (22.2 °C)	1068.2	1043.9	1017.1
CAMBIOS DE ESTABILIDAD (%)	6.0	5.6	5.3
VACIOS TOTALES (%)	18.8	18.4	18.1
HUMEDAD ABSORBIDA (%)	3.4	3.2	3.0
REVESTIMIENTO (%)	--	100.0	--

4.- TEMPERATURA DE APLICACION (°C)

Temperatura de agregados : 22.2 °C
 Temperatura de emulsión asfáltica : 22.2 °C





OBSERVACIONES :


- (1) Estabilidad Marshall ensayadas a una temperatura de 22.2 °C (Ref Manual asphalt institute MS-14).
- (2) Agregados muestreado por los interesados.
- (3) Porcentajes de materiales expresado en peso de los agregados.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

ANEXO 8: Resultado del Ensayo Marshall de mezcla asfáltica en frío- Adicionado Dióxido de Titanio

	INFORME		Código	AE-FO-177	
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARSHALL MODIFICADO		Versión	01	
			Fecha	30-04-2018	
			Página	8 de 11	
PROYECTO	: Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-139-41	
SOLICITANTE	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla		REALIZADO POR :	M. Alfaro	
CLIENTE	: Lourdes Thalia Cluzman Bonilla		REVISADO POR :	J. Gutiérrez	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	16/5/2019	
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en frío (MAF)				
Identificación	: Mezcla de agregados				
Descripción	: Mezcla asfáltica en frío + 1.0% de dióxido de titanio				
DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRÍO MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (HOJA DE CÁLCULO)					
EMULSIÓN		AGREGADO			
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	0		
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0	Descripción	: Piedra Ch. / Gravel / Arena Zar		
Gravidad específica del asfalto (B)	1.01		: para Mezcla en Frío		
Adfalte residual en la mezcla (A) (%)	4.8	G. Es. Aparente (C)	: 2.763 g/cm ³		
MEZCLA Y COMPACTACIÓN					
Agua total en la mezcla (%)	6.2				
Agua de adición a la mezcla (g)					
Agua de compactación (%)	4.5				
DESCRIPCIÓN					
	SECO		SATURADO		
N°	1	2	4	5	6
1	1170.7	1171.8	1169.1	1171.6	
2	856.4	859.9	861.2	860.2	
3	1175.0	1176.3	1180.1	1181.0	
4	518.7	518.4	518.9	508.8	
5	2.266	2.269	2.253	2.250	
6	2.228	2.232	2.230		
7		6.50	6.50	6.5	6.5
N°	Estabilidad (22.2 °C)				
1	1195	1189	1087	1179	
2	1.90	1.00	1.00	1.09	
3	1195	1189	1087	1179	
4	3.6	3.8	3.8	4.1	
N°	Contenido de humedad				
1	1175.0	1176.3	1180.1	1181.0	
2	1150.9	1152.4	1128.0	1130.6	
3					
4	1.8	1.8	4.8	4.7	
5					
N°	Características				
1	13.0	12.8			
2	9.2	9.1			
3	23.1	22.9			
4		5.0			
INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		JEFE LEM		COO - LEM	
Nombre y firma:	D:	Nombre y firma:	D:	Nombre y firma:	D:
	M:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:		A:		A:
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima					
Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299					
www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com					

	INFORME	Código	AE-FO-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARSHALL MODIFICADO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	9 de 11

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfáltica en caliente y en frío, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-41
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 16/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en frío (MAF)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Mezcla asfáltica en frío + 2.0% de dióxido de titanio

**DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRÍO
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(HOJA DE CÁLCULO)**

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	0
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	80.0	Descripción	: Piedra Ch. / Gravilla / Arena Zar.
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para Mezcla en Frío
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	4.8	G. Es. Aparente (C)	2.763 g/cm ³

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	6.2
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.5



 e: 8.0 hp: 3.0 hn: 0.0


N°	DESCRIPCIÓN	SECO		SATURADO		
		1	2	4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1189.9	1185.6	1185.6	1187.1	
2	Peso de la probeta en agua (E)	669.2	672.3	674.3	671.2	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1193.3	1195.1	1200.8	1201.0	
4	Volumen por desplazamiento	524.1	522.8	526.5	529.8	
5	Densidad Bulk (G)	2.270	2.268	2.252	2.241	
6	Densidad Seca Bulk	2.239	2.233	2.236		
7	Espesor (mm.)		6.50	6.50	6.5	6.5

N° Estabilidad (22.2 °C)					
1	Estabilidad (Kg-f)	1129	1134	1049	1064
2	Factor de corrección	0.96	1.00	0.96	0.96
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1083	1134	1007	1021
4	Flujo (mm)	4.1	3.6	4.3	4.3

N° Contenido de humedad					
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1193.3	1195.1	1200.8	1201.0
2	Peso de la muestra seca (I)	1173.3	1167.4	1156.0	1157.6
3	Tara (J)				
4	Contenido de humedad (K)	1.5	1.6	4.1	3.9
5	Humedad absorbida				

N° Características					
1	Máximo total de vacíos (%)	12.5	12.8		
2	vacíos de aire (%)	8.4	9.3		
3	V. M. A. (%)	22.7	22.9		
4	% pérdida de estabilidad		8.5		

INGEOCONTROL SAC								
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:	CQC - LEM		D:
Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:
		A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		A:

	INFORME		Código	AE-FO-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARSHALL MODIFICADO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	10 de 11

PROYECTO : Análisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío, Lima 2019
SOLICITANTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla
CLIENTE : Lourdes Thalia Cluzman Bonilla
UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL

REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-41
REALIZADO POR : M. Alfaro
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 16/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en frío (MAF)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Mezcla asfáltica en frío + 3.0% de dióxido de titanio

**DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRÍO
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(HOJA DE CÁLCULO)**

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	0
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	80.0	Descripción	: Piedra Ch. / Gravilla / Arena Zar.
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para Mezcla en Frío
Asfalto residual en la mezcla (A)(%)	4.6	G. Es. Aparente (C)	2.763 g/cm ³

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	6.2
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.5


e **8.0** hp **3.0** hn **0.0**

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	3	4	5	6
Nº DENSIDAD BULK						
1 Peso de la probeta en aire (D)	1196.0	1194.5		1195.5	1194.4	
2 Peso de la probeta en agua (E)	681.7	680.9		678.5	676.1	
3 Peso de la probeta SSD (F)	1208.3	1208.5		1207.3	1207.0	
4 Volumen por desplazamiento	526.6	527.6		528.8	530.9	
5 Densidad Bulk (G)	2.271	2.264		2.261	2.250	
6 Densidad Seca Bulk	2.242	2.233	2.237			
7 Espesor (mm.)			6.50	6.50		6.5

Nº Estabilidad (22.2 °C)						
1 Estabilidad (Kg-f)	1118	1118		1003	1014	
2 Factor de corrección	0.95	0.95		0.96	0.96	
3 Estabilidad corregida (Kg-f)	1073	1074		963	973	
4 Flajo (mm)	4.6	4.3		4.6	4.6	

Nº Contenido de humedad						
1 Peso de la muestra húmeda (H)	1208.3	1208.5		1207.3	1207.0	
2 Peso de la muestra seca (I)	1180.4	1176.0		1170.0	1170.1	
3 Tera (J)						
4 Contenido de humedad (K)	1.4	1.5		3.3	3.3	
5 Humedad absorbida						

Nº Características						
1 Máximo total de vacíos (%)	12.4	12.8				
2 vacíos de aire (%)	9.5	9.6				
3 V. M. A. (%)	22.6	22.9				
4 % pérdida de estabilidad		9.8				

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com



INFORME
DISÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO
MARSHALL MODIFICADO

Código	AE-FO-177
Version	01
Fecha	30-04-2018
Página	11 de 11

PROYECTO : Analisis comparativo de los efectos del fotocatalizador dióxido de titanio en las propiedades de la Mezcla asfálticas en caliente y en frío. Lima 2019

REGISTRO N°: IGC19-LEM-139-41

SOLICITANTE : Lourdes Thalia Chuzman Benilla

REALIZADO POR : M. Alvaro

CLIENTE : Lourdes Thalia Chuzman Benilla

REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de INGENCOCONTROL

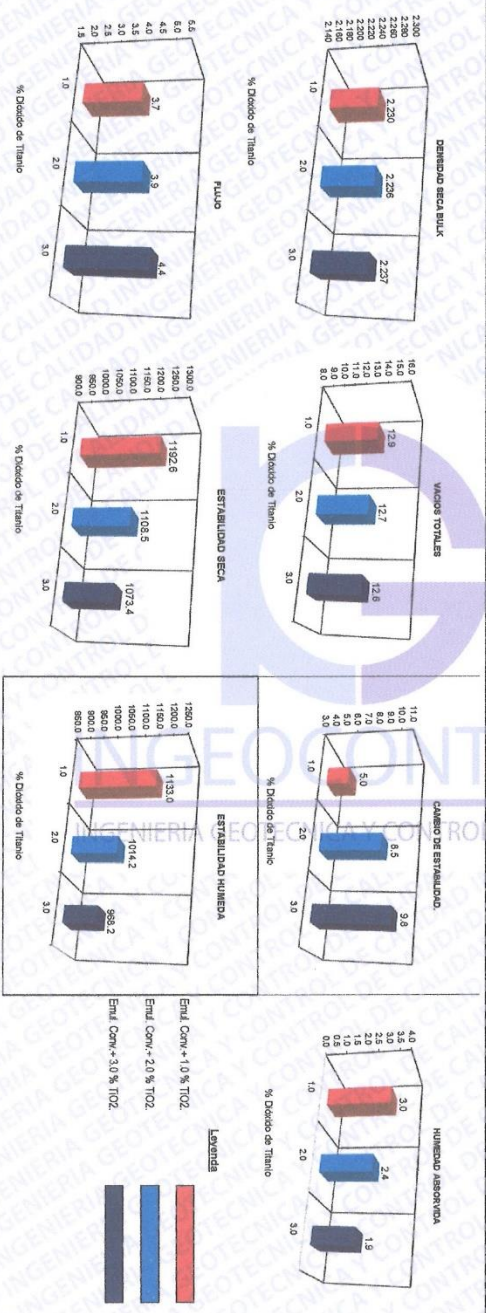
FECHA DE ENSAYO : 16/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en Frío (MAF)

Identificación : Mezcla de agregados

Descripción : ...

COMPARATIVO VARIANDO EL % DE DIÓXIDO DE TITANIO
GRÁFICOS DE BARRAS



INGEOCONTROL SAC		INGEOCONTROL SAC		INGEOCONTROL SAC	
Nombre y firma:	TECNICO LEM	Nombre y firma:	JEFE LEM	Nombre y firma:	COO - LEM
	D		D		D
	M		M		M
	A		A		A



Noemi C. Sánchez Huaman
 INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029
 INGENIERIA GERENCIAL Y CONTROL DE CALIDAD S.A.L.

Jony C. Gutiérrez Abanto
 GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.L.

ANEXO 9: Resultado de Ensayo de degradación de Rodamina B



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB

INFORME DE ENSAYO

SL-IE-17062019-01

1. DATOS DEL CLIENTE

Cliente : THALIA CLUZMAN BONILLA
DNI : 70684975

2. FECHAS

Inicio : 10 de Junio de 2019
Finalización : 17 de Junio de 2019
Emisión de informe : 17 de Junio de 2019
Observaciones : —

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

Temperatura : 19.4°C
Humedad Relativa : 48 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODO UTILIZADO

Ensayo solicitado : Espectrofotometría UV
Norma utilizada : Método Espectrofotométrico

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


NOELYA MORÁN CORREA
QUÍMICA
CQP. 1281


Página 1 de 2

5. RESULTADOS

Tiempo de Exposición	Frío Inicio (L; a; b)	Frío 1% (L; a; b)	Frío 2% (L; a; b)	Frío 3% (L; a; b)
0 horas	(18.12; 2.98; -2.58)	(6.38; 4.35; -0.51)	(17.44; 1.82; -0.81)	(17.29; 3.45; -2.42)
4 horas	(14.23; 2.33; 0.20)	(12.23; 2.14; 0.01)	(15.84; 0.92; 0.32)	(21.33; 2.68; -1.89)
26 horas	(11.14; 1.48; 2.07)	(11.10; 1.44; 0.52)	(11.44; 0.71; 1.02)	(17.45; 1.60; 1.31)

Tiempo de Exposición	Caliente Inicio (L; a; b)	Caliente 1% (L; a; b)	Caliente 2% (L; a; b)	Caliente 3% (L; a; b)
0 horas	(14.75; 4.67; -1.25)	(16.52; 3.20; -1.77)	(15.86; 5.32; -1.72)	(8.81; 4.68; -0.59)
4 horas	(10.53; 3.39; -0.29)	(12.35; 2.30; 0.19)	(14.97; 3.29; 1.21)	(9.91; 2.92; -0.49)
26 horas	(9.48; 2.15; 0.34)	(11.71; 1.53; 1.15)	(11.98; 0.74; 2.56)	(8.16; 1.76; 1.40)

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



NOELYA MORÁN CORREA
 QUÍMICA
 CQP. 1281

Certificate of Analysis

Product Name: Titanium Dioxide
Batch No.: 2601809047 **Quantity:** 20000KG
Production Date: SEPTEMBER.08.2018
Expiry Date: SEPTEMBER.07.2020

Items	Standards	Results
Characteristics	A white or almost white powder	Conforms
Identification	D. Pale yellowish color at heating E. Oranger-red color with H ₂ O ₂ F. Violet-blue color with Zinc	Conforms
Loss on drying	≤ 0.5%	Conforms
Loss on ignition	≤ 1.0%	0.25
Water soluble substance	≤ 0.5%	0.28
Acid soluble substance	≤ 0.5%	0.33
Lead PPM	≤ 10	Conforms
Arsenic PPM	≤ 2	Conforms
Antimony PPM	≤ 1	Conforms
Mercury PPM	≤ 1	Conforms
Zinc PPM	≤ 50	Conforms
Cadmium PPM	≤ 1	Conforms
Al ₂ O ₃ and/or SiO ₂	≤ 2.0%	Conforms
Assay	≥ 99.0%	99.08%

Conclusion: The Goods Conform to the standards of E171

Packaging: 25 KG/BAGS

Storage: Kept in dry, cool, and shaded place with original packaging, avoid moisture, store at room temperature.

Our ingredients, your success!

中国上海市浦东新区张江高科技园区祖冲之路2277号世和商务中心9号楼
 Building 9, 2277 Zuchongzhi Road, Zhangjiang Hi-Tech Park, Shanghai, 201203, China
 Tel: 0086 21 31257000 Fax: 0086 21 58768440 [Http://www.foodchem.cn](http://www.foodchem.cn) E-mail: info@foodchem.cn





PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 027 - 2019

Página 1 de 5

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo	HORNO	
Alcance Máximo	300 °C	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-H	
Número de Serie	Q105	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración **2019-02-13**

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2019-02-15

Sello





MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5	22.5
Humedad Relativa	63 %	63 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1145-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Principal: Calle Yahuar Husca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.2	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	10.9
02	110.0	107.3	107.1	109.7	115.7	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.7
04	110.0	107.0	106.9	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.6	110.1	11.2
06	110.0	107.4	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	112.4	112.6	109.7	110.0	11.3
08	110.0	106.9	107.3	111.0	115.1	112.4	104.0	109.0	113.0	112.4	109.7	110.1	11.1
10	110.0	107.3	107.0	109.7	115.7	113.0	104.1	108.6	112.6	113.0	109.6	110.2	11.6
12	110.0	107.0	107.3	111.0	115.4	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.4
14	110.0	107.4	106.9	109.7	115.3	112.6	104.1	109.0	113.0	112.6	109.7	110.0	11.2
16	110.0	106.9	107.0	111.3	115.1	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.6	110.0	10.9
18	110.0	107.3	107.1	110.5	115.7	113.0	104.0	109.0	113.0	113.0	109.7	110.2	11.7
20	110.0	107.0	107.1	111.8	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.2
22	110.0	107.4	107.1	110.5	115.1	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
24	110.0	106.9	106.9	111.0	115.7	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.7	110.1	11.5
26	110.0	107.3	107.0	109.7	115.4	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.7	109.9	11.4
28	110.0	106.9	106.9	111.3	115.3	113.0	104.2	108.6	113.0	113.0	109.6	110.2	11.1
30	110.0	107.3	107.0	110.5	115.4	112.4	104.0	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	11.4
32	110.0	107.0	107.1	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.2	11.3
34	110.0	107.4	107.0	109.7	115.1	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
36	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.2	11.5
38	110.0	106.9	107.1	110.5	115.1	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.1
40	110.0	107.3	106.9	111.0	115.7	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.1	11.7
42	110.0	107.0	107.0	109.7	115.4	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.7	109.9	11.2
44	110.0	107.4	107.0	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	112.4	113.0	109.7	110.1	11.3
46	110.0	106.9	107.1	109.7	115.1	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.6	109.9	10.9
48	110.0	107.3	107.1	111.3	115.7	112.6	104.1	109.0	112.6	112.6	109.7	110.2	11.6
50	110.0	106.9	106.9	110.5	115.4	112.4	104.2	108.6	113.0	112.4	109.7	110.0	11.2
52	110.0	107.0	107.0	111.3	115.3	113.0	104.0	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.3
54	110.0	107.4	107.1	111.0	115.1	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	11.1
56	110.0	106.9	107.1	109.7	115.7	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	109.9	11.7
58	110.0	107.3	106.9	111.3	115.4	113.0	104.2	109.0	112.6	113.0	109.7	110.2	11.2
60	110.0	106.9	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.0	11.2
T.PROM	110.0	107.1	107.0	110.6	115.4	112.7	104.1	108.7	112.7	112.7	109.7	110.1	
T.MAX	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	113.0	104.2	109.0	113.0	113.0	109.7		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	109.7	115.1	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.6		
DTT	0.0	0.5	0.2	1.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1		





PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5.

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	115.7	10.3
Minima Temperatura Medida	104.0	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11.3	10.4
Estabilidad Medida (\pm)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	11.7	10.4

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

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isoterma : 0.06 °C

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

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

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

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

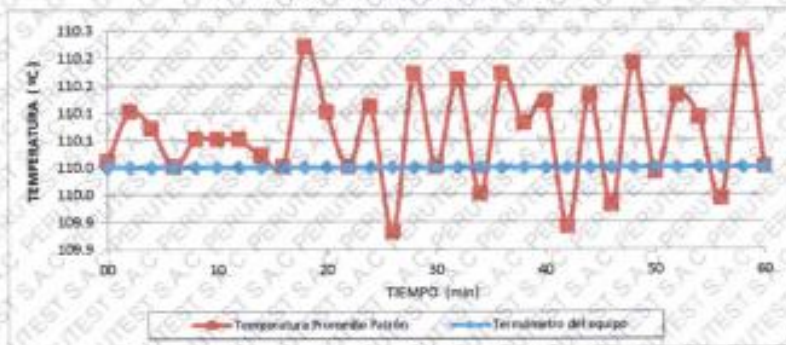
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

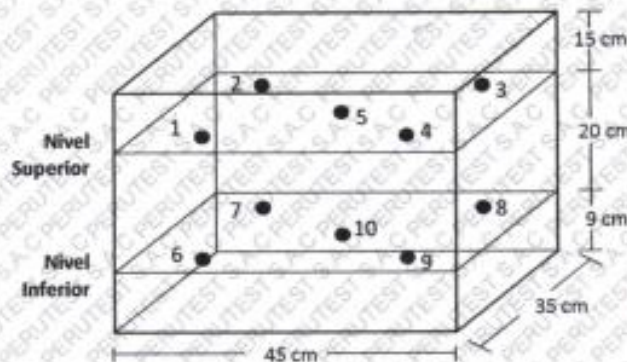
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



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

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

12. Incertidumbre

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

Fin del documento

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	800 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	SE602F
Número de Serie	B824537017
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2019-02-13

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.8
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g e 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final
21.2 °C 21.2 °C

Medición N°	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	300.00	5	0	600.00	5	0	
2	300.00	6	-1	600.00	6	-1	
3	300.00	6	-1	599.99	3	-8	
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1	
5	300.00	6	-1	599.99	2	-7	
6	300.00	5	0	600.00	5	0	
7	300.00	7	-2	600.00	4	1	
8	300.00	5	0	600.00	6	-1	
9	300.01	8	7	600.01	8	7	
10	300.01	9	6	600.00	6	-1	
Diferencia Máxima			-9	Diferencia Máxima			15
Error Máximo Permissible			100	Error Máximo Permissible			200

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

Temperatura Inicial Final
21.9 °C 22.0 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	0.10	0.10	5	0	200.00	200.00	5	0	0
2		0.11	8	7		200.00	4	1	-6
3		0.10	6	-1		200.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		200.00	5	0	0
5		0.10	6	-1		200.01	8	7	8
Error máximo permisible									100

* Valor entre 0 y 10e

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
60.00	60.00	6	-1	0	60.00	5	0	1	100
120.00	120.00	7	-2	-1	120.00	4	1	2	100
150.00	150.00	6	-1	0	150.00	5	0	1	100
200.00	200.00	5	0	1	200.00	6	-1	0	100
250.00	250.00	6	-1	0	250.00	7	-2	-1	100
300.00	300.00	6	-1	0	299.99	4	-9	-8	100
400.00	400.00	4	1	2	399.99	3	-8	-7	100
500.00	500.00	5	0	1	499.99	4	-9	-8	200
600.00	600.00	5	0	1	600.00	5	0	1	200

** error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000041 \cdot q^2 + 0.0000000015 \cdot R^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.000018 R$$

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA B LOTE 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	B845372630	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15


MANUEL ALEJANDRO ALJAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Mistas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0413 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0642-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (***) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

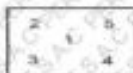
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0	
2	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
3	15,000	0.6	-0.1	29,999	0.3	-0.8	
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1	
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
6	15,000	0.3	0.2	30,000	0.5	0.0	
7	15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1	
8	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
10	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8	
Diferencia Máxima			1.0	Diferencia Máxima			0.9
Error Máximo Permissible			± 20.0	Error Máximo Permissible			± 30.0

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10 g	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.8	-0.3	-0.3	
2		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	
3		10	0.6	-0.1		10,000	10,000	0.9	-0.4	-0.3
4		10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.2	0.3	0.3
5		10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.3	0.2	0.2
* Valor entre 0 y 10e									Error máximo permisible	± 20.0

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (±g)
	l (g)	Δl (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.5	0.0	0.3	10.0
100	100	0.4	0.1	0.4	100	0.6	-0.1	0.2	10.0
500	500	0.9	-0.4	-0.1	500	0.4	0.1	0.4	10.0
1,000	1,000	0.5	0.0	0.3	1,000	0.8	-0.3	0.0	10.0
5,000	5,000	0.6	-0.1	0.2	5,000	0.9	-0.4	-0.1	20.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.5	0.0	0.3	20.0
15,000	15,000	0.2	0.3	0.6	15,000	0.2	0.3	0.6	20.0
20,000	20,000	0.3	0.2	0.5	20,000	0.6	-0.1	0.2	30.0
25,000	25,001	0.3	1.2	1.5	25,000	0.5	0.0	0.3	30.0
30,000	30,000	0.5	0.0	0.3	30,000	0.5	0.0	0.3	30.0

** error máximo permisible

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

Δl: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.4223333 \text{ g}^2 + 0.00000000043 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000323 R$$

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

NARVANARVA Lichtquellen GmbH + Co. KG
www.narva-bel.de**LT - T8 30 W 009 UV**
Datenblatt / Data sheet**QD 15030T8H / 33 B**
Seite / Page 1 von / of 1

Ausgabe / Release	November / November 2011	Ersatz f. Ausgabe / Replaces release	März / March 2010
Änderung / Changes	Quecksilbergehalt ergänzt / Mercury content added		

Nennleistung (W)
Elektrische Kennwerte

30
siehe / see IEC 60081 Blatt / sheet 2320

Nominal wattage (W)
Electrical characteristicsLichtfarbe
maximaler Quecksilbergehalt (mg)
Maß D (mm, max.)
Maß A (mm, max.)
Socket

009 UV
8,0
28
895
G 13

Light colour
Maximum mercury content (mg)
Size D (mm, max.)
Size A (mm, max.)
Cap

Bemessungswerte

Leistung bei 50 Hz (W)¹⁾
Strahlungsleistungserhalt nach 2.000 h
Lampenüberlebensfaktor nach 8.000 h

30,0
85,0%
50,0%

Wattage at 50 Hz (W)¹⁾
Radiation mainten. factor after 2.000 hrs.
Lamp survival factor after 8.000 hrs.¹⁾ ohne Hilfegeräte wie Vorschaltgeräte
Alle Werte für Betrieb an Warmstart - EVG
nach IEC 60929, 3 h - Zyklus¹⁾ without auxiliary equipment such as ballasts
All values for operation at preheat electronic ballast
according IEC 60929, 3 hrs. cycle

Hinweis:

Lampen sind nicht zur Allgemeinbeleuchtung bestimmt

Lamps intended for use in other applications than general lighting

Bestelldaten

Bestellnummer 15030T8H ...
EAN Einzelverpackung 4 014501 ...
Inhalt Verpackungseinheit
EAN Verpackungseinheit 4 014501 ...

0002
006757
25 Stück / pieces
020616

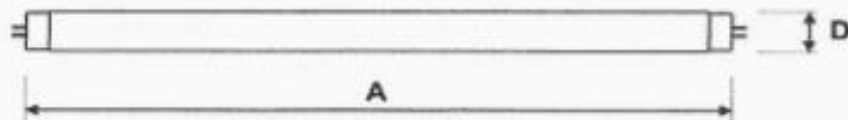
Ordering data

Order number 15030T8H ...
EAN code single pack 4 014501 ...
Content of packaging unit
EAN code packaging unit 4 014501 ...

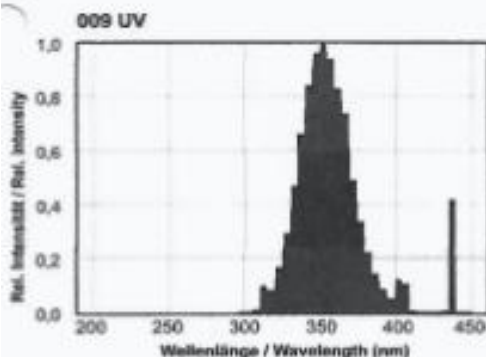
Versanddaten

Gewicht Lampe netto (g)
Gewicht Lampe brutto (g)
Gewicht Verpackungseinheit (kg)
Maße Verpackungseinheit (dm)
Volumen Verpackungseinheit (dm³)

140
160
4,3
9,4 x 1,5 x 1,5
21,2

Shipping data
Lamp weight net (g)
Lamp weight gross (g)
Weight of packaging unit (kg)
Sizes of packaging unit (dm)
Volume of packaging unit (dm³)

Spektrum



Spectrum



KONICA MINOLTA

Certificate of Calibration

Issued By:

Konica Minolta Sensing Americas, Incorporated
101 Williams Drive, Ramsey, New Jersey 07446
Voice (201) 785-2462 Fax (201) 785-2490

Submitted By: **VC TECH SA** Certificate Number: **KMSA-001-06-000134**

Model: **SPECTROPHOTOMETER, CM-3600A** Serial Number: **13017092**

White Calibration Plate: **CM-A103** Serial Number: **13063092**

This certificate is provided for the White Calibration Plate listed above to confirm that said white calibration plate has been calibrated against KONICA MINOLTA WORKING STANDARDS which are traceable to the National Physical Laboratory (NPL) of England and the master body is calibrated with a wavelength calibration filter traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST).

****STATEMENT OF CALIBRATION CONDITIONS****

In compliance with your request concerning calibration of above instrument, Konica Minolta provides the following information:

- A) Our calibration facility is environmentally controlled to maintain a temperature between 69 and 74 F with a humidity of approximately 45% - 65%.
- B) Calibration was performed using our Master Reflection Working Standard plate, (1864-0008-75, Serial No. 011 Certificate No. SE-111029)
- C) Our recommended cycle of calibration is a twelve month cycle.

Statement of Uncertainty:

Spectral Reflectance		Wavelength
460 nm or less 0.90%	470 nm or more 0.88%	0.64 nm

Date Received: **March 8, 2019**

Date Calibrated: **March 19, 2019**

Date Calibration Due: **March 19, 2020**

NEW WHITE CALIBRATION PLATE DATA (see attached page)

Calibrated By: **T. Ruddy** Title: **Service Repair Engineer.**

Certified By: **KONICA MINOLTA**

****THIS CERTIFICATE SHALL NOT BE REPRODUCED, EXCEPT IN FULL, WITHOUT THE WRITTEN APPROVAL OF THIS LABORATORY****