



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE-2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Delgado Reyes, Cecilio Nicanor (ORCID:0000-0001-6976-4808)

Solano Paredes, Silver Jhonatan (ORCID:0000-0001-9626-5465)

ASESOR:

Mgtr. Madrid Argomedo, Manuel Ricardo (ORCID:0000-0002-3005-5884)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis padres: DELGADO CARRERA NICANOR y REYES VALLE PRESENTACIONA por su apoyo incondicional en toda mi carrera profesional y de la misma forma a mis queridos hermanos por apostar en mi educación. Muy agradecido a todos ellos, ya que fueron un pilar fundamental y motor en cumplimiento de mis metas y sueños.

DELGADO REYES, CECILIO NICANOR

Quiero dedicar este trabajo de investigación primeramente a Dios quien me dio las fuerzas necesarias para aprender día a día en mi etapa de estudiante. Seguidamente doy gracias a mis queridos padres SOLANO OLIVAS, ARTURO Y PAREDES FLORES, JULIA MAURA por haberme apoyado económicamente y moralmente, ya que ellos siempre me inculcaron los buenos valores y las ganas de seguir adelante. Finalmente doy gracias a todos los docentes de la Universidad por haberme brindado sus conocimientos para ser un buen profesional.

SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN

AGRADECIMIENTO

Mi cordial agradecimiento a mi asesor Mag. Madrid Argomedo, Manuel Ricardo, por el apoyo en el desarrollo de este trabajo de investigación de la misma forma a los docentes que fueron aparte de mi formación profesional.

DELGADO REYES, CECILIO NICANOR

Brindo mi cordial y sincero agradecimiento al Mag. Madrid Argomedo, Manuel Ricardo por haberme brindado todas las pautas necesarias para poder desarrollar mi tesis, ya que ellos siempre nos dedicaron su tiempo como también nos enriquecieron con sus experiencias obtenidas a lo largo de su vida profesional la cual nos ayudaron enormemente en la culminación del trabajo de investigación.

SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN

PÁGINA DEL JURADO

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 28
--	---------------------------------------	--

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) DELGADO REYES CECILIO NICANOR cuyo título es: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 15 (QUINCE)

Lima, Ate 05 de julio del 2019.



.....
MG. CHOQUE FLORES, LEOPOLDO
PRESIDENTE



.....
MG. CASUSOL IBERICO, GERMAN FERNANDO
SECRETARIO



.....
MG. TACZA ZEVALLOS, JOHN NELINHO
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F07-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 28

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) SOLANO PAREDES SILVER JHONATAN cuyo título es: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 15 (QUINCE)

Lima, Ate 05 de julio del 2019.

MG. CHOQUE FLORES, LEOPOLDO
PRESIDENTE

MG. CASUSOL IBERICO, GERMAN FERNANDO
SECRETARIO

MG. TACZA ZEVALLOS, JOHN NELINHO
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Solano Paredes Silver Jhonatan con DNI N° 77220528 y Delgado Reyes Cecilio Nicanor con DNI N° 71229280 a fin de cumplir con las condiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que todo el documento anexo a la presente tesis, son originales y de fuentes verídicos.

Así mismo, declaro bajo juramento que toda la información presentada en la siguiente tesis son originales y confiables.

De esta forma asumo la responsabilidad ante cualquier falsedad u omisión de los documentos tanto de la información presentada, en la cual me someto a las normas dispuestas por la Universidad César Vallejo.

Abril del 2019



Solano Paredes Silver Jhonatan



Delgado Reyes Cecilio Nicanor

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II.MÉTODO	17
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	17
2.2. Operacionalización de variables:.....	17
2.3. Población, muestra y muestreo.....	19
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	21
2.5. Procedimiento	23
2.6. Método de análisis de datos	31
2.7. Aspectos éticos.....	31
III.RESULTADOS.....	32
IV.DISCUSIÓN	59
V.CONCLUSIONES	60
VI.RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS.....	69

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se analizó las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de plástico peletizado polietileno de baja densidad LDPE precisamente, se realizaron una serie de ensayos para los agregados (grueso y finos) para saber sus características y así determinar si cumplen con las normas de la MTC EG-2013.

Se investigó el efecto que causa las distintas proporciones (3%,6% y 9%) de plástico peletizado LDPE en la mezcla asfáltica en caliente. Inicialmente se elaboró 1 Diseño de Mezcla asfáltica en caliente sin adición de LDPE, que sirviera como patrón de referencia para ello, se prepararon 12 briquetas con distintos % de asfalto. Posteriormente, se realizó 3 diseños con asfalto modificado con % distintas de LDPE, produciendo una cantidad de 36 briquetas. En total se realizaron el Ensayo Marshall para las 48 briquetas para determinar la estabilidad y flujo en la cual nos ayudaran a conocer el óptimo contenido de asfalto.

Los resultados muestran que a mayor % de plástico peletizado LDPE en la mezcla asfáltica hay incremento en la estabilidad y flujo, siempre teniendo en cuenta y cumpliendo los parámetros de la norma peruana MTC EG-2013. Se encontró que 5.8 % es el contenido óptimo de asfalto de la mezcla asfáltica en caliente de base cuando la estabilidad es de 1200 kg y el flujo es 3.12 mm, mientras para los tres Diseños de mezclas asfálticas modificadas en caliente la más representativa fue cuando contiene 6% de plástico peletizado LDPE y el óptimo contenido de asfalto modificado es 5.78 % cuando la estabilidad es de 1380 kg, el flujo es 3.45mm, la rigidez Marshall es 3994.91 kg/cm, vacíos con aire es 4 % y V.M.A es 15.05 %. La estabilidad de la mezcla asfáltica modificada se incrementó en un 15 % y 4% en la Rigidez Marshall al incorporar el 6% de plástico peletizado LDPE con respecto a la mezcla asfáltica de base mientras para la variable flujo no se tuvo incremento.

Los resultados de los ensayos realizados para la mezcla asfáltica modificada con plástico peletizado LDPE mejora la estabilidad, en la cual nos indica que está en la capacidad de soportar mayor cantidad de carga vehicular. La presente investigación abarca el inicio del uso plástico peletizado LDPE en las mezclas asfálticas. Por lo cual, el resultado cumple con la norma peruana MTC EG-2013 en tanto a la estabilidad y deformación.

Palabras claves: Plástico LDPE, Estabilidad, Flujo, Ensayo Marshall y Mezcla asfáltica.

ABSTRACT

In the present research project, the mechanical properties of the hot asphalt mixture were analyzed with the incorporation of LDPE low density polyethylene pelletized plastic, a series of tests were carried out for the aggregates (coarse and fine) to know their characteristics and thus determine if they meet the standards of the MTC EG-2013.

The effect caused by the different proportions (3%, 6% and 9%) of LDPE pelleted plastic in the hot asphalt mix was investigated. Initially, 1 Hot Asphalt Mix Design was developed without the addition of LDPE, which served as reference standard for this, 12 briquettes were prepared with different% asphalt. Subsequently, 3 designs were made with modified asphalt with% different LDPE, producing an amount of 36 briquettes. In total the Marshall Test was carried out for the 48 briquettes to determine the stability and flow in which they will help us to know the optimum content of asphalt.

The results show that the greater the percentage of LDPE pelleted plastic in the asphalt mix, there is an increase in stability and flow, always taking into account and complying with the parameters of the Peruvian MTC EG-2013 norm. It was found that 5.8% is the optimum asphalt content of the hot asphalt base mix when the stability is 1200 kg and the flow is 3.12 mm, while for the three designs of hot mix asphalt mixtures the most representative was when it contains 6% LDPE pelletized plastic and the optimum content of modified asphalt is 5.78% when the stability is 1380 kg, the flow is 3.45mm, the Marshall stiffness is 3994.91 kg / cm, empty with air is 4% and VMA is 15.05 %. The stability of the modified asphalt mixture was increased by 15% and 4% in the Marshall Rigidity by incorporating 6% of LDPE pelleted plastic with respect to the base asphalt mixture, while for the flow variable there was no increase.

The results of the tests carried out for the modified asphalt mix with LDPE pelletized plastic improves the stability, in which it indicates that it is capable of supporting a greater amount of vehicular load. The present investigation covers the beginning of the use of LDPE pelletized plastic in asphalt mixtures. Therefore, the result complies with the Peruvian MTC EG-2013 standard in terms of stability and deformation.

Keywords: LDPE plastic, Stability, Flow, Marshall test and asphalt mix.

I. INTRODUCCIÓN

Las mezclas asfálticas son uno de los materiales más utilizados en la pavimentación de carreteras en todo el mundo. Los diseños de mezclas asfálticas están basados principalmente en establecer sus propiedades mecánicas (estabilidad y flujo) a través del ensayo Marshall, siendo importante el estudio de este material para poder mejorar sus propiedades mecánicas. Lo que se quiere de una mezcla asfáltica es que presente un mayor tiempo de vida y a la vez que se reduzca el costo en los mantenimientos periódicos de vías.

Muchas veces el factor climático es decisivo en la durabilidad de la carpeta asfáltica, ya que los cambios de temperaturas afectan directamente en el comportamiento de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, ya que cuando las temperaturas son muy altas se observa una reducción de la estabilidad e incremento del flujo de la carpeta asfáltica.

Según ROCA, Isabel y VISBAL, Barón (2013), “En el caso de las mezclas asfálticas, se ha demostrado que los principales factores que determinan la formación de ahuellamientos son la magnitud y la frecuencia de la aplicación de cargas y las condiciones climatológicas (por ejemplo, la temperatura). [...]” (p. 3). Por consiguiente, el fenómeno climatológico interviene en el desgaste prematuro de la rasante de la carpeta asfáltica, ya que los materiales pétreos se desprenden por la disminución de la estabilidad que ocurre en la mezcla asfáltica. Es importante destacar que la mezcla asfáltica a mayores temperaturas es menos viscosa. A todos estos efectos climáticos se suma los vehículos, el exceso de carga generada por estos es uno de los factores que perjudica al desgaste y deformación permanente de la carpeta asfáltica. Las altas temperaturas afectan directamente en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, ya que un mayor flujo de la mezcla asfáltica causa que la estructura tenga un comportamiento elástico inestable, provocando fallas como el ahuellamiento en el pavimento (ver figura N° 1).

Figura N°1: Se muestra el ahuellamiento



Fuente: Asphalt Institute

MIRANDA, Ricardo (2010), nos dice que “[...] Los gradientes térmicos altos (generalmente superiores a 30° C), causan de manera análoga el ahuellamiento debido a una deformación permanente en la mezcla asfáltica. La deformación plástica de la mezcla asfáltica tiende a aumentar si está expuesto a altas temperaturas (entre 30°C y 80° C)” (p.18).

Es importante la búsqueda de materiales que mejor se adhieran al material ligante para obtener estructuras más duraderas, es decir que el material se deforme lo menos posible a bajas temperaturas y que tenga buena estabilidad a altas temperaturas. Todo lo mencionado anteriormente está directamente relacionado con las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica como son: flujo y estabilidad, por lo tanto, es necesario encontrar un equilibrio en estas propiedades para lograr una mayor durabilidad de la carpeta asfáltica.

Una mezcla asfáltica modificada con otro elemento reciclado es una solución económica a los problemas existentes en la carpeta asfáltica, siempre que el nuevo elemento pueda aportar a las características mecánicas que se quiere mejorar. Por ello escoger un material como el plástico que existen en mucha cantidad en nuestro medio es una solución económica y ambiental a los problemas de fallo de la carpeta asfáltica.

Los estudios científicos realizadas en diferentes países de la incorporación del plástico peletizado de polietileno de baja densidad en la mezcla asfáltica, no se ha desarrollado como tal

en su gran mayoría, pero si se han desarrollado investigaciones similares con plásticos de otros tipos.

-METAUTE, Diana y CASAS, Daniel (2009), en su investigación, desarrollo de una mezcla asfáltica utilizando residuos plásticos, definió como objetivo principal: Analizar las propiedades mecánicas como estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica modificada usando diskettes y carcasas de celulares. Se tuvieron como resultados para el material de diskettes y carcasas de celulares en el ensayo de Marshall un incremento del 20% en flujo, con respecto a la estabilidad tan solo se vio un incremento en el material de diskettes de 30%. Se determinó que tener el plástico lo más fino se comporta mejor a la mezcla asfáltica.

-FORIGUA, José y PEDRAZA, Elkin (2014), en su investigación, diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos, dónde se planteó como objetivo principal Diseñar mezclas asfálticas con la adición de plástico reciclado. Se encontró que el porcentaje óptimo que mejora de manera substancial las propiedades mecánicas del asfalto es de alrededor de 0,4% del porcentaje de los trozos de desperdicios plásticos con respecto al peso de la muestra. El porcentaje de aumento en la estabilidad fue de 43% mientras para el caso del flujo no se obtuvo un incremento.

-WULF, Fernando (2008), en la investigación efectuada, análisis de pavimento asfáltico modificado con polímeros, se estableció como objetivo realizar un Análisis de comparación de la mezcla asfáltica base y la mezcla asfáltica modificada con plástico utilizando el Ensayo Marshall. Se observó un incremento del 55 % en la estabilidad utilizando plastomeros y elastómeros. Mientras en la variable flujo se incrementó en un 11% con respecto a la mezcla asfáltica base.

-MAILA, Manuel (2013), en la investigación, comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímero etileno vinil acetato (Eva), se planteó como objetivo principal Minimizar los daños viales diseñando una mezcla asfáltica modificada con polímero EVA. Una vez realizados los ensayos de laboratorio se concluyó que existe una notable mejora en las propiedades mecánicas tales como estabilidad y flujo. El porcentaje de mejora en la estabilidad de la mezcla asfáltica modificada es de 15% mientras en el flujo se incrementó en un 9%.

-AVELLÁN, Martha (2006), en la tesis, asfaltos modificados con polímeros, fijo como objetivo principal: Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del Asfalto modificado AC-20 con la adición de plástico. Para la modificación del asfalto se usaron polímeros tipo elastómeros (caucho, sbs y sbr), produciendo mejoras en las características de la resistencia a la deformación, así como también tiene un buen comportamiento a altas temperaturas. El porcentaje de mejora en la estabilidad de la mezcla asfáltica modificada es de 25 % mientras en el flujo se incrementó en un 10%, ensayados con la Prensa de Marshall a una temperatura de 60°C.

-MADRID, María y SALAS, Sandra (2007). En el estudio realizado, mezclas asfálticas modificadas con un elastómero (caucho) y plastomero (tiras de bolsas de leche con asfalto 80-100), se planteó como objetivo: Establecer y cuantificar el mejoramiento en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con caucho y bolsa de plástico, como también determinar su efecto de ahuellamiento. Los resultados del esfuerzo Marshall de las mezclas asfálticas modificadas están en parámetros de 300-500 kg/mm esto significa que tienen buen comportamiento mecánico, así como también presento mejoras en ahuellamiento al alcanzar 1cm de deformación a un periodo de 120min esto significa que existe una reducción la deformación en un 59% en 60 min con un peso de 13tn en comparación con la mezcla asfáltica convencional.

-LÓPEZ, Stalin y VELOZ, Yadira (2013), en la tesis, análisis comparativo de mezclas asfálticas modificadas con polímeros SBR y SBS, con agregados provenientes de la cantera de Guayllabamba, fijo como objetivo principal: Realizar un Análisis de comparación de la mezcla asfáltica modificada con SBS y mezcla asfáltica modificada con SBR. Los resultados del ensayo Marshall para la mezcla asfáltica modificada en caliente con plástico SBS dieron un incremento del 88.10% en estabilidad y 13.3% en flujo, mientras para la mezcla asfáltica modificada en frío con plástico SBR se tuvo un aumento en 3.68% en la estabilidad y 3.70% en la deformación.

-LÓPEZ, John (2009), en la investigación efectuado, comparación de una mezcla MDC -2 convencional y una modificada con poliestireno expandido y polvo de llanta compactada estáticamente en dicha investigación se planteó como objetivo: Determinar cómo se afecta la estabilidad de una mezcla asfáltica modificada con polvo de llanta y poliestireno expandido. Se observó que para una mezcla asfáltica modificado el máximo valor de estabilidad fue de 1527.2 kgf con 1516.3 kgf en estabilidad de la mezcla asfáltica convencional.

-BELMONTE, Antonio (2009), en la tesis desarrollado, análisis de la reutilización de residuos procedentes de la industria de silestone en la fabricación de mezclas bituminosas, en la investigación desarrollado se planteó como objetivo: Analizar la viabilidad y puesta en obra de las mezclas bituminosas con residuos de Silestone. En donde se observa que a medida que se incrementa la cantidad del residuo hay una disminución de las propiedades mecánicas de la nueva mezcla por lo que no es viable su utilización en mezclas asfálticas.

-HERNANDEZ, Juan y VEGA, Darwin (2014), en el estudio desarrollado de rehabilitación de pavimentos con mezclas asfálticas convencionales y modificadas con polímeros en la malla vial del municipio de Itagüí en dicho estudio se planteó como objetivo: Evaluar la mezcla asfáltica más conveniente a utilizar en la construcción o rehabilitación en las vías principales del Municipio de Itagüí en función de las características técnicas, económicas y de transitabilidad que ofrecen las mezclas asfálticas en caliente convencionales y las mezclas asfálticas en caliente modificadas con polímeros. Donde se encontró que una mezcla asfáltica modificado tiene mejor ventaja técnica e incremento de la resistencia a la fatiga por lo que se garantiza la utilización del material.

-CASTRO, Andrea (2018), en la investigación sobre mezclas asfálticas en frío 100% recicladas con adición de residuos sólidos fijó como objetivo principal: Estudiar la influencia en las propiedades dinámicas y mecánicas de mezclas asfálticas en frío 100% recicladas empleando caucho reciclado de llanta y calamina. Donde encontró que para 0.25% de caucho trae mejoras en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica. Por lo que tiene mejor comportamiento a las cargas permanentes a diferencia de una mezcla convencional. Para el análisis del asfalto con residuos de calaminas no se encontró ninguna diferencia con respecto a lo convencional para cantidades de 0.75%.

-SANTAGATA, Ezio[et al.] (2012), en la investigación, rheological Characterization of Bituminous Binders Modified with Carbon Nanotubes” fijo como objetivo principal: Analizar las propiedades Reológicas de la mezcla asfáltica en caliente con CNT. La utilización de los CNT afecta positivamente en tanto a las propiedades reológicas de la mezcla asfáltica utilizando 0.5%-1%-1.5%.

-MAZUMDER, Mithil; KIM, Hyunhwan y LEE, Soon-Jae (2016), Performance properties of polymer modified asphalt binders containing wax additives se estableció como objetivo: Analizar las Propiedades de rendimiento de los ligantes de asfalto modificados con polímeros que contienen aditivos de cera. La viscosidad del asfalto base, se estabilizo entre 20 y 40min una vez realizado el ensayo de viscosidad, mientras para el asfalto modificado con polímeros se estabilizo entre 30-40min a una temperatura de 135°C. Las mezclas asfálticas modificadas tienen buen comportamiento a altas temperaturas ya que tienen buena estabilidad y flujo.

-COSTA, Liliana [et al.] (2013), en el estudio desarrollada, Incorporation of Waste Plastic in Asphalt Binders to Improve their Performance in the Pavement en la investigación dicho autor analizo el rendimiento de las mezclas asfálticas modificadas con residuos plásticos. Los plásticos ABS y caucho tiene buen comportamiento en tanto a la estabilidad de la mezcla asfáltica mientras los plásticos (EVA, SBS, HDPE y LDPE) no provocan ningún cambio positivo en la mezcla asfáltica.

-ZAINAB, Noor [et al.] (2011), en la revista científica, Rheological Properties of Polyethylene and Polypropylene Modified Bitumen el objetivo en dicha investigación fue: Analizar las Propiedades reológicas del betún modificado con polietileno y polipropileno. La utilización del 3% de HDPE brinda un cambio positivo en la resistencia a la deformación, fatiga y susceptibilidad con respecto a la temperatura.

-ELSAYED, Elnaggar [et al.] (2015) en la investigación, Nano Reactive Polymer as Asphalt Modifier for Anticorrosion Application en la investigación se muestra el Estudio de las propiedades mecánicas del asfalto modificado con nano reactivos y plástico. Los polímeros nano reactivos (PANI-H₂SO₄) y el plástico (LDPE) mejoran las propiedades mecánicas de mezcla asfálticas hasta en un 15%.

-OSMAN, Sami [et al.] (2016), en el artículo científico. Development of a Polymer Modified Flexible Pavement Material for Sustainable Pavement System tuvo como objetivo general, investigar el desarrollo de un material de pavimento flexible modificado con polímeros para un sistema de pavimento sostenible. Los resultados son mayores en estabilidad y menores en flujo de la mezcla asfáltica modificada utilizando los polímeros EE2 Y HDPE en comparación con la mezcla asfáltica común.

-ALVES, Dannyele; ROSA, José; ALVES, Tomas y GUEDES, Kennedy (2016)₂, en la revista científica desarrollado: “Rheological studies of asphalt modified with elastomeric polymer fijo como objetivo principal, estudiar las propiedades reológicas de asfalto modificado con polímero elastomérico. Se tuvieron como resultados que existe un incremento en el comportamiento de elasticidad y puede resistir a deformaciones en las mezclas asfálticas modificadas con elastómeros y polietileno de alta densidad.

-HALLMARK, Brittany; Hernández, Nacu; R, Christopher y COCHRAN, Eric. (2019), en la investigación desarrollada, Ground Tire Rubber Modification for Improved Asphalt Storage Stability fijo como objetivo principal, determinar cómo afecta la incorporación del caucho en la mezcla asfáltica. Los resultados han sido positivos con la utilización de neumáticos en la mezcla asfáltica en caliente, ya que ha mejorado la resistencia al agrietamiento térmico, resistencia al ahuellamiento y resistencia a la fatiga.

-IMRAN, Khan [et al.] (20165), en la revista científica, Asphalt Design using Recycled Plastic and Crumb-rubber Waste for Sustainable Pavement Construction, en la investigación desarrollada el objetivo principal fue diseñar mezclas asfálticas modificadas con residuos de caucho. Las mezclas asfálticas modificadas con polímeros (LDPE), (HDPE) y (CR) tienen buen comportamiento elástico ya que aumentan la durabilidad del pavimento.

-BANSAL, Shubham; KUMAR, Anil y BAJPAI, Purnima (2017), en el estudio efectuado, Evaluation of modified bituminous concrete mix developed using rubber and plastic waste materials se planteó como objetivo general: Evaluación de la mezcla de concreto bituminosa modificada desarrollada utilizando materiales de desecho de caucho y plástico. Las mezclas asfálticas modificadas con caucho y plástico tienen un incremento de 20% en la resistencia a la deformación y durabilidad.

En los estudios efectuados a nivel nacional no se encuentran referencias de la utilización del plástico peletizado de polietileno de baja densidad para la modificación de mezclas asfálticas, pero si estudios de la utilización de otros materiales como se señala a continuación:

-SILVESTRE, Deyvis (2017), en su investigación, comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de lima-2017, tiene como objetivo de estudio: Determinar el porcentaje de mejora de las características físicas y

estructurales de la mezcla asfáltica modificada con plástico(PET) en comparación a la tradicional. Por lo que efectuó pruebas de laboratorio llegando a verificar que el contenido óptimo con el cual mejora las características físicas y estructurales la mezcla asfáltica es 1%.

-ESTRADA, Víctor (2017), en la investigación desarrollado, estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional pen 85/100 plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBS en dicha investigación se planteó como objetivo: Estudiar y evaluar el desempeño de mezclas asfálticas convencional PEN 85/100 Plus y modificada con polímero de tipo SBS PG 70 -28. Aplico la metodología científica, diseño experimental y tipo aplicada, donde obtuvo los resultados siguientes: El uso de una mezcla asfáltica convencional, se ve afectada por distintos factores como son, el volumen de tránsito, exceso de cargas, factores climatológicos entre otros y el uso de una mezcla asfáltica modificada con polímero de tipo SBS nos ofrecerá mejor respuesta mecánica que una mezcla asfáltica convencional, mejorando el desempeño de la carpeta asfáltica e incrementando la vida útil del pavimento.

-CHÁVEZ, Janina (2017), en la tesis desarrollada, análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli, tiene como objetivo de la investigación: Determinar la resistencia de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli (2017), aplico la metodología científica, diseño experimental y tipo aplicada. La utilización de cemento con polímeros SBS en la mezcla asfáltica se incrementa significativamente las propiedades de la carpeta asfáltica de tal forma mejorando el comportamiento de la carpeta asfáltica, por lo que se consigue una mezcla ideal para ser utilizado en los climas fríos de la región Junín.

-BALLENA, Chrystian (2016), en el estudio realizado de la utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío, en dicha investigación: Analizó el efecto que causa la fibra de polietileno añadido a una mezcla asfáltica en frío en las propiedades físico-mecánicas del asfalto y a su vez cumpla con las exigencias de estabilidad y flujo para pavimentos flexibles presentes en la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Se concluye que al adicionar la fibra de polietileno a la mezcla de asfalto en frío esta reduce sus propiedades y se vuelve inestable por lo cual no recomiendo su utilización de este tipo de polietileno para ningún tipo de tránsito (liviano, medio y pesado).

-HERENCIA, Wendy (2001), en la investigación desarrollada, modificación de asfaltos con polímeros, tiene como objetivo de investigación: Dar a conocer los diferentes tipos de polímeros útiles para dicha aplicación, así como demostrar a través de pruebas de laboratorio las ventajas en cuanto a propiedades físico-químicas de los asfaltos modificados con polímeros. En dichos ensayos encontró que para polímeros del tipo PE, SBS y EVA en las mezclas asfálticas las propiedades mecánicas se mejoraban para una cantidad de 5% de polímeros, de la misma forma se realizaron prueba de envejecimiento donde se encontró que los polímeros se separaban en cuanto la temperatura bajaba.

-MARTINEZ, Robert (2003), en la tesis desarrollada, empleo del polímero SBR en la fabricación de mezclas asfálticas para zonas de altura, el objetivo de la investigación es: Analizar el comportamiento del asfalto al adicionar el polímero del tipo SBS. Los resultados obtenidos revelan un incremento en la Temperatura del Punto de Ablandamiento con las concentraciones establecidas (2% y 3% en peso del asfalto) del polímero en la mezcla, este incremento es un indicador de aumento en la resistencia al ahuellamiento de las mezclas asfálticas.

-DÁVALOS, Ivette (2014), en su investigación desarrollado, Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado poliestireno expandido, lo que se quiere con esta investigación es: Mejorar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas mediante la adición de perlas de Poliestireno Expandido Reciclado. Donde se realizaron ensayos en el laboratorio para obtener los resultados siguientes: La mezcla asfáltica con Poliestireno Expandido Reciclado tuvo un incremento de su estabilidad en un 60% con respecto de una mezcla asfáltica convencional y La mezcla con mejores propiedades mecánicas fue la mezcla asfáltica modificada con adición 40% EPS.

El marco teórico de este proyecto de investigación se realizó considerando los planteamientos teóricos y conceptos basados al tema principal de la investigación, como también los planteamientos teóricos relacionados a los variables dependientes e independientes.

En esta tesis se ha decidido trabajar con plástico LDPE en el cual se encuentra en bolas de supermercado, de pan y plástico para envolver.

El polietileno de baja densidad es un polímero termoplástico formada estructuralmente por unidades repetidas de etileno. Entre sus propiedades más resaltantes de este tipo de materiales esta: buena resistencia térmica, buena resistencia a los ataques químicos, buena resistencia a las temperaturas, ya que puede soportar temperaturas de 80°C de forma continua (COICUE, Luis y SEPÚLVEDA, Cristhian. 2017, p.44)

El polietileno de baja densidad es un tipo de polietileno que cuenta con buenas características mecánicas, translucido y con un punto de fusión de 150°C-190°C. Material resistente a las bajas temperaturas y químicas. El polietileno de baja densidad es más flexible comparado al polietileno de alta densidad.

Según la empresa BRASKEM (EEUU), en su ficha técnica señala que el polietileno de baja densidad: Es un polietileno con alto peso molecular, excelentes propiedades mecánicas, resistencia a baja temperatura y buena procesabilidad.

El plástico peletizado de polietileno de baja densidad es el resultado de un proceso mecánico y químico de los plásticos reciclados en forma de gránulos (ver figura N° 2), ya que para peletizar el plástico es importante separar los diferentes tipos de plástico, cada uno de ellas con distintas resinas (LDPE, PET, PEAD, PVC, PP, PS), estas serán introducidos en una maquina peletizadora (ver figura N° 3) generando unos gránulos que serán utilizados de materia prima para crear nuevos artículos de plástico.

Figura N° 2: Plástico Peletizado



Fuente: Propia

Figura N° 3: Proceso de obtención de las fibras de plástico LDPE



Fuente: Propia

Según SANCHEZ, Edwin (2015) señala que “[...]Una vez extruido y peletizado obtenemos el producto final que es el pellet durante la trasformación de la resina alimentada es reblandecido

por acción de la temperatura que proviene de resistencias eléctricas y por fricción de los huesillos[.]” (p.61).

Cabe destacar que el producto final de la peletización del plástico reciclado es el pellet, para llegar a este material es importante evaluar distintos procesos que permiten mejorar las propiedades y físicas del material.

Las mezclas asfálticas en caliente son un conjunto de combinaciones entre agregados pétreos, el cemento asfáltico y aditivos. Todos estos materiales son combinados en una maquina mezcladora con el único objetivo de que el ligante se adhiera y quede cubierta por completo a los agregados pétreos y tener como resultado una mezcla homogénea (SECRETARIA de Transportes y Comunicaciones, 2016, p. 1).

Para conseguir la mezcla asfáltica se debe seguir el siguiente proceso: calentar los agregados pétreos con el ligante a altas temperaturas, este proceso se llevará a cabo a través de la microonda a un rango de 140° C – 150° C.

Una de las características importantes de la mezcla asfáltica en caliente es la flexibilidad y la resistencia que esta aporta. Por consiguiente, una de sus principales ventajas de la mezcla asfáltica en caliente es su rápida colocación en el pavimento, ya que esta debe alcanzar una temperatura adecuada que permita soportar las cargas de tráfico.

El cemento asfáltico es un material bituminoso obtenido de la refinería del petróleo, utilizado para crear mezclas asfálticas. El Tipo de cemento asfáltico se ha seleccionado según el valor de penetración (PEN) para la región climática de la ciudad de Lima, de acuerdo con lo recomendado por el Ministerio de Transportes y comunicaciones (2013) (ver la tabla N° 1).

Tabla N° 1: Selección del tipo de asfalto PEN

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C - 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40-50 ó 60-70 o modificado	60-70	85-100 120-150	Asfalto Modificado

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones EG-2013

Las propiedades mecánicas que se investigan en esta tesis son el flujo y la estabilidad.

Según COICUE, Luis y SEPÚLVEDA, Cristhian (2017) nos dice que “El flujo es la resistencia a la deformación plástica de especímenes cilíndricos de mezclas asfálticas para pavimentación, empleando el aparato Marshall. El método es aplicable a mezclas elaboradas con cemento asfáltico y agregados pétreos con tamaño máximo menor o igual a 25.4 milímetros (1 pulgada)” (p.13).

El flujo en el ensayo de Marshall está representado por la deformación vertical de una briqueta, por lo cual, sus valores están dados en mm. Las mezclas asfálticas no deberán tener valores demasiados altos como también no deberán tener valores demasiados bajos en flujo. El rango recomendado por el MTC a fin de evitar problemas como ahuellamiento es de 2mm a 3.5mm.

Las mezclas asfálticas que presentan valores demasiados bajos en flujo y valores demasiados altos en estabilidad tendrán un comportamiento demasiado frágil, así como también si el flujo es demasiado alto tendrán un comportamiento altamente plástico y con más facilidad de deformarse rápidamente (CHUMAN, Jorge, 2017. p. 68).

La estabilidad es la capacidad de poder soportar esfuerzos al desplazamiento y deformación.

Según COICUE, Luis y SEPÚLVEDA, Cristhian (2017) nos dice que “La estabilidad de una mezcla asfáltica es la carga máxima en Kilogramos que soporta una probeta de 6.35 centímetros de altura y 10.16 centímetros de diámetro cuando se falla a una temperatura específica, cargándola en sentido diametral a una velocidad de 5.08 centímetros/minuto” (p.13).

Las mezclas asfálticas diseñadas deberán sobrepasar las especificaciones de estabilidad para resistir adecuadamente al tránsito diseñado, así como también no podrán ser demasiado estable la mezcla asfáltica ya que la carpeta asfáltica será demasiado rígida y disminuirán sus propiedades de durabilidad.

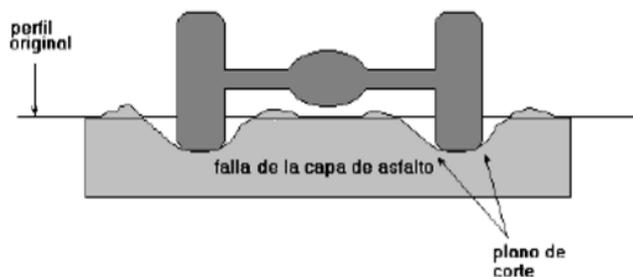
La estabilidad está relacionada directamente con la fricción y la cohesión interna de la mezcla asfáltica, por consiguiente, la fricción de una mezcla asfáltica está dado por el rozamiento entre partículas las cuales presentaran características de los agregados pétreos, así como su textura y forma física. La cohesión de la mezcla asfáltica está dada principalmente por su capacidad del ligante asfáltico (ASPHALT Institute, 2014, p. 16).

Los rangos establecidos de estabilidad y flujo están asociados a limitar los ahuellamientos en la carpeta asfáltica.

El ahuellamiento es un tipo de falla estructural que se produce en pavimentos flexibles ya sea por la deformación plástica permanente producido por el desplazamiento lateral de las partículas generada por las cargas vehiculares en la carpeta asfáltica.

El ahuellamiento por falla en la mezcla asfáltica, se produce en la carpeta asfáltica producto de la aplicación continua de la carga vehicular que conlleva a la deformación plástica permanente en la carpeta asfáltica (ver figura N° 4): Una de las causas que generan este problema es la baja estabilidad de la mezcla asfáltica (MINISTERIO de obras públicas y comunicaciones de la republica dominicana, 2016, p 18).

Figura N° 4: Ahuellamiento por falla en la mezcla asfáltica



AHUELLAMIENTO POR FALLA EN LA MEZCLA ASFÁLTICA

Fuente: Ministerio de obras públicas y comunicaciones de la republica dominicana

Según FAJARDO, Luis y VERGARAY, Douglas (2014) nos dice que “Hay dos formas de aplicar el modificador a la mezcla asfáltica. En el proceso húmedo, el material a incorporar actúa modificando el cemento asfáltico, mientras que, en el proceso seco, el material a incorporar es usado como una porción de agregado fino o grueso” (p.58).

En esta investigación se ha seleccionado el tipo vía húmeda debido a esta forma de incorporar los modificadores en una mezcla consiste adicionar el material modificador en el cemento asfáltico antes de mezclar con los demás agregados (piedra, arena y filler). Con esta vía se consigue una mejor reacción química entre Asfalto-Modificador (Ver figura N°5).

Figura N° 5: Proceso de aplicación de LDPE por la vía húmeda



Fuente: Propia

Bajo este contexto nos preguntamos:

- ¿La adición de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE) afecta en las propiedades mecánicas (flujo y estabilidad) de la mezcla asfáltica en caliente?

Para poder responder esta pregunta nos encontramos en necesidad de responder preguntas específicas:

- ¿Cuál es el porcentaje óptimo de asfalto sin modificar en el Diseño de la mezcla asfáltica en caliente patrón utilizando los agregados de la Cantera Gloria?
- ¿Cuál es el porcentaje óptimo de asfalto modificado en los Diseños de las mezclas asfálticas en caliente utilizando distintas proporciones de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE) de forma que cumplan los parámetros recomendados por el MTC?
- ¿Cuál es la cantidad adecuada de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE) para lograr mejoras en las propiedades mecánicas (flujo y estabilidad) en la mezcla asfáltica modificada en caliente?

Para responder a estas preguntas de investigación se plantean los siguientes objetivos:

- El Objetivo General de la tesis será Analizar las propiedades mecánicas (estabilidad y flujo) de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE).

Los Objetivos Específicos son:

- Realizar el diseño de la mezcla asfáltica en caliente patrón para establecer el porcentaje óptimo de asfalto sin modificar utilizando los agregados de la Cantera Gloria.
- Realizar los diseños de las mezclas asfálticas modificadas en caliente para establecer el porcentaje óptimo de asfalto modificado con distintas proporciones de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE).
- Determinar la cantidad adecuada de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE) para lograr mejoras en las propiedades mecánicas (flujo y estabilidad) en la mezcla asfáltica modificada en caliente.

Esta investigación resulta muy importante para poder adquirir nuevos conocimientos y nuevos resultados para mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente tradicional con la incorporación de modificadores, como el plástico peletizado de polietileno de baja densidad.

Con este tipo de investigación científica se quiere estudiar el comportamiento en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado de polietileno de baja densidad(LDFE). En investigaciones previas sobre mezclas asfálticas usando plásticos: Metaute, Diana y Casas, Daniel (2009); Forigua, José y Pedraza, Elkin (2014) y Wulf, Fernando (2008). No obtuvieron buenos resultados con relación al incremento de la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica modificada con la incorporación de algunos tipos de plásticos como SBS, ABS, EVA, POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD y otros. Por lo cual, en esta investigación se evalúa la alternativa de emplear plástico del tipo LDPE con fines de obtener mejores propiedades de la mezcla asfáltica que permita reducir los ahuellamientos en las carreteras.

La presente investigación tiene como propósito generar mezclas asfálticas modificados con mejores características que puedan aumentar la estabilidad y flujo.

Las mezclas asfálticas modificadas traerán grandes beneficios en la construcción de carreteras, ya que con esta investigación se quiere lograr mezclas asfálticas de mayor capacidad estructural que aporte tanto mejores características mecánicas, costo y durabilidad.

Esta investigación será inicio de otras investigaciones que permitan seguir mejorando las características de la mezcla con plástico peletizado de polietileno de baja densidad u otro tipo de componente.

Los principales resultados de la investigación con respecto al diseño de una mezcla asfáltica con plástico LDPE mejora la estabilidad en un 15 %, mientras con respecto a la variable flujo no se observó un incremento significativo en comparación con el diseño de la mezcla asfáltica patrón. Se encontró que la cantidad adecuada de plástico para ver mejoras en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica es de 6% con un contenido óptimo de asfalto modificado de 5.78 %.

Para responder a la investigación en base a los antecedentes se tuvo como hipótesis general:

- Las propiedades mecánicas (estabilidad y flujo) de la mezcla asfáltica en caliente con plástico peletizado de polietileno de baja densidad se incrementa como mínimo en un 30%.

Las hipótesis específicas son:

- La cantidad optima de asfalto sin modificar es de 5.5% en la mezcla asfáltica en caliente patrón utilizando los agregados de la Cantera Gloria.
- La cantidad optima de asfalto modificado es de 6% en las mezclas asfálticas modificadas en caliente utilizando 3% de plástico peletizado de polietileno de baja densidad(LDPE).
- La cantidad adecuada de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE) es de 3% para lograr mejoras en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica modificada en caliente.

II.MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

En el presente proyecto de investigación realizada es de tipo aplicado, según BEHAR, Daniel (2008) “Este tipo de investigación también recibe el nombre de práctica, activa, dinámica. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren” (p.20). Se realizarán ensayos en laboratorio, la cual generarán resultados con respecto a la investigación.

Diseño de investigación

El diseño de investigación utilizado será Experimental-Transversal porque los ensayos se realizarán en laboratorio bajo condiciones controladas y modificando la variable independiente para estudiar la respuesta de la variable dependiente, en la cual se incorporarán distintos % de plástico LDPE en la mezcla asfáltica en un determinado de tiempo, por consiguiente, los datos serán representados en gráficos estadísticos. Según HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar (2014) nos dice que el diseño transversal “Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (p.154).

2.2. Operacionalización de variables:

En la tabla N° 2 se visualiza el cuadro de operacionalización de variables de la investigación.

Tabla N° 2: Operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
PROPIEDADES MECANICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA	Según COICUE, Luis y SEPÚLVEDA, Cristhian (2017) nos dice que “Las mezclas asfálticas tienen diferentes propiedades mecánicas, las cuales están relacionadas con las fuerzas exteriores que se ejercen sobre ellos. Las propiedades mecánicas de los materiales son: estabilidad y flujo”. (p.13)	ESTABILIDAD	Fuerza aplicada >815 (kg)	RAZÓN
		FLUJO	2mm<Deformación diametral<3.5 mm	RAZÓN
PLÁSTICO PELETIZADO LDPE	Es un polímero termoplástico formada estructuralmente por unidades repetidas de etileno. Entre sus propiedades más resaltantes de este tipo de materiales esta: buena resistencia térmica, buena resistencia a los ataques químicos, buena resistencia a las temperaturas, ya que puede soportar temperaturas de 80°C de forma continua (COICUE, Luis y SEPÚLVEDA, Cristhian. 2017, p.44). La proporción será importante para llegar a un diseño de mezcla asfáltica mejorado.	PROPORCIÓN	(3%-6%-9% en volumen)	RAZÓN

Fuente: Propio

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

Debido a que la presente investigación es del tipo experimental y que las muestras son elaboradas en Laboratorio la población será de 48 briquetas de mezcla asfáltica, ya que nos hemos basado a la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Muestra

El número de muestras propuestas responde a lo indicado en cada normativa del ministerio de transportes, en total se prepara 48 briquetas de mezcla asfáltica.

Cantidad de briquetas MAC:12 (ver tabla N°3)

Tabla N° 3: Diseño de mezcla asfáltica en caliente de patrón

DESCRIPCIÓN	D N°1	D N° 2	D N°3	D N°4
PESO DE MUESTRA(gr)	1200	1200	1200	1200
Asfalto(%)+LDPE(%)	5%	5.50%	6%	6.50%
Asfalto(gr)+LDPE(gr)	60	66	72	78
LDPE(0%)	-	-	-	-
Asfalto(100%)-(gr)	60.00	66.00	72.00	78.00
Cantidad de briquetas	3.00	3.00	3.00	3.00
TOTAL				12

Fuente: Propia

Cantidad de briquetas MACM con 3% LDPE: 12 (ver tabla N°4)

Tabla N° 4: Diseño de mezcla asfáltica en caliente modificado con 3% de plástico peletizado

DESCRIPCIÓN	D N°1	D N° 2	D N°3	D N°4
PESO DE MUESTRA(gr)	1200	1200	1200	1200
Asfalto(%)+LDPE(%)	5%	5.50%	6%	6.50%
Asfalto(gr)+LDPE(gr)	60	66	72	78
LDPE(3%)-(gr)	1.80	1.98	2.16	2.34
Asfalto(97%)-(gr)	58.20	64.02	69.84	75.66
Cantidad de briquetas	3.00	3.00	3.00	3.00
TOTAL				12

Fuente: Propia

Cantidad de briquetas MACM con 6% LDPE:12 (ver tabla N°5)

Tabla N° 5: Diseño de mezcla asfáltica en caliente modificado con 6% de plástico peletizado

DESCRIPCIÓN	D N°5	D N° 6	D N°7	D N°8
PESO DE MUESTRA(gr)	1200	1200	1200	1200
Asfalto(%)+LDPE(%)	5%	5.50%	6%	6.50%
Asfalto(gr)+LDPE(gr)	60	66	72	78
LDPE(6%)-(gr)	3.60	3.96	4.32	4.68
Asfalto(94%)-(gr)	56.40	62.04	67.68	73.32
Cantidad de briquetas	3.00	3.00	3.00	3.00
TOTAL				12

Fuente: Propia

Cantidad de briquetas de MACM con 9% LDPE:12 (ver tabla N°6)

Tabla N° 6: Diseño de mezcla asfáltica en caliente modificado con 6% de plástico peletizado

DESCRIPCIÓN	D N°9	D N° 10	D N°11	D N°12
PESO DE MUESTRA(gr)	1200	1200	1200	1200
Asfalto(%)+LDPE(%)	5%	5.50%	6%	6.50%
Asfalto(gr)+LDPE(gr)	60	66	72	78
LDPE(9%)-(gr)	5.40	5.94	6.48	7.02
Asfalto(91%)-(gr)	54.60	60.06	65.52	70.98
Cantidad de briquetas	3.00	3.00	3.00	3.00
TOTAL				12

Fuente: Propia

Muestreo

Se adoptará un Muestreo Aleatorio Estratificado. Este tipo de muestreo es utilizado cuando el investigador divide la población en varios subgrupos (BEHAR, Daniel, 2008, p.56). En este caso se ha dividido la muestra en 4 diseños, así como también es utilizada cuando se quiere ver la relación entre subgrupos.

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

Técnicas de recolección de datos

Ensayo de Marshall

El Ensayo de Marshall que consiste en aplicar una determinada carga a una briqueta de mezcla asfáltica en caliente a través de una mordaza anular, con el fin de determinar el porcentaje óptimo del ligante asfáltico con respecto a los agregados que conforman la mezcla asfáltica, a partir del análisis de los resultados de estabilidad, densidad, flujo y vacíos (ver figura N°6).

Figura N° 6: Ensayo de Marshall



Fuente: Propia

Según el ASPHALT Institute (2014) “El método original Marshall sólo es aplicable a la mezcla caliente de mezclas de pavimentación de asfalto que contienen agregados con tamaños máximos de 25 mm (1 in.) o menos. Un método Marshall alternativo ha sido desarrollado para agregados con tamaños máximos de hasta 38 mm (1,5 pulg.)” (p.86).

Esta técnica de ensayo fue desarrollada por Marshall, Bruce en el año 1943 en los estados Unidos.

La clase de mezcla que se usará en la presente investigación será aquella que corresponde a tránsito pesado, es decir la clase A según las Especificaciones Generales EG-2013 del MTC, en la cual se indican los parámetros que se deben cumplir con respecto al Ensayo Marshall (ver figura N° 7).

Tabla N° 7: Requisitos para mezcla de concreto bituminoso

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

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones EG-2013

También se hicieron una serie de ensayos para caracterizar los agregados, entre las cuales son:

1. Análisis Granulométrico (MTC E-204)
2. Limite Líquido (MTC E- 110), Limite Plástico (MTC E- 111) e Índice de Plasticidad (ASTM D – 4318)
3. Ensayo de Equivalente de Arena (MTC E-114)
4. Ensayo de Peso específico y Absorción del agregado grueso y fino (NTP 400.021 y NTP 400.022)- (ASTM C-127 y ASTM C- 128)
5. Ensayo de Abrasión de los Ángeles (MTC E-207)
6. Ensayo de caras fracturadas (MTC E-210)
7. Ensayo de Partículas chatas y alargadas (NTP 400.040)

8. Ensayo de Sales Solubles Totales (MTC E-219)

Instrumentos de recolección de datos

Para recolectar datos de los ensayos realizados en agregados y mezcla asfáltica se utilizarán fichas técnicas. La ficha técnica sirve para anotar datos generales, características de los agregados y características de la mezcla asfáltica.

Los equipos y herramientas a utilizar son: Molde ensamblado para Especímenes, Martillo de Compactación con manubrio fijo, horno de calentado eléctrico, guantes para maniobrar el equipo caliente, juego de tamices, bandeja de metal para colocar la mezcla asfáltica (ensayo máximo densidad teórica), balanza, espátula para mezclar el asfalto, 1 termómetro para medir la temperatura del asfalto con un rango de 10 a 200 ° C con sensibilidad de 3°C, taras de metal, 2 baños de maría, 1 juego de mallas para agregado fino (3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200, Fondo y Tapa), bolsas de chequera de 5"x10" para separar las muestras, 1 juego de mallas para agregado grueso (3/8, 1/2, 3/4, 1, 1 1/2, 2, Fondo y Tapa), 1 pedestal de compactación, 1 tetera para calentar el asfalto, 1 Equipo Marshall, 1 Flujómetro y 1 Dispositivo para medir la fuerza.

Validez

Para la validación de los instrumentos de recolección de datos (formatos), se recurrió al Juicio de Expertos para determinar que la información a recolectar es consistente con la investigación. En el ANEXO N°3 se presenta la evaluación realizada por cuatro expertos.

Confiablez

Los equipos que se utilizarán para los respectivos ensayos en laboratorio de la mezcla asfáltica en caliente deberán estar calibrados para tener resultados precisos y no erróneos. Por lo cual se adjuntan las calibraciones en el ANEXO N°1.

2.5. Procedimiento

Preparación de las briquetas

Numero de briquetas:

La cantidad de briquetas serán elaboradas en base a la cantidad asfalto de diferentes proporciones (la cantidad varia en 0.5% del peso de la briqueta) de la misma forma serán elaborados 3 briquetas como mínimo por cada contenido de asfalto para tener un buen promedio,

en la cual generalmente es seleccionado en base a la experiencia y la calidad de los materiales (MTC E-504, 2016, p. 583).

Se tomarán 4 puntos en esta investigación (5%, 5.5%, 6%, 6.5%) para la cantidad de asfalto, ya que el óptimo contenido de asfalto se encuentra en ese rango según los antecedentes encontrados

Cantidad de materiales

Para un diseño con 4 contenidos de asfalto se necesitan 12 briquetas como mínimo, para la elaboración de cada briqueta se necesita 1200 gr (1.2 kg) de agregados (ver figura N°7). Por lo que se podría decir que necesitamos alrededor de 1.14 kg de agregado y 0.06 kg de asfalto por ensayo.

Figura N° 7: Muestras de 1200gr



Fuente: Propia

Preparación de la mezcla

Previamente se debe definir las proporciones de las cantidades de arena y piedra chancada según el tipo de especificación para el agregado. Se utilizó la Gradación para la mezcla asfáltica en caliente MAC-2(ver tabla N° 8). Posteriormente pesar el material granular y colocarlos en un envase metálico señalando la cantidad de asfalto y agregado (ejemplo: para 5% de PEN, utilizar 95 % de agregado).

Tabla N° 8: Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

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

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones EG-2013

Una vez definida las proporciones de los agregados para especímenes de 1200, 2400, 3600 o 4800 gr respectivamente, estos se deben colocar en una tara, para ponerlos en un horno a temperatura constante (ver figura N° 8). Esta temperatura de calentamiento debe estar por encima de 28 °C de la temperatura de compactación para mezclas con cemento asfáltico y brea y 14 °C por encima para mezclas con asfaltos líquido.

Figura N° 8: Muestra de 1200 gr en el Horno



Fuente: Propia

Cargar el contenedor de la mezcla con el agregado caliente y mezclar en seco con cuchara, con cuchara ó pala. Formar un cráter en el agregado mezclado seco y colocar (5%-5.5%-6%-6.5%)

de material bituminoso a 150°C de temperatura. es importante realizar este trabajo sobre una cocina para poder obtener una mezcla homogénea y trabajable (ver figura N° 9), es importante medir la temperatura de la mezcla con un termómetro especificado para ello antes de la compactación (ver figura N° 10).

Figura N° 9: Mezclado a Temperatura constante en la cocina



Fuente: Propia

Figura N° 10: Toma de Temperatura de la mezcla asfáltica



Fuente: Propia

Compactación de las briquetas

Antes de empezar el proceso de compactación de debe realizar la limpieza de cualquier partícula extraña o impregnada en el molde o la cara del martillo de compactación, después todos los materiales que se van a utilizar para la compactación se deben calentar entre 90 y 150°C según la norma MTC E-504 (ver figura N°11). Es importante colocar un papel circular del mismo diámetro del molde de la briqueta antes de introducir la mezcla asfáltica.

Figura N° 11: Calentamiento del martillo de compactación y moldes.



Fuente: Propia

Colocar la mezcla asfáltica en el molde, es importante chusear la mezcla unas 15 veces alrededor del molde y 10 veces en el interior, una vez realizado este proceso colocar otro molde de papel en la parte superior. Una de la forma de garantizar la calidad del asfalto, es medir la temperatura y verificar que este dentro del rango de temperatura (140°C - 150°C) de compactación de la mezcla (ver figura N° 12).

Figura N° 12: Colocación de la mezcla asfáltica en el molde



Fuente: Propia

Una forma de definir la temperatura de compactación y mezclado del asfalto es calentar el cemento asfáltico hasta que se produzca una viscosidad de 0.17 ± 0.02 Pa.s (para compactación) y 0.28 ± 0.03 Pa.s (para mezclado). Si en el caso se van a trabajar con asfalto líquido también es importante definir la temperatura de compactación y mezclado que esta entre 0,17 a 0,02 Pa.s.

Finalmente, se debe colocar el molde en el pedestal de compactación se aplicarán 35, 50 y 75 golpes con el martillo de compactación según el tránsito (liviano, medio, alto). Remover la placa de base y el collar y voltear el molde. Luego se aplica el mismo número de golpes de compactación en la cara reversa de la briqueta (ver figura N° 13).

Figura N° 13: Compactación de la mezcla asfáltica (75 golpes)



Fuente: Propia

Una vez terminado la compactación se debe retirar el molde con la briqueta al interior para dejarlos enfriar y posteriormente quitar las briquetas con la gata hidráulica sin que estas sufran daño (ver figura N° 14 y N° 15).

Figura N° 14: Retiro de las briquetas con la gata hidráulica



Fuente: Propia

Figura N° 15: Enfriamiento de las briquetas



Fuente: Propia

Determinación de la estabilidad y flujo

Una vez retiradas las briquetas del molde éstas serán introducidos en agua caliente con temperatura a $60\pm 1^\circ\text{C}$ para cemento asfáltico, $49\pm 1^\circ\text{C}$ para asfalto líquido, por un promedio de 30 a 45 minutos, generalmente ese proceso se realiza con un equipo conocido como baño de maría, equipo que permite mantener la temperatura constante por un largo periodo de tiempo (ver figura N° 16).

Figura N° 16: Baño de las briquetas a 60°C



Fuente: Propia

Antes de ensayar con la briqueta de asfalto se debe limpiar el molde Marshall y lubricar la barra guía de tal manera que la prensa se deslice libremente. El cabezal deberá estar a temperatura de

20 a 40 ° C. Si se emplea el baño de agua, limpiar el exceso de agua del interior de los segmentos del cabezal.

Una vez culminado el tiempo de calentamiento en el baño se debe sacar y quitar la cantidad de agua necesaria con una toalla y colocarlo en el segmento interior del cabezal. Luego, colocar el segmento superior sobre el espécimen y colocar el conjunto completo en la máquina de carga. Si se usa, colocar el flujómetro en posición sobre una de las líneas guías y ajustarlo al acero, mientras se sostiene firmemente contra el segmento superior del cabezal durante el ensayo.

Es importante no superar el tiempo de ensayo de la briqueta, estos podrían traer error en los datos, por ello el tiempo de remoción de la briqueta del baño hasta la determinación de la carga máxima, no debe sobrepasar de los 30 s. La carga que se aplica a la briqueta estará en una razón de 50 mm/min según la norma (ver figura N° 17).

Figura N° 17: Ensayo Marshall



Fuente: Propia

Se debe anotar la máxima carga indicada en el anillo de carga como valor de estabilidad Marshall. Liberar el flujómetro y anotar la lectura del dial micrómetro en el instante en que la máxima carga empieza a decrecer. El valor del flujo normalmente se da en unidades de 0,25 mm según la norma. En todo este proceso se debe contar con el apoyo de 3 a 4 personas para realizar la lectura y anotación del flujo y estabilidad del equipo.

2.6. Método de análisis de datos

En la presente investigación se tendrán que realizar una serie de pasos para obtener los datos:

- a. Realizar los ensayos de los agregados: Se realizarán una serie de ensayos para los agregados entre los cuales se puede mencionar: análisis granulométrico, límites de consistencia, ensayo de equivalente de arena, peso específico y absorción, abrasión de los ángeles, caras fracturadas, partículas chatas y alargadas y sales solubles.
- b. Preparación de la mezcla: Se utilizó un 60% de agregado fino, 40% de agregado grueso con % de asfalto: 5%, 5.5%, 6% y 6.5%.
- c. Elaboración de briquetas: Para realizar las briquetas se utilizaron moldes de dimensiones 2 ½" x 4"
- d. Rotura de briquetas con el ensayo de Marshall: Esto consiste en aplicarle una fuerza a la briqueta de mezcla asfáltica, en la cual se determinará el flujo y la estabilidad.
- e. Presentación de resultados en tablas y gráficos: los datos obtenidos serán comparados mediante gráficos de dispersión y tablas a fin de verificar las diferencias entre el grupo de control con respecto al grupo experimental.

2.7. Aspectos éticos

Para la elaboración de este trabajo de investigación, se tomaron las reglas éticas esenciales, ya que se consultaron y se citaron adecuadamente las fuentes como se indican en el estilo ISO 690. Asimismo, se ha evitado incurrir en copia de información de otros autores con faltas de ortografías o el mismo modelo

También se tendrá en cuenta la veracidad de resultados; el respeto por la propiedad intelectual; el respeto por las convicciones políticas, religiosas y morales; respeto por el medio ambiente y la biodiversidad; responsabilidad social, política, jurídica y ética; respeto a la privacidad; proteger la identidad de los individuos que participan en el estudio; honestidad, etc.

III.RESULTADOS

Ensayos de Agregados: Anticipadamente al momento de realizar el diseño de mezcla asfáltica se han evaluado los agregados, verificando que cumplan con las especificaciones técnicas de calidad del Manual de ensayos de materiales del MTC requeridos para un excelente desempeño en la mezcla asfáltica (ver tabla N° 9).

Tabla N° 9: Ensayos de Agregados

N°	ENSAYOS	NORMA	RESULTADO	REQUERIMIENTO MTC EG-2013
1	DESGASTE DE LOS ÁNGELES	MTC E-207	14.9%	40% máx.
2	PARTICULAS FRACTURADAS	MTC E-210	95/84%	85/50% min
3	DETERMINACIÓN DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	ASTM D-4791	6%	10% máx.
4	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO MTC E-206			
4.1	PESO BULK(BASE SECA)	MTC E-206	2.684	
4.2	PESO BULK(BASE SATURADA)	MTC E-206	2.707	
4.3	PESO APARENTE(BASE SECA)	MTC E-206	2.747	
4.4	ABSORCIÓN	MTC E-206	0.852	1.0% máx.
5	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO MTC E-205			
5.1	Peso bulk (base seca)	MTC E-205	2.688	
5.2	Peso bulk (base saturada)	MTC E-205	2.713	
5.3	Peso aparente (base seca)	MTC E-205	2.756	
5.4	Absorción	MTC E-2019	0.92%	0.5% máx.
6	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES PARA AGREGADO GRUESO	MTC E-2019	0.05%	0.50% máx.
7	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES PARA AGREGADO FINO	MTC E-2019	0.20%	0.50% máx.
8	LÍMITES ATERBERG			
8.1	limite líquido	MTC E-110	21.01	
8.2	limite plástico	MTC E-111	18.15	
8.3	Índice de plasticidad	MTC E-111	2.86	4 máx.
9	EQUIVALENTE DE ARENA	MTC E-114	64%	60% mín.

Fuente: Propia

1. Diseño de mezcla asfáltica patrón

Se obtuvieron los resultados del Ensayo Marshall de la mezcla asfáltica patrón para poder hacer las comparaciones con la mezcla asfáltica modificada con polietileno de baja densidad tanto en Estabilidad, Flujo y la rigidez Marshall. Como también se obtuvieron datos de % Vacíos de Aire y % Vacíos en los Agregados Minerales.

Tabla N° 10: Diseño Marshall CA PEN 60/70(5%)

CEMENTO ASFALTICO (5%)			
ESTABILIDAD(kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/cm)
1092	8.9	2.26	4830.6
1087	9.1	2.31	4702.8
1076	8.7	2.21	4869.2
1085	8.9	2.26	4800.9

Fuente: Propia

En la tabla N° 10 podemos observar los resultados obtenidos en el Ensayo Marshall, para una mezcla asfáltica en caliente con 5% de cemento asfáltico. De las 3 briquetas ensayadas se obtuvo un promedio de 1085 Kg en Estabilidad y en Flujo un valor promedio de 2.26 mm, este valor representa la deformación de la mezcla que se produce al aplicar una carga constante hasta llegar a la falla. De la misma forma, se puede observar que la Rigidez Marshall (E/F) tiene un valor promedio de 4800.9 Kg/cm este valor es muy importante para poder definir el óptimo contenido de asfalto.

Tabla N° 11: Diseño Marshall CA PEN 60/70(5.5%)

CEMENTO ASFALTICO (5.5%)			
ESTABILIDAD(kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/cm)
1184	11.7	2.97	3984.1
1182	11	2.79	4230.5
1177	11.5	2.92	4029.4
1181	11.4	2.90	4081.4

Fuente: Propia

En la tabla N° 11 podemos observar los resultados obtenidos en el Ensayo Marshall, para una mezcla asfáltica en caliente con 5.5% de cemento asfáltico. De las 3 briquetas ensayadas se obtuvo un promedio de 1181 kg en Estabilidad y en Flujo un valor promedio de 2.90 mm. De la misma forma se puede observar que la Rigidez Marshall (E/F) tiene un valor promedio de 4081.4 Kg/cm.

Tabla N° 12: Diseño Marshall CA PEN 60/70(6%)

CEMENTO ASFALTICO (6%)			
ESTABILIDAD(kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/cm)
1207	13	3.30	3655.4
1197	12.5	3.18	3770.1
1191	13	3.30	3606.9
1198.33	12.83	3.26	3677.4

Fuente: Propia

En la tabla N° 12 podemos observar los resultados obtenidos en el ensayo Marshall, para una mezcla asfáltica en caliente con 6% de cemento asfáltico. De las 3 briquetas ensayadas se obtuvo un promedio de 1198.33 Kg en Estabilidad o resistencia a la carga constante y en Flujo un valor promedio de 3.26 mm. De la misma forma se puede observar que la Rigidez Marshall (E/F) tiene un valor promedio de 3677.4 Kg/cm.

Tabla N° 13: Diseño Marshall CA PEN 60/70(6.5%)

CEMENTO ASFALTICO (6.5%)			
ESTABILIDAD(kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/cm)
1126	14	3.56	3166.5
1145	13.5	3.43	3339.2
1133	14	3.56	3186.2
1134.67	13.83	3.51	3230.6

Fuente: Propia

En la tabla N° 13 podemos observar los resultados obtenidos en el Ensayo Marshall, para una mezcla asfáltica en caliente con 6.5% de cemento asfáltico. De las 3 briquetas ensayadas se obtuvo un promedio de 1134.67 Kg en Estabilidad y en Flujo un valor promedio de 3.51 mm. De la misma forma se puede observar que la Rigidez Marshall (E/F) tiene un valor promedio de 3230.6 Kg/cm.

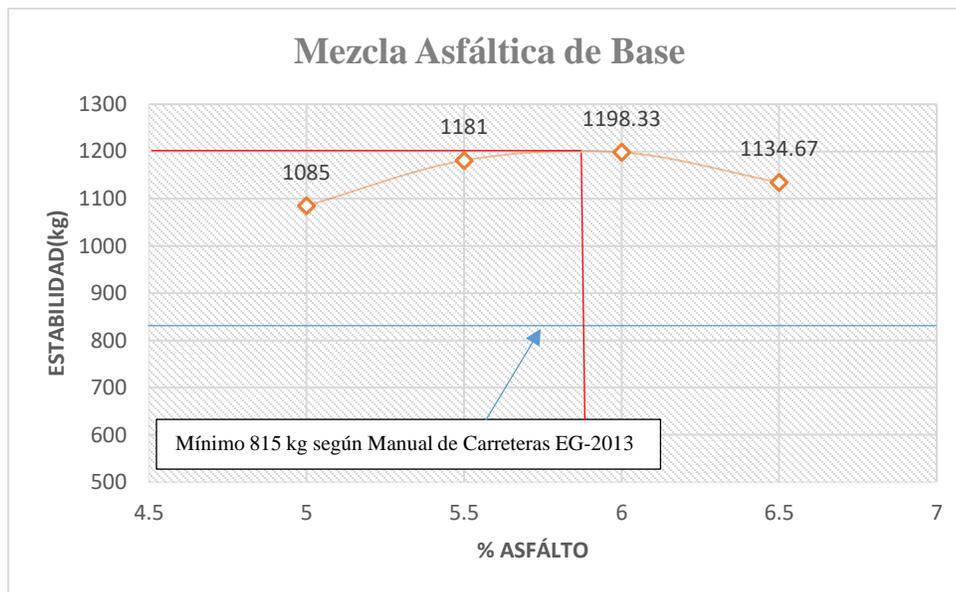
En la tabla N°14 se representa un resumen de los valores promedios de estabilidad, flujo y rigidez Marshall, para las distintas mezclas asfálticas en caliente con diferentes proporciones de cemento asfáltico. Claramente se visualiza que para 5% de cemento asfáltico se obtiene la máxima Rigidez Marshall de 4800.9 kg/cm, con un valor de 1085 kg en Estabilidad y 2.26 mm en Flujo. Seguidamente se visualiza que para 6.5% de cemento asfáltico se obtiene el mínima Rigidez Marshall de 3230.6 kg/cm, con un valor de 1134.67 kg en Estabilidad y 3.51 mm en Flujo.

Tabla N° 14: Resumen promedio del Ensayo Marshall

CEMENTO ASFALTICO(%)	ESTABILIDAD PROMEDIO(kg)	FLUJO PROMEDIO(mm)	E/F(kg/cm)
5	1085	2.26	4800.9
5.5	1181	2.9	4081.4
6	1198.33	3.26	3677.4
6.5	1134.67	3.51	3230.6

Fuente: Propia

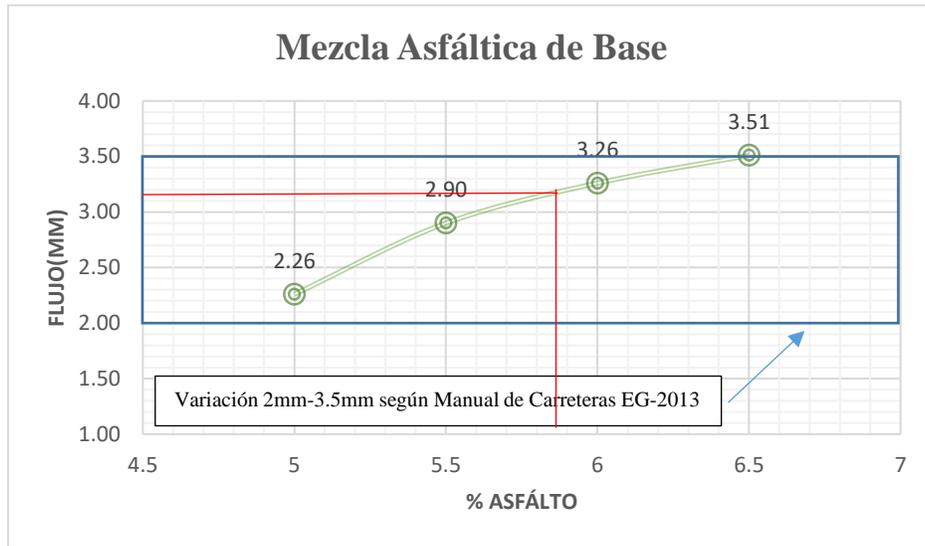
Figura N° 18: Estabilidad



Fuente: Propia

En la figura N° 18 se muestra que por cada contenido de asfalto en las mezclas asfálticas en caliente existe una estabilidad dada, por consiguiente, se observa que todas las mezclas asfálticas con diferentes contenidos de asfalto sobrepasan el mínimo de 815 kg en estabilidad, la cual indica que cumplen con las Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013 en lo que respecta a la estabilidad. A medida que se incrementa más % de Asfalto en la mezcla asfáltica en caliente se va incrementando la estabilidad hasta un punto que empieza a bajar. El contenido óptimo de asfáltico es 5.8% cuando se obtiene una estabilidad de 1200 kg.

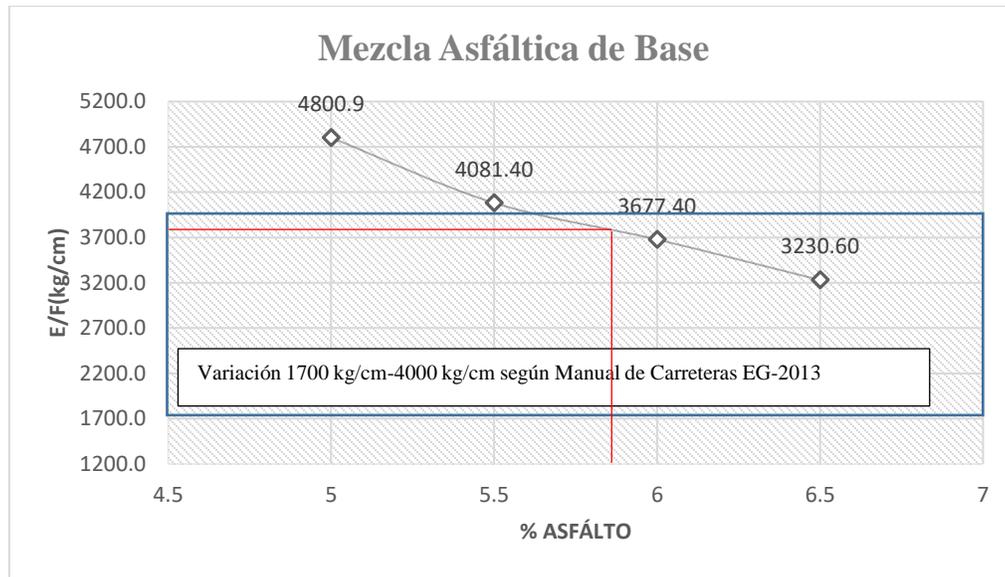
Figura N° 19: Flujo



Fuente: Propia

En la figura N° 19 se muestra que por cada contenido de asfalto en las mezclas asfálticas en caliente existe un flujo dado, por consiguiente, se observa 3 mezclas asfálticas con diferentes contenidos de asfalto (5%-5.5%-6%) están dentro del intervalo de 2mm-3.5mm en flujo, la cual indica que cumplen con las Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013. El mínimo flujo es 2.26 mm, esto existe cuando la mezcla asfáltica contiene 5% de cemento asfáltico y el máximo flujo es 3.51 mm. La mezcla asfáltica contiene 6.5% de cemento asfáltico. Es importante determinar el flujo ya que permite prevenir fallas de ahuellamientos. A medida que se incrementa más % Asfalto en la mezcla asfáltica en caliente se va incrementando la deformación. El contenido óptimo de asfáltico es 5.8% cuando se obtiene un flujo de 3.12 mm.

Figura N° 20: % Asfalto vs E/F(kg/cm)



Fuente: Propia

En la figura N° 20 se presenta el valor de Rigidez Marshall obtenido con diferentes contenidos de asfalto. Se observa que 2 mezclas asfálticas con contenidos de asfalto de 6% y 6.5% están dentro del intervalo de 1700 kg/cm- 4000 kg/cm en Rigidez Marshall, que exige las Especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013. La máxima Rigidez Marshall obtenida es 4800.9 kg/cm, esto corresponde a la mezcla con 5% de cemento asfáltico y la mínima Rigidez Marshall es 3230.60 kg/cm cuando la mezcla tiene 6.5% de cemento asfáltico. A medida que se incrementa más % Asfalto en la mezcla asfáltica en caliente se va reduciendo la Rigidez Marshall. El contenido óptimo de asfalto es 5.8% cuando se obtiene una Rigidez Marshall de 3840.98 kg/cm.

En la tabla N°15 se muestra el resumen del % de Vacíos con Aire y % Vacíos en los Agregados Minerales para cada uno de las cantidades de cemento asfáltico

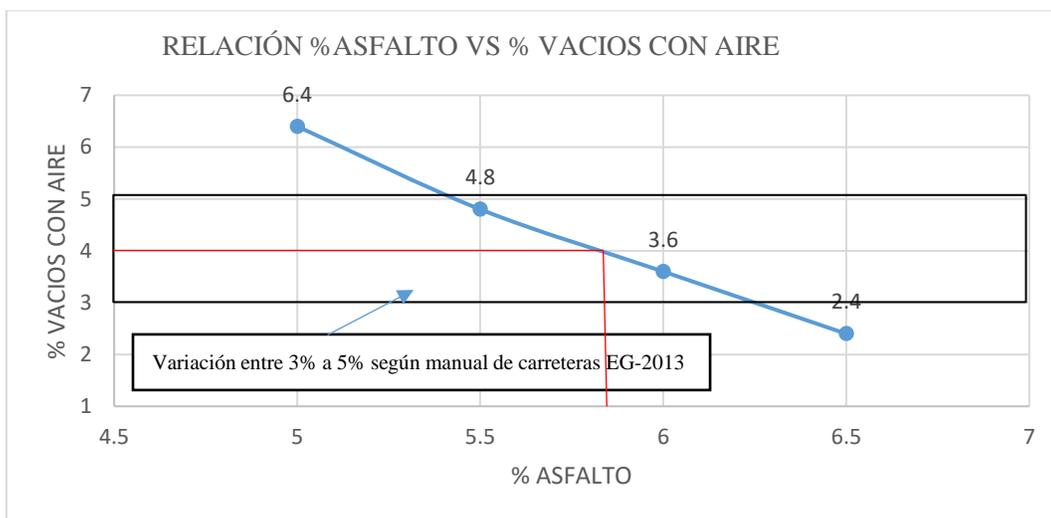
Tabla N° 15: Resumen de % Vacíos con Aire y % V.M.A

CONTENIDO DE % ASFÁLTO	VACIOS CON AIRE(%)	V.M.A(%)
5	6.4	16.57
5.5	4.8	16.26
6	3.6	16.33
6.5	2.4	16.36

Fuente: Propia

En la figura N° 21 se observa que para el % de Vacíos de aire se reduce en la medida que se incrementa el % de asfalto. Los resultados muestran que 2 mezclas asfálticas contenidas con 5.5% y 6% de asfalto están dentro del intervalo de 3%-5% en Vacíos con aire, la cual indica que cumplen con las Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013. El máximo valor de Vacíos con aire es 4.8% se obtiene cuando existe 5.5% de cemento asfáltico y el mínimo valor de Vacíos con aire es 3.6% cuando existe 6% de cemento asfáltico. El contenido óptimo de asfalto es 5.8% con un porcentaje de vacíos con aire de 4%.

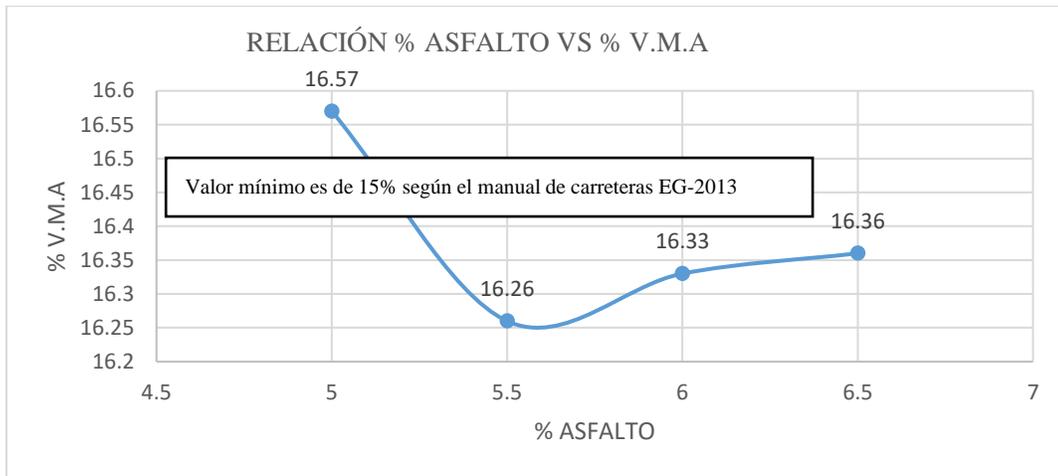
Figura N° 21: Relación % Asfalto vs % Vacíos con aire



Fuente: Propia

En la figura N° 22 se muestra la variación del % V.M.A con el contenido de asfalto. Cuando el contenido de asfalto varía de 5% a 5%, el % V.M.A se reduce, sin embargo, cuando se incrementa más asfalto, se observa un ligero incremento de % V.M.A. Aun así, en todos los casos evaluados se cumple el requerimiento solicitado por la norma ($\% \text{ V.M.A} > 15\%$). El contenido óptimo de asfalto es 5.8% cuando con un 16.35% en V.M.A.

Figura N° 22: Relación % Asfalto vs % V.M.A



Fuente: Propia

En resumen, luego de haber evaluado los resultados de los ensayos Marshall, se observa que el contenido óptimo de asfalto es 5.8% para la muestra patrón, ya que cumplen con los requisitos de las Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013. La estabilidad es 1200 kg, el flujo es 3.12 mm, la rigidez Marshall es 3840.98 kg/cm, el % de vacíos con aire es 4% y el valor de V.M.A es 16.35%.

2. Diseño de mezcla asfáltica modificada con polietileno de baja densidad(LDPE)

En esta sección se muestran los resultados obtenidos en el Ensayo Marshall al realizar un diseño de mezclas asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE), con el fin de realizar una comparación en los valores de Estabilidad, Flujo y Rigidez Marshall con el diseño de mezcla patrón. Igualmente se analizaron datos de % Vacíos de Aire y % V.M.A.

Se adicionaron 3 cantidades de plástico peletizado de LDPE (3%, 6% y 9%) para poder ver la variación en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica y definir la proporción adecuado del LDPE que produzcan una mejora en las propiedades mencionadas.

- Diseño de mezcla asfáltica modificada con 3% LDPE

En las tablas N° 16,17,18 y 19 se muestran los resultados del Ensayo Marshall como Estabilidad, Flujo y Rigidez Marshall.

Tabla N° 16: Diseño Marshall CAM-5% (97% C.A PEN 60/70 + 3% LDPE)

CAM-5% (97% C.A PEN 60/70 + 3% LDPE)			
ESTABILIDAD (Kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/cm)
1388	9.4	2.35	5906.4
1430	11	2.75	5200.0
1347	11.8	2.95	4566.1
1388.33	10.73	2.68	5224.2

Fuente: Propia

Tabla N° 17: Diseño Marshall CAM-5.5% (97% C.A PEN 60/70 + 3% LDPE)

CAM-5.5% (97% C.A PEN 60/70 + 3% LDPE)			
ESTABILIDAD (Kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/cm)
1532	10.2	2.55	6007.8
1016	11.8	2.95	3444.1
1059	11.8	2.95	3589.8
1202.33	11.27	2.82	4347.2

Fuente: Propia

Tabla N° 18: Diseño Marshall CAM-6% (97% C.A PEN 60/70 + 3% LDPE)

CAM-6% (97% C.A PEN 60/70 + 3% LDPE)			
ESTABILIDAD (Kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/cm)
1081	12.6	3.15	3431.7
1191	13	3.25	3664.6
930	13	3.25	2861.5
1067.33	12.87	3.22	3319.3

Fuente: Propia

Tabla N° 19: Diseño Marshall CAM-6.5% (97% C.A PEN 60/70 + 3% LDPE)

CAM-6.5% (97% C.A PEN 60/70 + 3% LDPE)			
ESTABILIDAD (Kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/cm)
1145	14	3.5	3271.4
973	14	3.5	2780.0
1016	14	3.5	2902.9
1044.67	14.00	3.50	2984.8

Fuente: Propia

En la tabla N° 20 se representa un resumen de los valores promedios de estabilidad, flujo y rigidez Marshall para las distintas mezclas asfálticas modificadas en caliente con diferentes proporciones de cemento asfáltico modificado con 3% de LDPE. Claramente se visualiza que

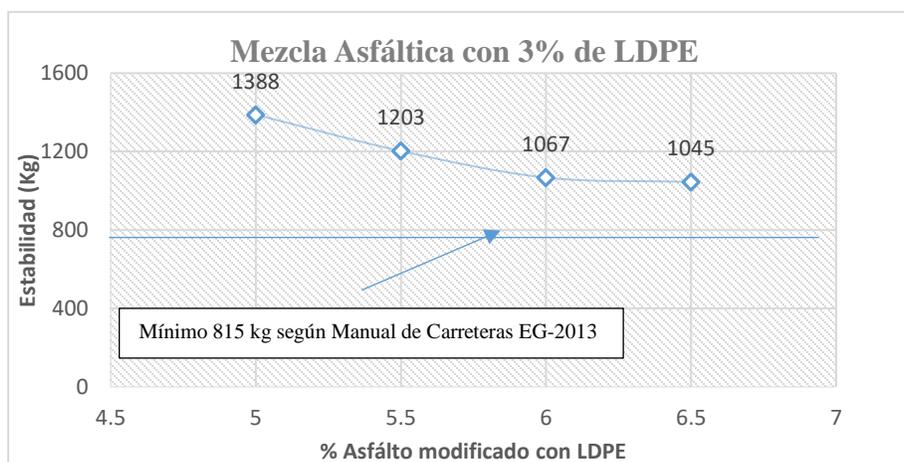
para 5% de cemento asfáltico modificado con plástico peletizado LDPE se obtiene la máxima Rigidez Marshall de 5224.2 kg/cm, con un valor de 1388.33 kg en estabilidad y 2.68mm en flujo. Seguidamente se visualiza que para 6.5% de cemento asfáltico modificado con plástico peletizado LDPE se obtiene la mínima Rigidez Marshall de 2894.8 kg/cm, con un valor de 1044.67 kg en estabilidad y 3.5 mm en flujo.

Tabla N° 20: Resumen promedio del Ensayo Marshall con 3% de LDPE

CA/LDPE	ESTABILIDAD PROMEDIO(Kg)	FLUJO PROMEDIO(mm)	E/F (Kg/cm)
5%/3%	1388.33	2.68	5224.2
5.5%/3%	1202.33	2.82	4347.2
6%/3%	1067.33	3.22	3319.3
6.5%/3%	1044.67	3.5	2984.8

Fuente: Propia

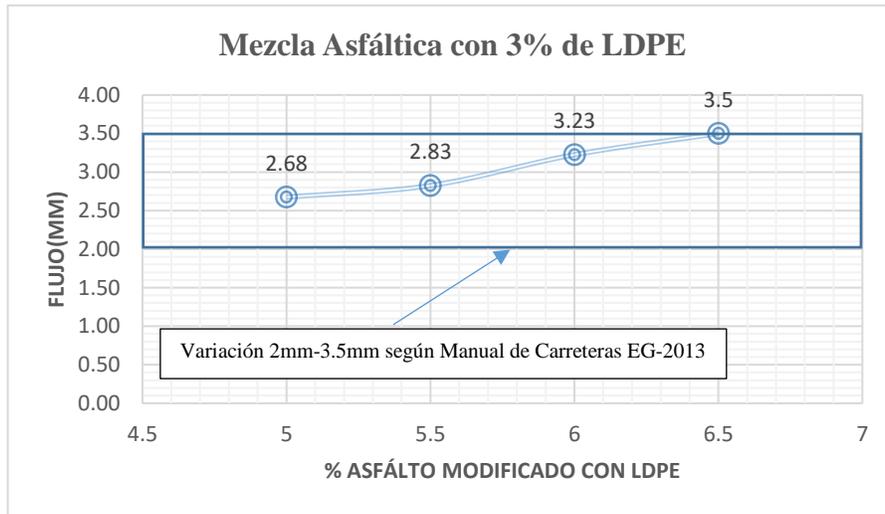
Figura N° 23: % Asfalto vs Estabilidad (kg)



Fuente: Propia

En la figura N° 23 se muestra que por cada contenido de asfalto modificado con 3% de LDPE existe un valor de estabilidad dada, por consiguiente, se observa que todas las mezclas asfálticas con diferentes contenidos de asfalto modificado sobrepasan el mínimo de 815 kg en estabilidad. A medida que se incrementa más % Asfalto modificado en la mezcla asfáltica modificada en caliente se va reduciendo la estabilidad.

Figura N° 24: % Asfalto vs Flujo (mm)

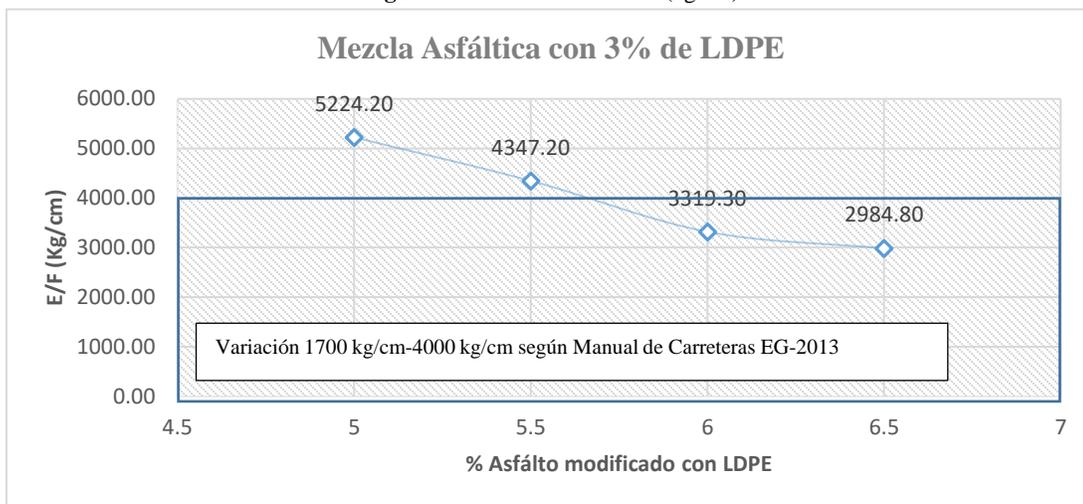


Fuente: Propia

En la figura N° 24 se muestra que en la medida que se incrementa el % de cemento asfáltico modificado, el valor del flujo tiende a incrementarse. Comportamiento similar se observa en las mezclas con asfalto convencional. Todas las mezclas asfálticas ensayadas están dentro del intervalo de 2mm-3.5mm en flujo, es decir están dentro de lo exigido por la norma. Es importante determinar limitar el valor de flujo, ya que se ha demostrado que para valores mayores se producen fallas por ahuellamiento.

En cuanto a la rigidez Marshall (estabilidad/flujo), se observa que a medida que se incrementa más el % de asfalto en la mezcla asfáltica en caliente se va reduciendo. La norma establece que la rigidez Marshall debe estar en el rango entre 1700 kg/cm-4000 kg/cm para que la mezcla tenga un desempeño adecuado. Se requieren % de c.a del orden de 6% a 6.5% para que la mezcla modificada con 3% de LDPE cumpla con el parámetro rigidez Marshall (ver figura N° 25).

Figura N° 25 % Asfalto vs E/F(kg/cm)



Fuente: Propia

En la tabla N° 21 se muestra el resumen del % de Vacíos con Aire y % V.M.A para cada uno de las cantidades de cemento asfáltico modificado con 3% de LDPE.

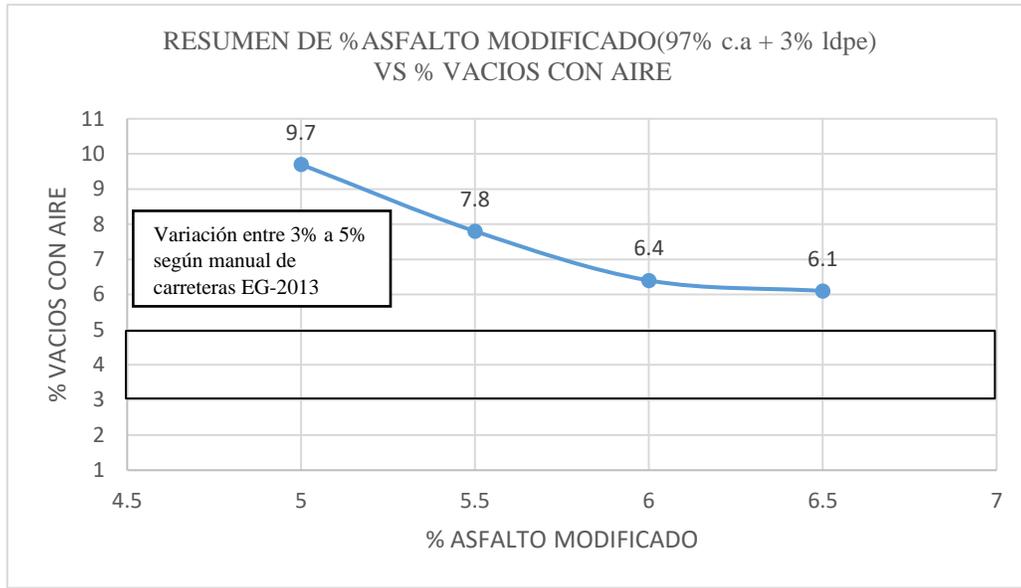
Tabla N° 21: Resumen de % Vacíos con aire y % V.M.A

CONTENIDO DE % ASFÁLTO MODIFICADO(97% c.a + 3% ldpe)	VACIOS CON AIRE(%)	V.M.A(%)
5	9.7	18.46
5.5	7.8	17.9
6	6.4	17.73
6.5	6.1	18.49

Fuente: Propia

En la figura N°26 se observa que el % de Vacíos de aire de todas las mezclas asfálticas modificadas, se encuentran fuera del rango establecido por la norma de (3%-5%). Se observa igualmente una tendencia a reducir el % Vacíos, en la medida que se incrementa % de asfalto modificado presentan una tendencia similar a lo observado en la mezcla convencional.

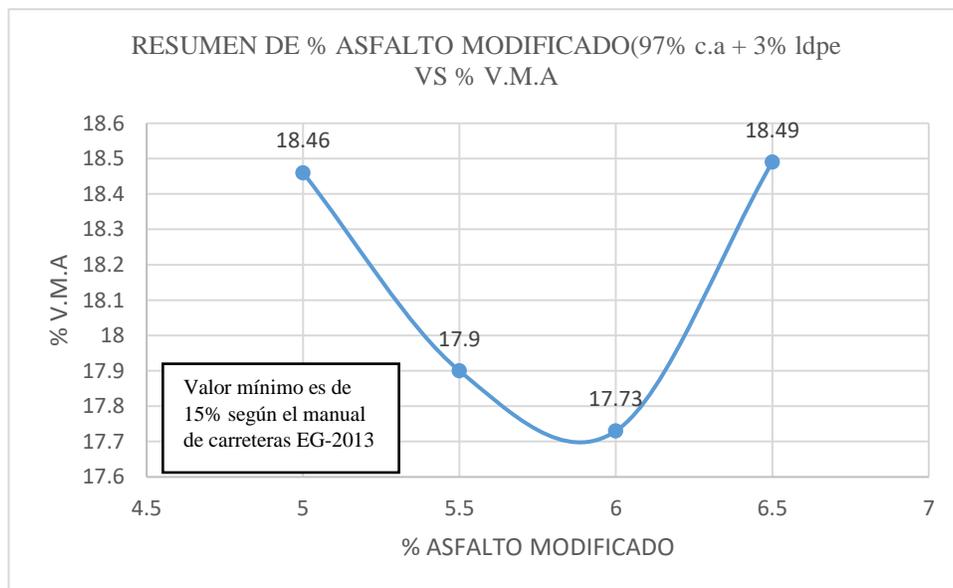
Figura N° 26: Resumen de % Asfalto modificado (97% c.a + 3% ldpe) vs % Vacíos con aire



Fuente: Propia

Con relación al % V.M.A obtenido en los ensayos para mezcla que se incorpora 3% de LDPE, se observa, que en todos los casos se cumple con lo indicado en la norma (ver figura N° 27). Con relación a la mezcla convencional se observa un ligero incremento en cuanto al % de V.M.A, alrededor de 2%.

Figura N° 27: Resumen de % Asfalto modificado (97% c.a + 3% ldpe) vs % V.M.A



Fuente: Propia

El contenido óptimo de cemento asfáltico modificado para el diseño de una mezcla asfáltica con 3% de LDPE a resultado de 6%. Se cumple con los requerimientos, ya que el valor de estabilidad es 1067 kg, el flujo es 3.23 mm, la rigidez Marshall es 3319.30 kg/cm y el % V.M.A es 17.73%. Sin embargo, el % de Vacío de aire resulta en exceso con respecto a lo indicado en la norma. Para este caso será necesario adicionar un % de filler o cal hidratada para reducir los vacíos.

- Diseño de mezcla asfáltica modificada con 6% LDPE

En las tablas N° 22,23,24 y 25 se muestran los resultados del Ensayo Marshall como Estabilidad, Flujo y Rigidez Marshall.

Tabla N° 22: Diseño Marshall CAM-5% (94% C.A PEN 60/70 + 6% LDPE)

CAM-5%(94% C.A PEN 60/70 +6% LDPE)			
ESTABILIDAD(kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/cm)
1146	14	3.56	3222.7
1047	14	3.56	2944.3
1034	13	3.30	3131.4
1075.67	13.67	3.47	3099.5

Fuente: Propia

Tabla N° 23: Diseño Marshall CAM-5.5% (94% C.A PEN 60/70 + 6% LDPE)

CAM-5.5%(94% C.A PEN 60/70 +6% LDPE)			
ESTABILIDAD(kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/cm)
1294	13	3.30	3918.8
1347	14	3.56	3788.0
1279	13	3.30	3873.4
1306.67	13.33	3.39	3860.1

Fuente: Propia

Tabla N° 24: Diseño Marshall CAM-6% (94% C.A PEN 60/70 + 6% LDPE)

CAM-6%(94% C.A PEN 60/70 +6% LDPE)			
ESTABILIDAD(kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/cm)
1361	14	3.56	3827.3
1483	14	3.56	4170.4
1441	14	3.56	4052.3
1428.33	14.00	3.56	4016.7

Fuente: Propia

Tabla N° 25: Diseño Marshall CAM-6.5% (94% C.A PEN 60/70 + 6% LDPE)

CAM-6.5%(94% C.A PEN 60/70 +6% LDPE)			
ESTABILIDAD(kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/cm)
1516	13	3.30	4591.2
1392	17	4.32	3223.7
1459	13	3.30	4418.5
1455.67	14.33	3.64	4077.8

Fuente: Propia

En la tabla N°26 se representa un resumen de los valores promedios de estabilidad, flujo y rigidez Marshall, para distintas mezclas asfálticas modificadas en caliente con diferentes proporciones de cemento asfáltico modificado con 6% de LDPE. Claramente se visualiza que para 5% de cemento asfáltico modificado con plástico peletizado LDPE se obtiene la mínima Rigidez Marshall de 3099.5 kg/cm, con un valor de 1075.67 kg en estabilidad y 3.47mm en flujo. Seguidamente se visualiza que para 6.5% de cemento asfáltico modificado con plástico peletizado LDPE se obtiene la máxima Rigidez Marshall de 4077.8 kg/cm, con un valor de 1455.67 kg en estabilidad y 3.64 mm en flujo.

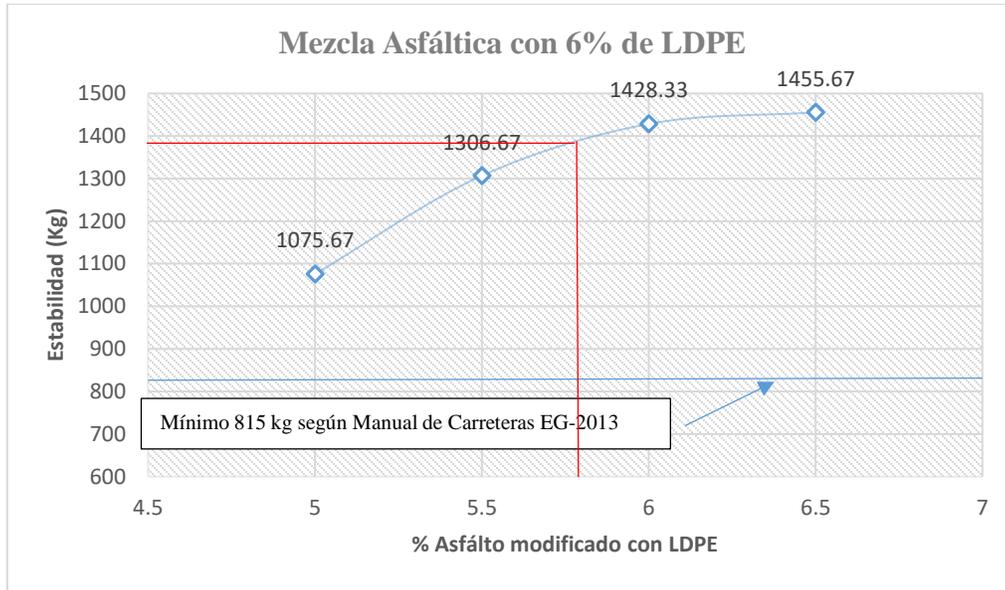
Tabla N° 26: Resumen promedio del Ensayo Marshall Modificado con 6% de LDPE

CA/LDPE	ESTABILIDAD PROMEDIO(kg)	FLUJO PROMEDIO(mm)	E/F(kg/cm)
5%/6%	1075.67	3.47	3099.5
5.5%/6%	1306.67	3.39	3860.1
6%/6%	1428.33	3.56	4016.7
6.5%/6%	1455.67	3.64	4077.8

Fuente: Propia

En la figura N° 28 se muestra que por cada contenido de asfalto modificado con 6% de LDPE existe un valor de estabilidad dada, por consiguiente, se observa que todas las mezclas asfálticas con diferentes contenidos de asfalto modificado sobrepasan el mínimo de 815 kg en estabilidad. A medida que se incrementa más % Asfalto modificado en la mezcla asfáltica en caliente se va incrementando la estabilidad. El contenido óptimo de asfalto es 5.78 % cuando se obtiene una estabilidad de 1380 kg.

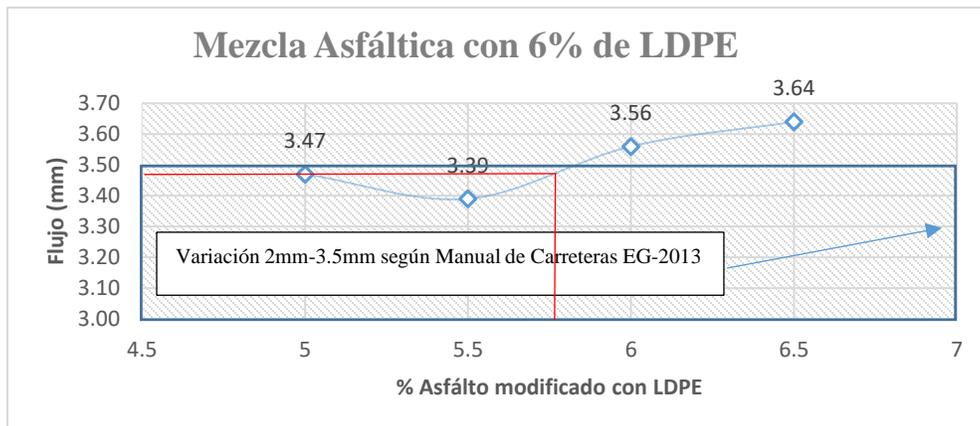
Figura N° 28: % Asfalto vs Estabilidad (kg)



Fuente: Propia

En la figura N° 29 se muestra en la medida que se incrementa el % de cemento asfáltico modificado, el valor del flujo tiende a reducirse hasta un punto y luego comienza a subir, tiene un comportamiento distinto a la mezcla con asfalto convencional. Se observa que 2 mezclas asfálticas con diferentes contenidos de asfalto modificado (5%-5.5%) están dentro del intervalo de 2mm-3.5mm en flujo, es decir cumplen con la norma. El contenido óptimo de asfalto es 5.78% cuando se obtiene un flujo de 3.45 mm.

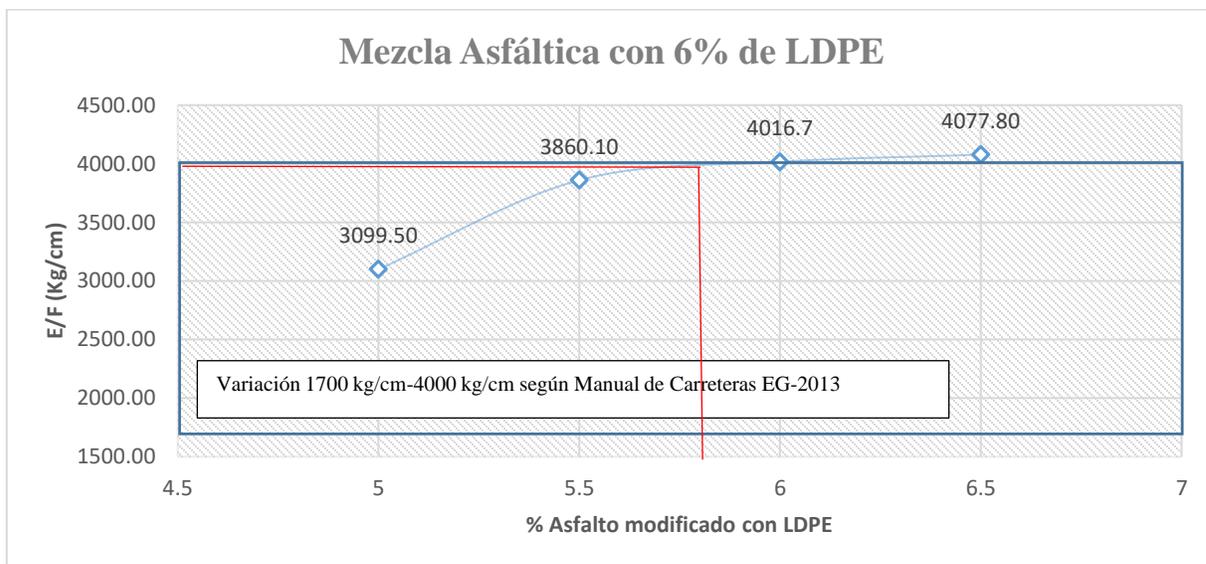
Figura N° 29: % Asfalto vs Flujo (mm)



Fuente: Propia

En la figura N° 30 se observa que a medida que se incrementa más el % de asfalto modificado se va incrementando la rigidez Marshall (estabilidad/flujo). Se requieren % de asfalto modificado del orden 5% a 5.5% para que la mezcla modificada con 6% de LDPE cumpla con el parámetro de la norma de 1700 kg/cm-400 kg/cm. El contenido óptimo de asfalto modificado es 5.78% cuando se obtiene una Rigidez Marshall de 3994.91 kg/cm.

Figura N° 30: % Asfalto vs E/F (kg/cm)



Fuente: Propia

En la tabla N°27 se muestra el resumen del % de Vacíos con Aire y % V.M.A para cada uno de las cantidades de cemento asfáltico modificado con 6% de LDPE.

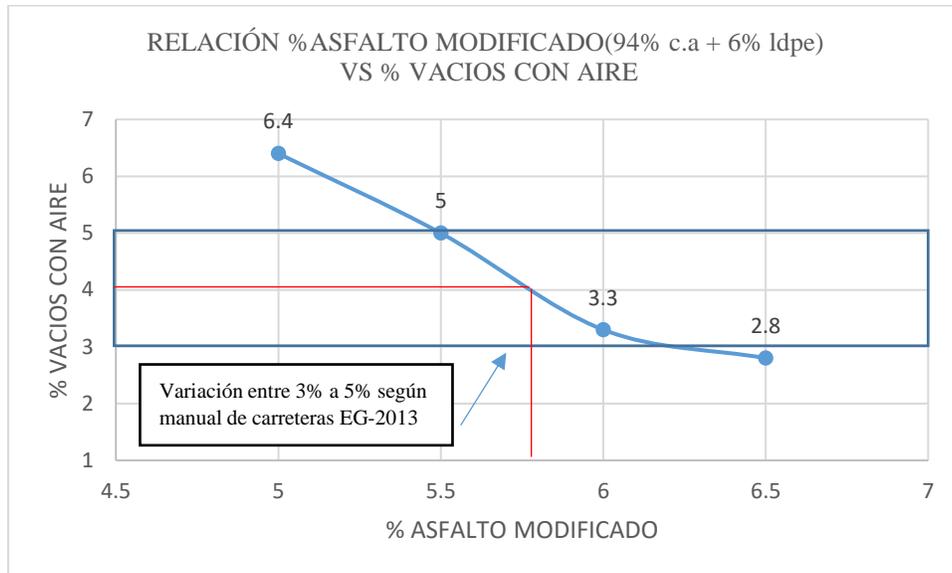
Tabla N° 27: Resumen de % Vacíos con aire y % V.M.A

CONTENIDO DE % ASFÁLTO MODIFICADO(94% c.a + 6% ldpe)	VACIOS CON AIRE(%)	V.M.A(%)
5	6.4	15.37
5.5	5	15.30
6	3.3	14.94
6.5	2.8	15.56

Fuente: Propia

En la figura N° 31 se observa que para el % Vacíos de aire se reduce en la medida que se incrementa el % de asfalto modificado con 6% de LDPE, tendencia similar a lo observado en la mezcla convencional. Los resultados muestran que 2 mezclas modificadas con 5.5% y 6% están dentro del intervalo de 3% a 5%, establecidos por la norma. El contenido óptimo de asfalto es 5.78% con un porcentaje de vacíos con aire de 4%.

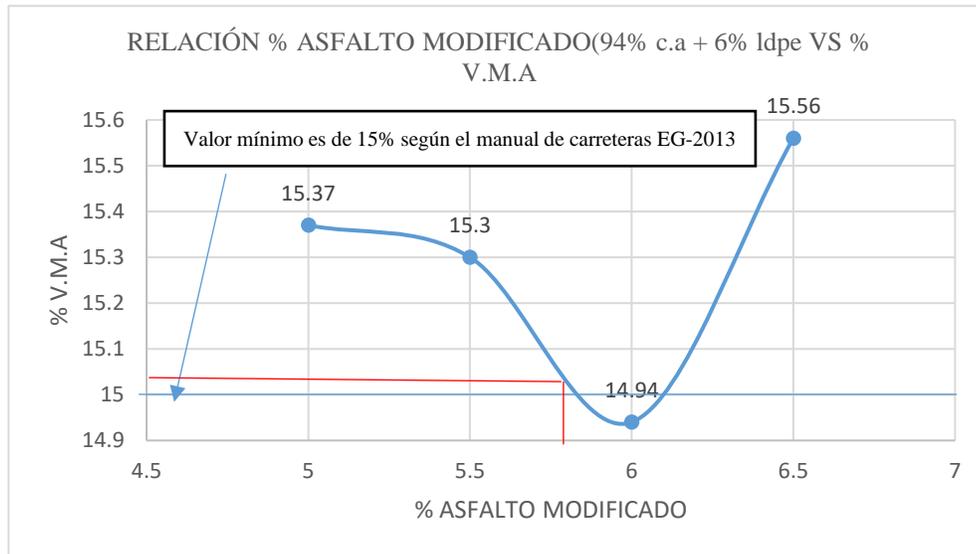
Figura N° 31: Resumen de % Asfalto modificado (94% c.a + 6% ldpe) vs % Vacíos con aire



Fuente: Propia

En la figura N° 32 se muestra la variación del % V.M.A con el contenido de asfalto modificado con 6% de LDPE. Cuando el contenido de asfalto modificado varía de 5% a 6%, el % de V.M.A se reduce, sin embargo, cuando se incrementa más asfalto modificado, se observa un notable incremento de % de V.M.A. Las mezclas modificadas que contienen 5%, 5.5% y 6.5% cumplen con la norma. El contenido óptimo de asfalto es 5.78% con un porcentaje de V.M.A de 15.05%.

Figura N° 32: Resumen de % Asfalto modificado (94% c.a + 6% ldpe) vs % V.M.A



Fuente: Propia

En resumen, luego de evaluar los resultados de los ensayos Marshall, se observa que el contenido óptimo de cemento asfáltico modificado es 5.78 % para el diseño de una mezcla asfáltica modificada con 6% LDPE, ya que cumplen con los requisitos de la norma para diseñar una mezcla asfáltica. La estabilidad es 1380 kg, el flujo es 3.45 mm, la rigidez Marshall es 3994.91 kg/cm, el % de vacíos con aire es 4% y el % de V.M.A es 15.05%.

- Diseño de mezcla asfáltica modificada con 9% LDPE

En las tablas N° 28,29,30 y 31 se muestran los resultados del Ensayo Marshall como Estabilidad, Flujo y Rigidez Marshall.

Tabla N° 28: Diseño Marshall CAM-5% (91% C.A PEN 60/70 + 9% LDPE)

CAM-5% (91% C.A PEN 60/70 + 9% LDPE)			
ESTABILIDAD (Kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/mm)
1459	14	3.5	416.86
1406	14	3.5	401.71
1433	13	3.25	440.92
1432.67	13.67	3.42	419.83

Fuente: Propia

Tabla N° 29: Diseño Marshall CAM-5.5% (91% C.A PEN 60/70 + 9% LDPE)

CAM-5.5% (91% C.A PEN 60/70 + 9% LDPE)			
ESTABILIDAD (Kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/mm)
1403	11	2.75	510.18
1446	10	2.5	578.40
1532	25	6.25	245.12
1460.33	15.33	3.83	444.57

Fuente: Propia

Tabla N° 30: Diseño Marshall CAM-6% (91% C.A PEN 60/70 + 9% LDPE)

CAM-6% (91% C.A PEN 60/70 + 9% LDPE)			
ESTABILIDAD (Kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/mm)
1586	20	5	317.20
1597	13	3.25	491.38
1575	12	3	525.00
1586.00	15.00	3.75	444.53

Fuente: Propia

Tabla N° 31: Diseño Marshall CAM-6.5% (91% C.A PEN 60/70 + 9% LDPE)

CAM-6.5% (91% C.A PEN 60/70 + 9% LDPE)			
ESTABILIDAD (Kg)	FLUJO (0.01pulg)	FLUJO (mm)	E/F (Kg/mm)
1700	12	3	566.67
1704	12	3	568.00
1704	13	3.25	524.31
1702.67	12.33	3.08	552.99

Fuente: Propia

En la tabla N° 32 se representa un resumen de los valores promedios de estabilidad, flujo y rigidez Marshall, para las distintas mezclas asfálticas modificadas en caliente con diferentes proporciones de cemento asfáltico modificado con 9% de LDPE. Claramente se visualiza que para 5% de cemento asfáltico modificado con plástico peletizado LDPE se obtiene la mínima Rigidez Marshall de 4198.3 kg/cm, con un valor de 1432.67 kg en estabilidad y 3.42mm en flujo. Seguidamente se visualiza que para 6.5% de cemento asfáltico modificado con plástico peletizado LDPE se obtiene la máxima Rigidez Marshall de 5529.9 kg/cm, con un valor de 1702.67 kg en estabilidad y 3.08 mm en flujo.

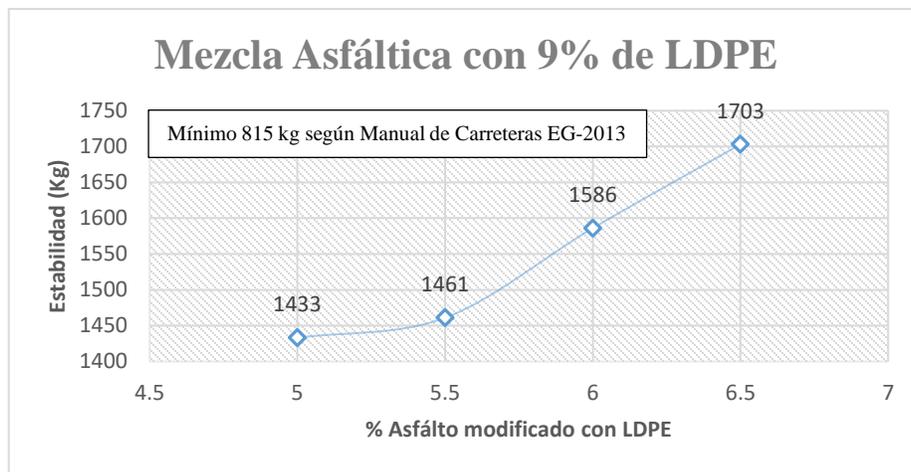
Tabla N° 32: Resumen promedio del Ensayo Marshall Modificado con 9% de LDPE

CA/LDPE	ESTABILIDAD PROMEDIO(Kg)	FLUJO PROMEDIO(mm)	E/F (Kg/mm)
5%/9%	1432.67	3.42	4198.3
5.5%/9%	1460.33	3.83	4445.7
6%/9%	1586.00	3.75	4445.3
6.5%/9%	1702.67	3.08	5529.2

Fuente: Propia

En la figura N° 33 se muestra que por cada contenido de asfalto modificado con 9% de LDPE existe un valor de estabilidad dada, por consiguiente, se observa que todas las mezclas asfálticas con diferentes contenidos de asfalto modificado sobrepasan el mínimo de 815 kg en estabilidad. A medida que se incrementa más % Asfalto modificado en la mezcla asfáltica en caliente se va incrementando la estabilidad.

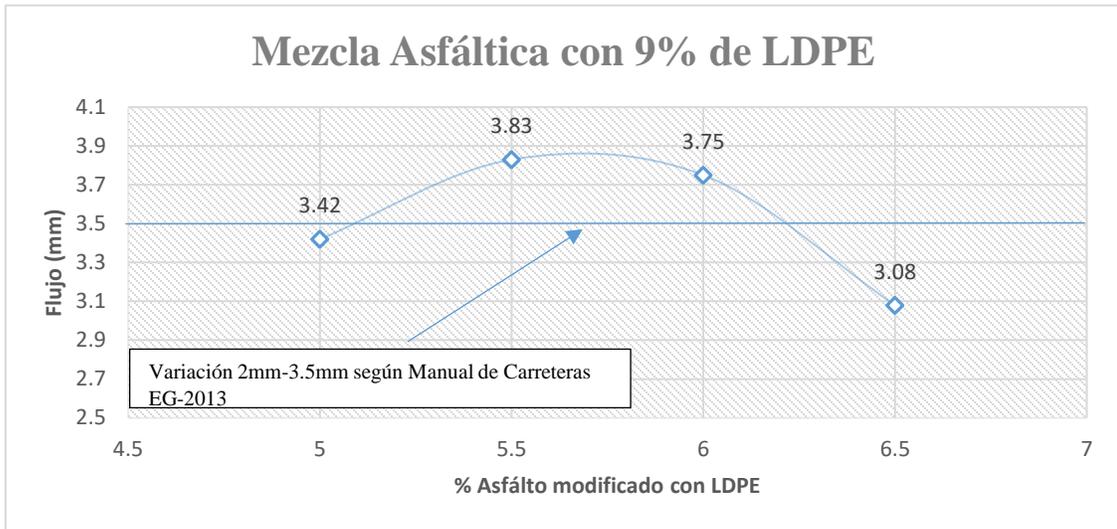
Figura N° 33: % Asfalto vs Estabilidad (kg)



Fuente: Propia

En la figura N° 34 se muestra que en la medida que se incrementa el % de cemento asfáltico modificado de 5% a 5.5%, el valor del flujo se incrementa, pero al incorporar de 5.5% a 6.5% de asfalto modificado, el valor del flujo tiende a disminuir. Se observa un comportamiento distinto con respecto al asfalto convencional. Dos de las mezclas asfálticas modificadas ensayadas están dentro del intervalo de 2mm-3.5mm, es decir están dentro de lo exigido por la norma.

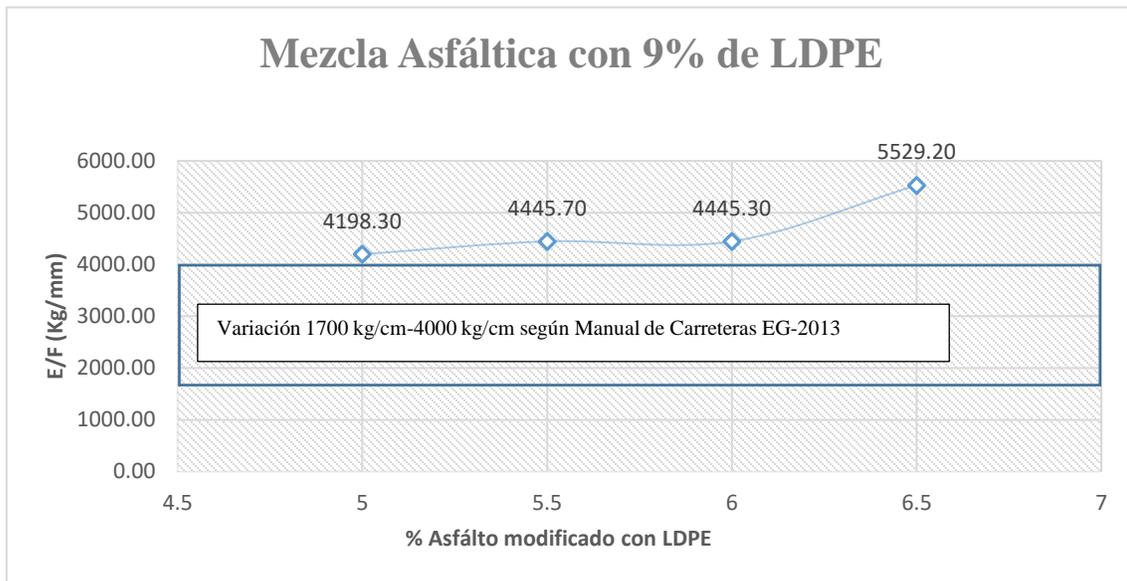
Figura N° 34: % Asfalto vs Flujo (mm)



Fuente: Propia

En la figura N° 35 se observa que a medida que se incrementa más el % asfalto modificado con 3% de LDPE en la mezcla asfáltica en caliente se va incrementando la rigidez Marshall (estabilidad/flujo). Todas las mezclas asfálticas modificadas no cumplen con los parámetros de rigidez Marshall de la norma, ya que no están entre 1700 kg/cm a 4000 kg/cm.

Figura N° 35: % Asfalto vs E/F (kg/cm)



Fuente: Propia

En la tabla N° 33 se muestra el resumen del % de Vacíos con Aire y % V.M.A para cada uno de las cantidades de cemento asfáltico modificado con 9% de LDPE.

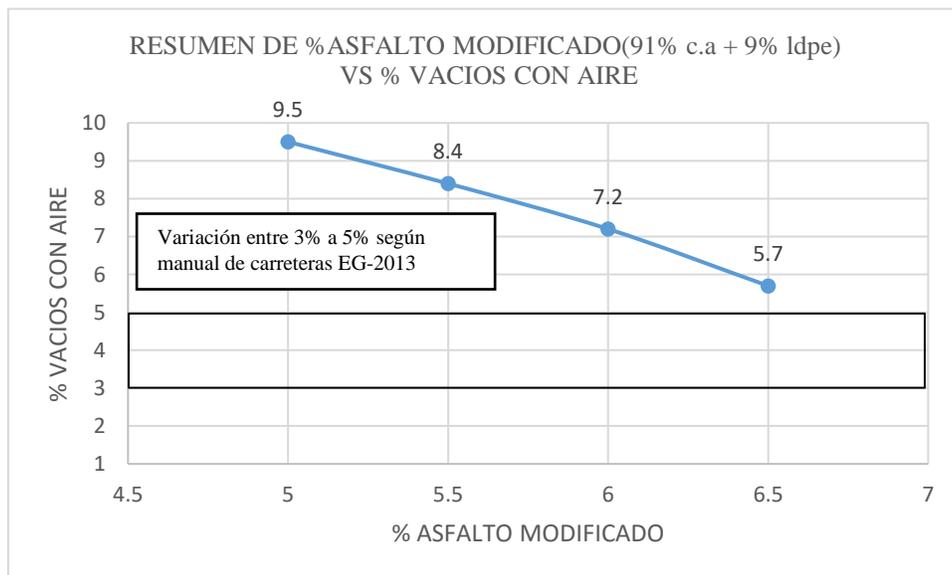
Tabla N° 33: Resumen de % Vacíos con aire y % V.M.A

CONTENIDO DE % ASFÁLTO MODIFICADO(91% c.a + 9% ldpe)	VACIOS CON AIRE(%)	V.M.A(%)
5	9.5	17.84
5.5	8.4	18
6	7.2	18.07
6.5	5.7	17.75

Fuente: Propia

En la figura N° 36 se observa el % de Vacíos de aire de todas las mezclas asfálticas modificadas, se encuentran fuera del rango establecido por la norma de 3% a 5%. Se observa igualmente una tendencia a reducir el % de vacíos, en la medida que se incrementa el % de asfalto modificado, tendencia similar a lo observado en la mezcla convencional.

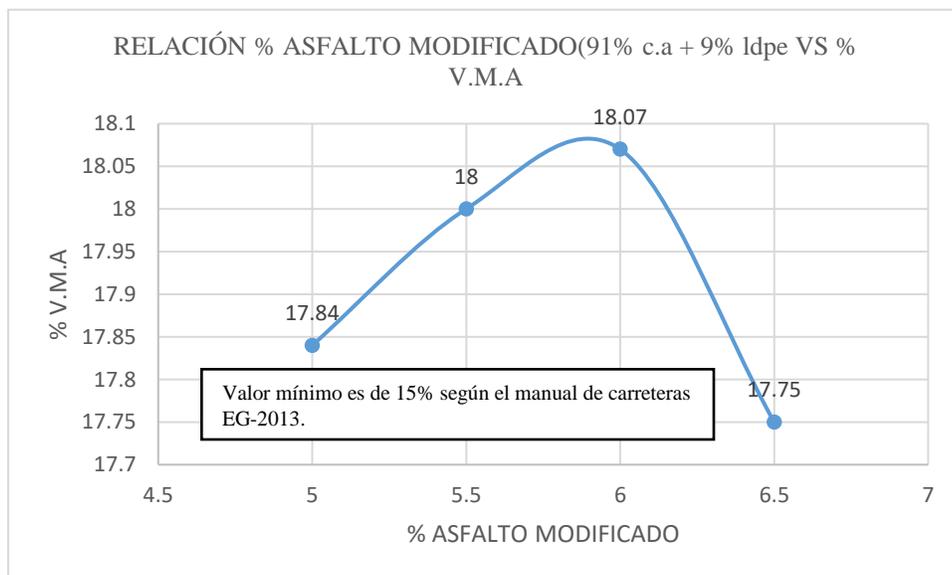
Figura N° 36: Resumen de % Asfalto modificado (91% c.a + 9% ldpe) vs % Vacíos con aire



Fuente: Propia

Con relación al % V.M.A obtenido en los ensayos para la mezcla asfáltica con 9% de LDPE, se observa, que en todos los casos se cumple con lo indicado en la norma. A medida que se incrementa asfalto modificado de 5% a 6%, el valor de % V.M.A tiende a incrementarse, pero cuando incrementamos de 6% a 6.5% de asfalto modificado disminuye el % de V.M.A (ver figura N° 37).

Figura N° 37: Resumen de % Asfalto modificado (91% c.a + 9% ldpe) vs % V.M.A

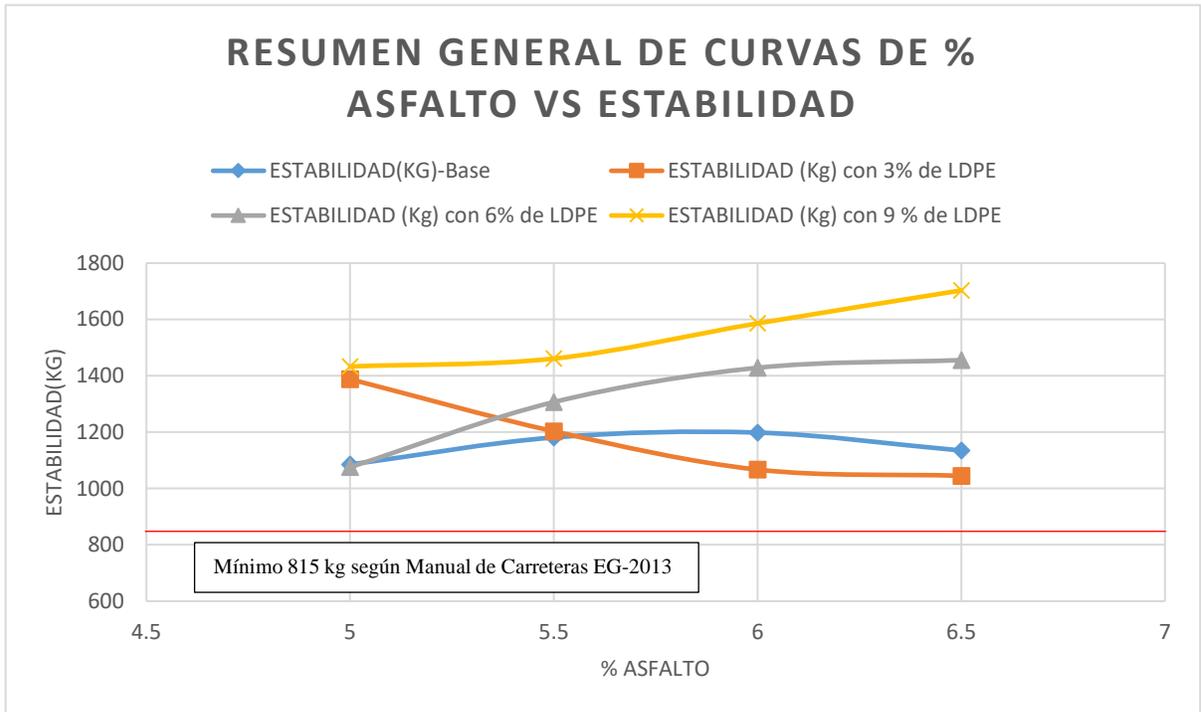


Fuente: Propia

El contenido óptimo de cemento asfáltico modificado para el diseño de una mezcla asfáltica con 9% LDPE a resultado de 6.5 %. Se cumple con los requerimientos, ya que el valor del flujo es 3.08 mm y el % V.M.A es 17.75%. Sin embargo, el valor de estabilidad es 1703 kg, la rigidez Marshall es 5529.2 kg/cm y % de Vacío de aire resulta en exceso con respecto a lo indicado en la norma.

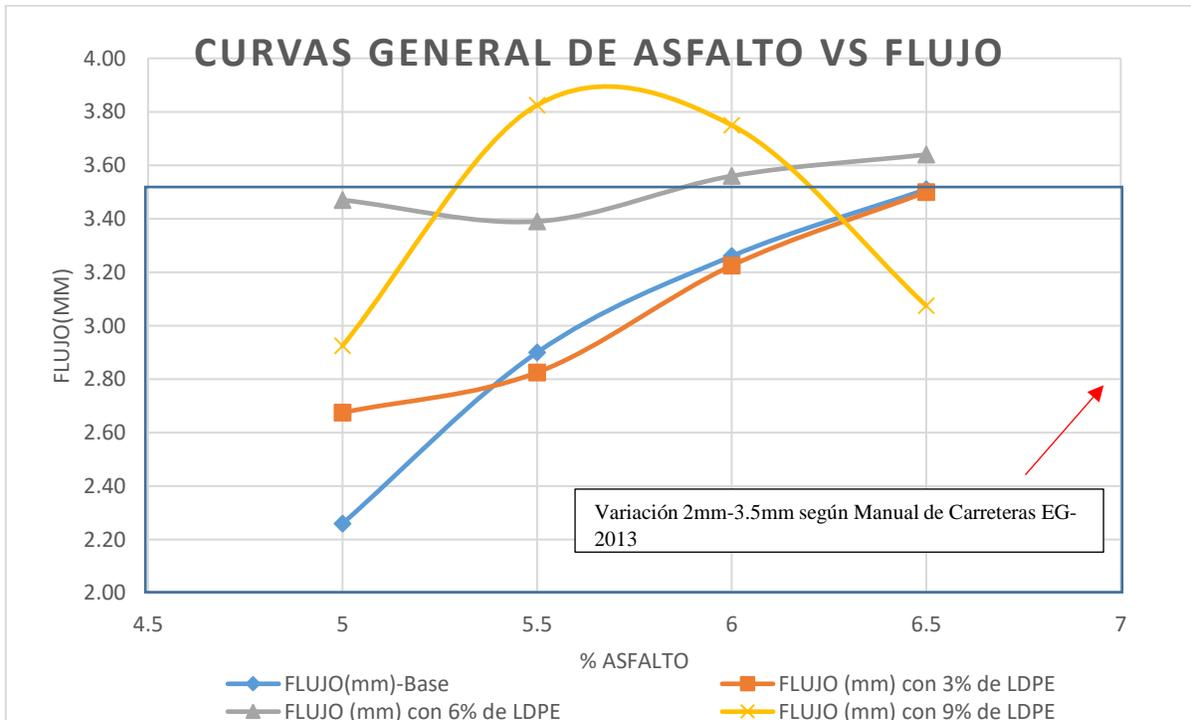
En la figura N° 38 se muestra una comparación de los valores de estabilidad obtenido en todas las muestras ensayadas y se compara con la muestra patrón. Se observa que en general la estabilidad aumenta cuando el % de plástico LDPE se incrementa. Solo en el caso de la mezcla con 3% de LDPE, la estabilidad se reduce.

Figura N° 38: Resumen de Curvas de Asfalto vs Estabilidad



Fuente: Propia

Figura N° 39: Resumen General de Curvas % Asfalto vs Flujo

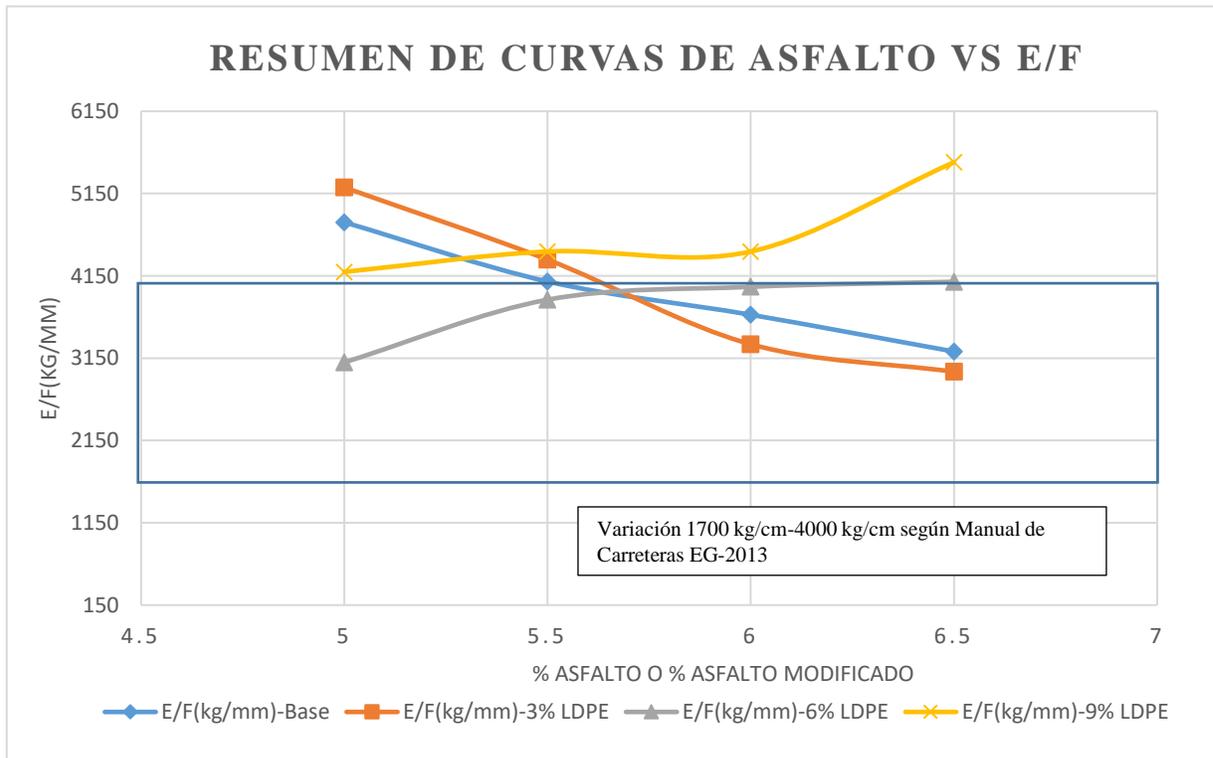


Fuente: Propia

En la figura N° 39 se muestra una comparación de los valores de flujo obtenido en todas las muestras ensayadas y se compara con la muestra patrón. Se observa que en general se incrementa el flujo cuando se incorpora más % de plástico LDPE. Solo en el caso de la mezcla con 9% de LDPE, el flujo tiene un comportamiento parabólico.

En la figura N° 40 se muestra una comparación de los valores de rigidez Marshall de la mezcla asfáltica modificada con la mezcla asfáltica patrón. Se observa que en general se incrementa la rigidez Marshall cuando se incorpora más % de plástico LDPE. Solo en el caso de la mezcla con 3% de LDPE, la rigidez Marshall tiende a reducir.

Figura N° 40: Resumen de Curvas de % Asfalto vs E/F(kg/cm)



Fuente: Propia

3. Cantidad adecuada de plástico LDPE para el diseño de mezcla asfáltica en caliente.

La tabla N° 34 muestra la cantidad adecuada de plástico peletizado de polietileno de baja densidad es 6%, ya que produce mejoras en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica modificada en caliente en comparación con el Diseño de mezcla asfáltica patrón. Esta mezcla igualmente, cumple con los parámetros establecidos en Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013 (MTC) para el diseño de mezcla asfáltica.

Tabla N° 34: Resultado del diseño de mezcla asfáltica modificado con 3%.6% y 9%.

CARACTERÍSTICAS MARSHALL	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA PATRÓN	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON 3% DE LDPE	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON 6% DE LDPE	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON 9% DE LDPE
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA (N°)	75	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO (%)	5.8	6	5.78	6.5
ESTABILIDAD (KILOS)	1200	1067	1380	1703
FLUJO (0.01 pulg) (0.25mm)	12.3	12.9	13.6	12.3
V.M.A. (%)	16.35	17.73	15.05	17.75
VACÍOS DE AIRE (%)	4	9.7	4	5.7
ÍNDICE DE RIGIDEZ (kg/cm)	3840.98	3319.30	3994.41	5529.2

Fuente: Propia

IV.DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que los ensayos guardan relación con la tesis efectuado por (FORIGUA y PEDRAZA. 2014. p.30), en la tesis titulado:” Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos” donde señala que al utilizar los desperdicios de plástico en una mezcla asfáltica en caliente trae mejoras en las propiedades mecánicas de la mezcla, y a la vez contribuye con la reducción de la contaminación del medio ambiente por la acumulación de plástico. Estos resultados son consistentes con lo obtenido por FORIGUA Y PEDRASA (2014)

En las comparaciones efectuados con las diferentes cantidades de plástico peletizado de polietileno de baja densidad LDPE y asfalto PEN 60/70 se encontró que el contenido óptimo de cemento asfáltico modificado es 5.78% con 6% de LDPE. Donde se obtuvo la máxima resistencia de 1380 kg y un valor de flujo de 3.45mm. Al analizar la rigidez Marshall se consigue un valor de 3994.91 kg/cm que supera a los demás resultados con 3% y 9% de plástico peletizado de LDPE.

Pero al analizar los resultados de los autores anteriormente mencionados (FORIGUA Y PEDRAZA) no se coincide en los valores obtenidos ya que la cantidad adecuado de plástico es de 0.4%, estabilidad 1175.29 kg y en flujo 5.7mm a diferencia de la investigación con plástico LDPE al 6%, estabilidad 1380 kg y flujo de 3.45 mm.

Con respecto al valor de flujo de una mezcla asfáltica, la norma MTC-E 504 del ensayo Marshall para mezcla asfáltica en caliente nos señala que los rangos permitidos son de 2mm a 3.5mm, esta mezcla asfáltica modificado con LDPE al 6% alcanzo un valor de flujo de 3.45mm, por lo que esta mezcla se ajusta a los parámetros requeridos por la norma.

V.CONCLUSIONES

- ✓ Los resultados de los ensayos Marshall no coinciden con la hipótesis general planteada, es decir, la investigación realizada demuestra que la estabilidad de la mezcla asfáltica se incrementó en un 15 % al incorporar el 6% de plástico peletizado con respecto a la mezcla asfáltica patrón, sin plástico. Con relación a la variable flujo no se observó un incremento significativo en comparación con la mezcla asfáltica patrón. El incremento de la estabilidad permite tener mejor desempeño ante las cargas de tránsito y altas temperaturas, es decir, se incrementa el tiempo de vida del pavimento. Este comportamiento indica que, la mezcla asfáltica modificada con plástico peletizado para que sufra daños de deformación necesitara de mayores cargas.
- ✓ La hipótesis específica planteada en la investigación no se llegó a cumplir, debido a que el contenido óptimo de asfalto es de 5.8 % para la mezcla asfáltica patrón, ya que cumplen con los requisitos de las Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013). El valor de estabilidad es 1200 kg, el flujo 3.12 mm, la rigidez Marshall es 3840.98 kg/cm, vacíos con aire es 4% y el V.M.A es 16.35%. Se estudió igualmente que los agregados de la Cantera Gloria cumplen con los requisitos de calidad para realizar un diseño de mezcla asfáltica establecidas en la norma (MTC EG-2013).
- ✓ La hipótesis específica planteada en la investigación no se llegó a cumplir, debido a que el contenido óptimo de asfalto modificado con plástico peletizado LDPE es 5.78%, valor obtenido en el segundo diseño de mezcla asfáltica utilizando 6% de plástico peletizado LDPE, ya que cumplen con los requisitos de las Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013 para diseñar una mezcla asfáltica en caliente. El valor de la estabilidad es 1380 kg, el flujo es 3.45mm, la rigidez Marshall es 3994.91 kg/cm, vacíos con aire es 4% y V.M.A es 15.05%.

La Rigidez Marshall se incrementó en un 4% en la mezcla asfáltica modificada con 6% de plástico peletizado LDPE en comparación con la mezcla asfáltica patrón, lo cual indicaría que se prevendrá fallas de ahuellamiento o deformación permanente, en la mezcla asfáltica. Tal como indica COICUE, Luis y SEPULVEDA, Crithian (2017).
- ✓ Finalmente, una vez realizada la investigación se concluye que la cantidad adecuada de plástico peletizado es 6% y no 3% como se había planteado en la hipótesis específico,

este % logra mejoras en las propiedades mecánicas como la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica, para las condiciones de ensayos y materiales empleados en la tesis.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Al momento de incorporar el plástico peletizado en el asfalto, este deberá estar a una temperatura de 168°, así también, para tener una buena mezcla se tendrá que mover en forma circular durante 60 minutos.
- ✓ Se recomienda utilizar el polietileno de baja densidad (LDPE) ya que las investigaciones demuestran resultados positivos en cuanto a la Estabilidad y Rigidez Marshall.
- ✓ Dado que en algunos casos se obtuvieron valores como vacíos de aire en la mezcla asfáltica modificada, que exceden lo recomendado en la norma, se recomienda utilizar más filler o cal hidratada para llenar reducir los vacíos de aire.
- ✓ Se recomienda, para investigaciones futuras, incorporar algunos ensayos de desempeño, como ahuellamiento, para ver la variación de la deformación en ambas mezclas asfálticas y ampliar la investigación para un futuro uso en la construcción de carreteras.
- ✓ Se recomienda igualmente, para futuras investigaciones analizar las propiedades del asfalto modificado realizando los ensayos de lo que menciona El Manual de Ensayo de Materiales como: ensayo de viscosidad, ensayo de la mancha y índice de penetración, etc.
- ✓ Se recomienda realizar la compactación de la mezcla asfáltica modificada con Polietileno de Baja Densidad a una temperatura no menor a 140°C, ya que a menor a temperatura la mezcla se hace más viscosa y menos trabajable.
- ✓ Se recomienda realizar un análisis comparativo de costos de la mezcla asfáltica patrón en caliente y mezcla asfáltica modificada, para ver la rentabilidad y así poder utilizarlos en la construcción de carreteras.

REFERENCIAS

- 1.FAJARDO, Luis y VERGARAY, Douglas. Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas. Tesis para título inédita. Universidad san Martín de Porres. Lima, Perú, 2014. 135 pp.
- 2.SILVESTRE, Deyvis. Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima-2017. Tesis para título inédita. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú, 2017. 117 pp.
- 3.DAVALOS, Yvette. Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido. Tesis para título inédita. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú, 2014. 117pp.
- 4.MINISTERIO de transportes y comunicaciones. Manual de ensayos de materiales. Perú-Lima: MTC, 2016. 1269 pp.
- 5.MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013. Perú-Lima: MTC, 2013. 1274 pp.
- 6.ASPHALT Institute. Mezclas de asfalto - Métodos de diseño. 7.ª ed. Estados Unidos, 2014. 197 pp.
ISBN 978-1-934154-70-0
- 7.CHUMAN, Jorge. Reutilización de pavimento flexible envejecido mediante el empleo de una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente para pavimentos en Huancayo. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Peruana de los Andes, Ingeniería Civil, 2017. 166pp.
- 8.METAUTE, Diana y CASAS, Daniel. Desarrollo de una mezcla asfáltica utilizando residuos plásticos. Tesis (Ingeniero de Procesos). Medellín: Universidad EAFIT, Ingeniería de Procesos, 2009. 92pp.
- 9.FORIGUA, José y PEDRAZA, Elkin. Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos. Tesis (Especialista en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia, Ingeniería Civil, 2014. 32pp.

- 10.COICUE, Luis y SEPULVEDA, Cristhian. Polietileno de baja densidad como alternativa para mejorar las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica densa en caliente MDC-19. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia, Facultad Ingeniería. 2017. 120pp.
- 11.WULF, Fernando. Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero. Tesis (Ingeniero Constructor). Valdivia-Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 2008. 81pp.
- 12.MAILA, Manuel. Comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímero etileno vinil acetato (EVA). Tesis (Ingeniero Civil). Quito- Ecuador: Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ingeniería de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2013. 166pp.
- 13.AVELLÁN, Martha. Asfaltos modificados con polímeros. Tesis (Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, Ingeniería Civil, 2007. 125pp.
- 14.LOPEZ, Stalin y VELOZ, Yadira. Análisis comparativo de mezclas asfálticas modificadas con polímeros SBR y SBS con agregados provenientes de la cantera de Guayllabamba. Tesis (Ingeniero Civil). Sangolqui: Escuela Politécnica del Ejército, Ingeniería Civil, 2013. 161pp.
- 15.MADRID, María y SALAS, Sandra. Mezclas asfálticas modificadas con un elastómero(caucho) y un plastomero (tiras de bolsas de leche con asfalto 80-100). Bogotá-Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Ingeniería Civil, 2007. 10pp.
- 16.HERENCIA, Wendy. Modificación de asfaltos con polímeros. Tesis (Ingeniero Químico). Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Química y Manufacturera, 2001. 158pp.
- 17.MARTINEZ, Robert. Empleo del polímero SBR en la fabricación de mezclas asfálticas para zonas de altura. Tesis (Ingeniero Civil). Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2003. 298pp.
- 18.ESTRADA, Víctor. Estudio y Análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional pen 857100 plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBS PG 70-28. Tesis (Ingeniero

Civil). Cusco-Perú: Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2017. 223pp.

19.BRASKEN. Ficha técnica del polietileno de baja densidad TS7003. 2015.

20.BEHAR, Daniel. Metodología de la investigación. Bogotá: Editorial Shalom, 2008. 94pp.

ISBN: 978-959-212-783-7

21.HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la investigación. 6. a ed. México: Interamericana Editores S.A, 2014. 634pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

22.LÓPEZ, John. Comparación de una mezcla mdc – 2 convencional y una modificada con poliestireno expandido y polvo de llanta compactada estáticamente. Tesis para Título inédita, Universidad de la Salle, Bogotá, 2009.191 pp.

23.BELMONTE, Antonio. Análisis de la reutilización de residuos procedentes de la industria de silestone en la fabricación de mezclas bituminosas. Tesis doctoral inédita. Universidad de Grabada, España, 2009. 223pp.

24.HERNANDEZ, Juan y VEGA, Darwin. Rehabilitación de pavimentos con mezclas asfálticas convencionales y modificadas con polímeros en la malla vial del municipio de Itagüí. Tesis para título inédita. Medellín-Colombia, 2014. 149 pp.

25.CASTRO, Andrea. Investigación sobre mezclas asfálticas en frío 100% recicladas con adición de residuos sólidos. Tesis para el grado de magister inédita. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia, 2018. 161 pp.

26.ROCA, Isabel y VISBAL, Barón. Ahuellamiento en pavimentos asfálticos. Tesis para especialización en ingeniería de vías terrestres. Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias, Cartagena, 2013, 89 pp.

27.MIRANDA, Ricardo. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Tesis para optar el título de ingeniero constructor. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, 2010, 93 pp.

28.SANTAGATA, Ezio[et al.]. Rheological Characterization of Bituminous Binders Modified with Carbon Nanotubes. Revista Procedia-Social and Behavioral Sciences[en línea]. 3 de Octubre 2012, v.53. [Fecha de consulta: 22 de Abril del 2019].

Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.905>

29.MAZUMDER, Mithil; KIM, Hyunhwan y LEE, Soon-Jae. Performance properties of polymer modified asphalt binders containing wax additives. International Journal of Pavement Research and Technology [en línea]. 2 de Abril del 2016, v. 9, n.º 2. [Fecha de consulta: 22 de Abril del 2019].

Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2016.03.004>

30.COSTA, Liliana [et al.]. Incorporation of Waste Plastic in Asphalt Binders to Improve their Performance in the Pavement. International Journal of Pavement Research and Technology [en línea]. Julio del 2013, v. 6, n.º 4. [Fecha de consulta: 23 de Abril del 2019].

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/257942831>

31.ZAINAB, Noor [et al.]. Rheological Properties of Polyethylene and Polypropylene Modified Bitumen. International Journal of Civil and Environmental Engineering [en línea]. Abril del 2011, v.3, n.º2. [Fecha de consulta: 23 de Abril del 2019].

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/284879074>

32.ELSAYED, Elnaggar [et al.]. Nano Reactive Polymer as Asphalt Modifier for Anticorrosion Application. Journal of Nanoscience and Nanoengineering [en línea]. 12 de Junio del 2015, v.1, n.º1. [Fecha de consulta: 23 de Abril del 2019].

Disponible en: <http://www.aiscience.org/journal/jnn>

33.OSMAN, Sami [et al.]. Development of a Polymer Modified Flexible Pavement Material for Sustainable Pavement System. Journal of Engineering and Applied Sciences [en línea]. Mayo del 2016, v.3, n.º1. [Fecha de consulta: 23 de Abril del 2019].

Disponible en:https://m.mu.edu.sa/sites/default/files/content/2017/01/Third_article_26_36.pdf

34.IMRAN, Khan [et al.]. Asphalt Design using Recycled Plastic and Crumb-rubber Waste for Sustainable Pavement Construction. Procedia Engineering [en línea]. 25 de Mayo del 2016, [Fecha de consulta: 24 de Abril del 2019].

Disponible: <https://www.researchgate.net/publication/303398306>

35.BANSAL, Shubham; KUMAR, Anil y BAJPAI, Purnima. Evaluation of modified bituminous concrete mix developed using rubber and plastic waste materials. International Journal of Sustainable Built Environment [en línea]. 31 de Julio del 2017, v.6, n.º2. [Fecha de consulta: 23 de Abril del 2019].

Disponible: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijjsbe.2017.07.009>

36.ALVES, Danyele; ROSA, José; ALVES, Tomas y GUEDES, Kennedy. Rheological studies of asphalt modified with elastomeric polymer. Construction and Building Material [en línea]. 1 de Marzo del 2016, v. 106. [Fecha de consulta: 23 de Abril del 2019].

Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.12.142>

37.HALLMARK, Brittany; Hernandez, Nacu; R, CHRISTOPHER y COCHRAN, Eric. Ground Tire Rubber Modification for Improved Asphalt Storage Stability. Petersen Asphalt Research Conference [en línea]. 15 de Enero del 2019, v. 33, n. º4. [Fecha de consulta: 23 de Abril del 2019].

Disponible:<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.energyfuels.8b03558>

38.MINISTERIO de obras públicas y comunicaciones de la Republica dominicana. Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación. República Dominicana, 2016. 212 pp.

39.CHÁVEZ, Janina. Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli. 2017. Tesis (Ingeniero Civil). Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo, Ingeniería Civil, 2017. 98 pp.

40.BALLENA, Chrystian. Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío. Tesis (Ingeniero Civil). Chiclayo-Perú: Universidad Señor de Sipan, Ingeniería Civil, 2016. 152 pp.

41.SÁNCHEZ, Edwin. Estudio de factibilidad de una empresa de elaboración de pellets a partir de plástico reciclado. Tesis (Ingeniero Industrial). Guayaquil-Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, Ingeniería Industrial, 2015. 66 pp.

42.SECRETARIA de Transportes y Comunicaciones. Características de los Materiales. México, 2016. 18 pp.

ANEXOS

Anexo N°1: Certificado de Calibraciones de Equipos

Anexo N° 1.1: Certificado de Calibración del Anillo de carga de Prensa Marshall

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 022 - 2019

Página : 1 de 6

Expediente : T 019-2019
Fecha de Emisión : 2019-03-23

1. Solicitante : GEOMASTER PERU S.A.C.
Dirección : RICARDO PALMA MZA.E LOTE 3- ATE- LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA DE PRENSA MARSHALL
Marca de Prensa : SOILTEST
Marca de Anillo : ELE
Modelo de Anillo : NO INDICA
Serie de Anillo : 78-0860-02025
Capacidad del Anillo : 50 kN
Marca del Dial : ELE INTERNATIONAL
Serie del Dial : XJR1907

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE GEOMASTER PERU S.A.C.
22 - MARZO - 2019

4. Método de Calibración
La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda patrón.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 057	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,3	25,8
Humedad %	59	59

7. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capch.
Reg. CIP N° 152531

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 - 292-2095

Fuente: Punto de Precisión S.A.C

Anexo N° 1.2: Certificado de Calibración del Anillo de carga de Prensa Marshall



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 022 - 2019

Página : 2 de 6

TABLA N° 1

SISTEMA ANALÓGICO "A" DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)			PROMEDIO "B" kgf
	SERIE 1	SERIE 2	SERIE 3	
100	411,60	415,25	415,35	414,07
200	841,35	843,75	842,30	842,47
300	1 269,90	1 276,60	1 276,10	1 274,20
400	1 703,05	1 709,20	1 710,05	1 707,43
500	2 133,50	2 142,30	2 143,10	2 139,63
600	2 565,55	2 569,65	2 570,55	2 568,58
700	2 992,75	2 995,00	2 995,85	2 994,53
800	3 424,62	3 422,36	3 422,80	3 423,26

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

Coefficiente Correlación: $R^2 = 1,0000$

Ecuación de ajuste para valores en kgf: $y = 4,3015x - 16,1425$

Donde: x : Lectura del dial
y : Fuerza promedio (kgf)

Ecuación de ajuste para valores en lbf: $y = 9,4833x - 35,5881$

Donde: x : Lectura del dial
y : Fuerza promedio (lbf)



.....
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Fuente: Punto de Precisión S.A.C

Anexo N° 1.3: Certificado de Calibración del Anillo de carga de Prensa Marshall



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CARTA DE CALIBRACIÓN EN kgf Pagina 3 de 6

Modelo de Anillo	NO INDICA	Marca de Prensa	SOILTEST
Capacidad del Anillo	50 kN	Marca de Anillo	ELE
Marca del Dial	ELE INTERNATIONAL	Serie de Anillo	78-0880-0205

$y = 4,3015x - 16,1425$

Divisiones del Dial	Valores Ajustados en kgf									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	414,01	418,31	422,61	426,91	431,21	435,52	439,82	444,12	448,42	452,72
110	457,02	461,32	465,63	469,93	474,23	478,53	482,83	487,13	491,43	495,74
120	500,04	504,34	508,64	512,94	517,24	521,55	525,85	530,15	534,45	538,75
130	543,05	547,35	551,66	555,96	560,26	564,56	568,86	573,16	577,46	581,77
140	586,07	590,37	594,67	598,97	603,27	607,58	611,88	616,18	620,48	624,78
150	629,08	633,38	637,69	641,99	646,29	650,59	654,89	659,19	663,49	667,80
160	672,10	676,40	680,70	685,00	689,30	693,61	697,91	702,21	706,51	710,81
170	715,11	719,41	723,72	728,02	732,32	736,62	740,92	745,22	749,52	753,83
180	758,13	762,43	766,73	771,03	775,33	779,64	783,94	788,24	792,54	796,84
190	801,14	805,44	809,75	814,05	818,35	822,65	826,95	831,25	835,55	839,86
200	844,16	848,46	852,76	857,06	861,36	865,67	869,97	874,27	878,57	882,87
210	887,17	891,47	895,78	900,08	904,38	908,68	912,98	917,28	921,58	925,89
220	930,19	934,49	938,79	943,09	947,39	951,70	956,00	960,30	964,60	968,90
230	973,20	977,50	981,81	986,11	990,41	994,71	999,01	1 003,31	1 007,61	1 011,92
240	1 016,22	1 020,52	1 024,82	1 029,12	1 033,42	1 037,73	1 042,03	1 046,33	1 050,63	1 054,93
250	1 059,23	1 063,53	1 067,84	1 072,14	1 076,44	1 080,74	1 085,04	1 089,34	1 093,64	1 097,95
260	1 102,25	1 106,55	1 110,85	1 115,15	1 119,45	1 123,76	1 128,06	1 132,36	1 136,66	1 140,96
270	1 145,26	1 149,56	1 153,87	1 158,17	1 162,47	1 166,77	1 171,07	1 175,37	1 179,67	1 183,98
280	1 188,28	1 192,58	1 196,88	1 201,18	1 205,48	1 209,79	1 214,09	1 218,39	1 222,69	1 226,99
290	1 231,29	1 235,59	1 239,90	1 244,20	1 248,50	1 252,80	1 257,10	1 261,40	1 265,70	1 270,01
300	1 274,31	1 278,61	1 282,91	1 287,21	1 291,51	1 295,82	1 300,12	1 304,42	1 308,72	1 313,02
310	1 317,32	1 321,62	1 325,93	1 330,23	1 334,53	1 338,83	1 343,13	1 347,43	1 351,73	1 356,04
320	1 360,34	1 364,64	1 368,94	1 373,24	1 377,54	1 381,85	1 386,15	1 390,45	1 394,75	1 399,05
330	1 403,35	1 407,65	1 411,96	1 416,26	1 420,56	1 424,86	1 429,16	1 433,46	1 437,76	1 442,07
340	1 446,37	1 450,67	1 454,97	1 459,27	1 463,57	1 467,88	1 472,18	1 476,48	1 480,78	1 485,08
350	1 489,38	1 493,68	1 497,99	1 502,29	1 506,59	1 510,89	1 515,19	1 519,49	1 523,79	1 528,10
360	1 532,40	1 536,70	1 541,00	1 545,30	1 549,60	1 553,91	1 558,21	1 562,51	1 566,81	1 571,11
370	1 575,41	1 579,71	1 584,02	1 588,32	1 592,62	1 596,92	1 601,22	1 605,52	1 609,82	1 614,13
380	1 618,43	1 622,73	1 627,03	1 631,33	1 635,63	1 639,94	1 644,24	1 648,54	1 652,84	1 657,14
390	1 661,44	1 665,74	1 670,05	1 674,35	1 678,65	1 682,95	1 687,25	1 691,55	1 695,85	1 700,16
400	1 704,46	1 708,76	1 713,06	1 717,36	1 721,66	1 725,97	1 730,27	1 734,57	1 738,87	1 743,17
410	1 747,47	1 751,77	1 756,08	1 760,38	1 764,68	1 768,98	1 773,28	1 777,58	1 781,88	1 786,19
420	1 790,49	1 794,79	1 799,09	1 803,39	1 807,69	1 812,00	1 816,30	1 820,60	1 824,90	1 829,20
430	1 833,50	1 837,80	1 842,11	1 846,41	1 850,71	1 855,01	1 859,31	1 863,61	1 867,91	1 872,22
440	1 876,52	1 880,82	1 885,12	1 889,42	1 893,72	1 898,03	1 902,33	1 906,63	1 910,93	1 915,23
450	1 919,53	1 923,83	1 928,14	1 932,44	1 936,74	1 941,04	1 945,34	1 949,64	1 953,94	1 958,25
460	1 962,55	1 966,85	1 971,15	1 975,45	1 979,75	1 984,06	1 988,36	1 992,66	1 996,96	2 001,26
470	2 005,56	2 009,86	2 014,17	2 018,47	2 022,77	2 027,07	2 031,37	2 035,67	2 039,97	2 044,28
480	2 048,58	2 052,88	2 057,18	2 061,48	2 065,78	2 070,09	2 074,39	2 078,69	2 082,99	2 087,29
490	2 091,59	2 095,89	2 100,20	2 104,50	2 108,80	2 113,10	2 117,40	2 121,70	2 126,00	2 130,31
500	2 134,61	2 138,91	2 143,21	2 147,51	2 151,81	2 156,12	2 160,42	2 164,72	2 169,02	2 173,32
510	2 177,62	2 181,92	2 186,23	2 190,53	2 194,83	2 199,13	2 203,43	2 207,73	2 212,03	2 216,34
520	2 220,64	2 224,94	2 229,24	2 233,54	2 237,84	2 242,15	2 246,45	2 250,75	2 255,05	2 259,35
530	2 263,65	2 267,95	2 272,26	2 276,56	2 280,86	2 285,16	2 289,46	2 293,76	2 298,06	2 302,37
540	2 306,67	2 310,97	2 315,27	2 319,57	2 323,87	2 328,18	2 332,48	2 336,78	2 341,08	2 345,38
550	2 349,68	2 353,98	2 358,29	2 362,59	2 366,89	2 371,19	2 375,49	2 379,79	2 384,09	2 388,40
560	2 392,70	2 397,00	2 401,30	2 405,60	2 409,90	2 414,21	2 418,51	2 422,81	2 427,11	2 431,41
570	2 435,71	2 440,01	2 444,32	2 448,62	2 452,92	2 457,22	2 461,52	2 465,82	2 470,12	2 474,43
580	2 478,73	2 483,03	2 487,33	2 491,63	2 495,93	2 500,24	2 504,54	2 508,84	2 513,14	2 517,44
590	2 521,74	2 526,04	2 530,35	2 534,65	2 538,95	2 543,25	2 547,55	2 551,85	2 556,15	2 560,46
600	2 564,76	2 569,06	2 573,36	2 577,66	2 581,96	2 586,27	2 590,57	2 594,87	2 599,17	2 603,47

.....
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Fuente: Punto de Precisión S.A.C

Anexo N° 1.4: Certificado de Calibración del Anillo de carga de Prensa Marshall



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN



CARTA DE CALIBRACIÓN EN lbf

Página 5 de 6

Modelo de Anillo: NO INDICA
Capacidad del Anillo: 50 kN
Marca del Dial: ELE INTERNATIONAL

Marca de Prensa: SOILTEST
Marca de Anillo: ELE
Serie de Anillo: 78-0880-02025

$y = 9,4833x - 35,5881$

Valores Ajustados en lbf

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	912,74	922,23	931,71	941,19	950,68	960,16	969,64	979,13	988,61	998,09
110	1 007,57	1 017,06	1 026,54	1 036,02	1 045,51	1 054,99	1 064,47	1 073,96	1 083,44	1 092,92
120	1 102,41	1 111,89	1 121,37	1 130,86	1 140,34	1 149,82	1 159,31	1 168,79	1 178,27	1 187,76
130	1 197,24	1 206,72	1 216,21	1 225,69	1 235,17	1 244,66	1 254,14	1 263,62	1 273,11	1 282,59
140	1 292,07	1 301,56	1 311,04	1 320,52	1 330,01	1 339,49	1 348,97	1 358,46	1 367,94	1 377,42
150	1 386,91	1 396,39	1 405,87	1 415,36	1 424,84	1 434,32	1 443,81	1 453,29	1 462,77	1 472,26
160	1 487,14	1 491,22	1 500,71	1 510,19	1 519,67	1 529,16	1 538,64	1 548,12	1 557,61	1 567,09
170	1 576,57	1 586,06	1 595,54	1 605,02	1 614,51	1 623,99	1 633,47	1 642,96	1 652,44	1 661,92
180	1 671,41	1 680,89	1 690,37	1 699,86	1 709,34	1 718,82	1 728,31	1 737,79	1 747,27	1 756,76
190	1 766,24	1 775,72	1 785,21	1 794,69	1 804,17	1 813,66	1 823,14	1 832,62	1 842,11	1 851,59
200	1 861,07	1 870,56	1 880,04	1 889,52	1 899,01	1 908,49	1 917,97	1 927,46	1 936,94	1 946,42
210	1 955,90	1 965,39	1 974,87	1 984,35	1 993,84	2 003,32	2 012,80	2 022,29	2 031,77	2 041,25
220	2 050,74	2 060,22	2 069,70	2 079,19	2 088,67	2 098,15	2 107,64	2 117,12	2 126,60	2 136,09
230	2 145,57	2 155,05	2 164,54	2 174,02	2 183,50	2 192,99	2 202,47	2 211,95	2 221,44	2 230,92
240	2 240,40	2 249,89	2 259,37	2 268,85	2 278,34	2 287,82	2 297,30	2 306,79	2 316,27	2 325,75
250	2 335,24	2 344,72	2 354,20	2 363,69	2 373,17	2 382,65	2 392,14	2 401,62	2 411,10	2 420,59
260	2 430,07	2 439,55	2 449,04	2 458,52	2 468,00	2 477,49	2 486,97	2 496,45	2 505,94	2 515,42
270	2 524,90	2 534,39	2 543,87	2 553,35	2 562,84	2 572,32	2 581,80	2 591,29	2 600,77	2 610,25
280	2 619,74	2 629,22	2 638,70	2 648,19	2 657,67	2 667,15	2 676,64	2 686,12	2 695,60	2 705,09
290	2 714,57	2 724,05	2 733,54	2 743,02	2 752,50	2 761,99	2 771,47	2 780,95	2 790,44	2 799,92
300	2 809,40	2 818,89	2 828,37	2 837,85	2 847,34	2 856,82	2 866,30	2 875,79	2 885,27	2 894,75
310	2 904,23	2 913,72	2 923,20	2 932,68	2 942,17	2 951,65	2 961,13	2 970,62	2 980,10	2 989,58
320	2 999,07	3 008,55	3 018,03	3 027,52	3 037,00	3 046,48	3 055,97	3 065,45	3 074,93	3 084,42
330	3 093,90	3 103,38	3 112,87	3 122,35	3 131,83	3 141,32	3 150,80	3 160,28	3 169,77	3 179,25
340	3 188,73	3 198,22	3 207,70	3 217,18	3 226,67	3 236,15	3 245,63	3 255,12	3 264,60	3 274,09
350	3 283,57	3 293,05	3 302,53	3 312,02	3 321,50	3 330,98	3 340,47	3 349,95	3 359,43	3 368,92
360	3 378,40	3 387,88	3 397,37	3 406,85	3 416,33	3 425,82	3 435,30	3 444,78	3 454,27	3 463,75
370	3 473,23	3 482,72	3 492,20	3 501,68	3 511,17	3 520,65	3 530,13	3 539,62	3 549,10	3 558,58
380	3 568,07	3 577,55	3 587,03	3 596,52	3 606,00	3 615,48	3 624,97	3 634,45	3 643,93	3 653,42
390	3 662,90	3 672,38	3 681,87	3 691,35	3 700,83	3 710,32	3 719,80	3 729,28	3 738,77	3 748,25
400	3 757,73	3 767,22	3 776,70	3 786,18	3 795,67	3 805,15	3 814,63	3 824,12	3 833,60	3 843,09
410	3 852,56	3 862,05	3 871,53	3 881,01	3 890,50	3 899,98	3 909,46	3 918,95	3 928,43	3 937,91
420	3 947,40	3 956,88	3 966,36	3 975,85	3 985,33	3 994,81	4 004,30	4 013,78	4 023,26	4 032,75
430	4 042,23	4 051,71	4 061,20	4 070,68	4 080,16	4 089,65	4 099,13	4 108,61	4 118,10	4 127,58
440	4 137,06	4 146,55	4 156,03	4 165,51	4 175,00	4 184,48	4 193,96	4 203,45	4 212,93	4 222,41
450	4 231,90	4 241,38	4 250,86	4 260,35	4 269,83	4 279,31	4 288,80	4 298,28	4 307,76	4 317,25
460	4 326,73	4 336,21	4 345,70	4 355,18	4 364,66	4 374,15	4 383,63	4 393,11	4 402,60	4 412,08
470	4 421,56	4 431,05	4 440,53	4 450,01	4 459,50	4 468,98	4 478,46	4 487,95	4 497,43	4 506,91
480	4 516,40	4 525,88	4 535,36	4 544,85	4 554,33	4 563,81	4 573,30	4 582,78	4 592,26	4 601,75
490	4 611,23	4 620,71	4 630,20	4 639,68	4 649,16	4 658,65	4 668,13	4 677,61	4 687,10	4 696,58
500	4 706,06	4 715,55	4 725,03	4 734,51	4 744,00	4 753,48	4 762,96	4 772,45	4 781,93	4 791,41
510	4 800,89	4 810,38	4 819,86	4 829,34	4 838,83	4 848,31	4 857,79	4 867,28	4 876,76	4 886,24
520	4 895,73	4 905,21	4 914,69	4 924,18	4 933,66	4 943,14	4 952,63	4 962,11	4 971,59	4 981,08
530	4 990,56	5 000,04	5 009,53	5 019,01	5 028,49	5 037,98	5 047,46	5 056,94	5 066,43	5 075,91
540	5 086,39	5 095,88	5 105,36	5 114,84	5 124,33	5 133,81	5 143,29	5 152,78	5 162,26	5 171,74
550	5 180,23	5 189,71	5 199,19	5 208,68	5 218,16	5 227,64	5 237,13	5 246,61	5 256,09	5 265,58
560	5 275,06	5 284,54	5 294,03	5 303,51	5 312,99	5 322,48	5 331,96	5 341,44	5 350,93	5 360,41
570	5 369,89	5 379,38	5 388,86	5 398,34	5 407,83	5 417,31	5 426,79	5 436,28	5 445,76	5 455,24
580	5 464,73	5 474,21	5 483,69	5 493,18	5 502,66	5 512,14	5 521,63	5 531,11	5 540,59	5 550,08
590	5 559,56	5 569,04	5 578,53	5 588,01	5 597,49	5 606,98	5 616,46	5 625,94	5 635,43	5 644,91
600	5 654,39	5 663,88	5 673,36	5 682,84	5 692,33	5 701,81	5 711,29	5 720,78	5 730,26	5 739,74



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Fuente: Punto de Precisión S.A.C

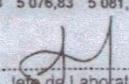
Anexo N° 1.5: Certificado de Calibración del Anillo de carga de Prensa Marshall



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
610	2 607,77	2 612,07	2 616,38	2 620,68	2 624,98	2 629,28	2 633,58	2 637,88	2 642,18	2 646,49
620	2 650,79	2 655,09	2 659,39	2 663,69	2 667,99	2 672,30	2 676,60	2 680,90	2 685,20	2 689,50
630	2 693,80	2 698,10	2 702,41	2 706,71	2 711,01	2 715,31	2 719,61	2 723,91	2 728,21	2 732,52
640	2 736,82	2 741,12	2 745,42	2 749,72	2 754,02	2 758,33	2 762,63	2 766,93	2 771,23	2 775,53
650	2 779,83	2 784,13	2 788,44	2 792,74	2 797,04	2 801,34	2 805,64	2 809,94	2 814,24	2 818,55
660	2 822,85	2 827,15	2 831,45	2 835,75	2 840,05	2 844,36	2 848,66	2 852,96	2 857,26	2 861,56
670	2 865,86	2 870,16	2 874,47	2 878,77	2 883,07	2 887,37	2 891,67	2 895,97	2 900,27	2 904,58
680	2 908,88	2 913,18	2 917,48	2 921,78	2 926,08	2 930,39	2 934,69	2 938,99	2 943,29	2 947,59
690	2 951,89	2 956,19	2 960,50	2 964,80	2 969,10	2 973,40	2 977,70	2 982,00	2 986,30	2 990,61
700	2 994,91	2 999,21	3 003,51	3 007,81	3 012,11	3 016,42	3 020,72	3 025,02	3 029,32	3 033,62
710	3 037,92	3 042,22	3 046,53	3 050,83	3 055,13	3 059,43	3 063,73	3 068,03	3 072,33	3 076,64
720	3 080,94	3 085,24	3 089,54	3 093,84	3 098,14	3 102,45	3 106,75	3 111,05	3 115,35	3 119,65
730	3 123,95	3 128,25	3 132,56	3 136,86	3 141,16	3 145,46	3 149,76	3 154,06	3 158,36	3 162,67
740	3 166,97	3 171,27	3 175,57	3 179,87	3 184,17	3 188,48	3 192,78	3 197,08	3 201,38	3 205,68
750	3 209,98	3 214,28	3 218,59	3 222,89	3 227,19	3 231,49	3 235,79	3 240,09	3 244,39	3 248,70
760	3 253,00	3 257,30	3 261,60	3 265,90	3 270,20	3 274,51	3 278,81	3 283,11	3 287,41	3 291,71
770	3 296,01	3 300,31	3 304,62	3 308,92	3 313,22	3 317,52	3 321,82	3 326,12	3 330,42	3 334,73
780	3 339,03	3 343,33	3 347,63	3 351,93	3 356,23	3 360,54	3 364,84	3 369,14	3 373,44	3 377,74
790	3 382,04	3 386,34	3 390,65	3 394,95	3 399,25	3 403,55	3 407,85	3 412,15	3 416,45	3 420,76
800	3 425,06	3 429,36	3 433,66	3 437,96	3 442,26	3 446,57	3 450,87	3 455,17	3 459,47	3 463,77
820	3 511,09	3 515,39	3 519,69	3 523,99	3 528,29	3 532,60	3 536,90	3 541,20	3 545,50	3 549,80
830	3 554,10	3 558,40	3 562,71	3 567,01	3 571,31	3 575,61	3 579,91	3 584,21	3 588,51	3 592,82
840	3 597,12	3 601,42	3 605,72	3 610,02	3 614,32	3 618,63	3 622,93	3 627,23	3 631,53	3 635,83
850	3 640,13	3 644,43	3 648,74	3 653,04	3 657,34	3 661,64	3 665,94	3 670,24	3 674,54	3 678,85
860	3 683,15	3 687,45	3 691,75	3 696,05	3 700,35	3 704,66	3 708,96	3 713,26	3 717,56	3 721,86
870	3 726,16	3 730,46	3 734,77	3 739,07	3 743,37	3 747,67	3 751,97	3 756,27	3 760,57	3 764,88
880	3 769,18	3 773,48	3 777,78	3 782,08	3 786,38	3 790,69	3 794,99	3 799,29	3 803,59	3 807,89
890	3 812,19	3 816,49	3 820,80	3 825,10	3 829,40	3 833,70	3 838,00	3 842,30	3 846,60	3 850,91
900	3 855,21	3 859,51	3 863,81	3 868,11	3 872,41	3 876,72	3 881,02	3 885,32	3 889,62	3 893,92
910	3 898,22	3 902,52	3 906,83	3 911,13	3 915,43	3 919,73	3 924,03	3 928,33	3 932,63	3 936,94
920	3 941,24	3 945,54	3 949,84	3 954,14	3 958,44	3 962,75	3 967,05	3 971,35	3 975,65	3 979,95
930	3 984,25	3 988,55	3 992,86	3 997,16	4 001,46	4 005,76	4 010,06	4 014,36	4 018,66	4 022,97
940	4 027,27	4 031,57	4 035,87	4 040,17	4 044,47	4 048,78	4 053,08	4 057,38	4 061,68	4 065,98
950	4 070,28	4 074,58	4 078,89	4 083,19	4 087,49	4 091,79	4 096,09	4 100,39	4 104,69	4 109,00
960	4 113,30	4 117,60	4 121,90	4 126,20	4 130,50	4 134,81	4 139,11	4 143,41	4 147,71	4 152,01
970	4 156,31	4 160,61	4 164,92	4 169,22	4 173,52	4 177,82	4 182,12	4 186,42	4 190,72	4 195,03
980	4 199,33	4 203,63	4 207,93	4 212,23	4 216,53	4 220,84	4 225,14	4 229,44	4 233,74	4 238,04
990	4 242,34	4 246,64	4 250,95	4 255,25	4 259,55	4 263,85	4 268,15	4 272,45	4 276,75	4 281,06
1000	4 285,36	4 289,66	4 293,96	4 298,26	4 302,56	4 306,87	4 311,17	4 315,47	4 319,77	4 324,07
1010	4 328,37	4 332,67	4 336,98	4 341,28	4 345,58	4 349,88	4 354,18	4 358,48	4 362,78	4 367,09
1020	4 371,39	4 375,69	4 379,99	4 384,29	4 388,59	4 392,90	4 397,20	4 401,50	4 405,80	4 410,10
1030	4 414,40	4 418,70	4 423,01	4 427,31	4 431,61	4 435,91	4 440,21	4 444,51	4 448,81	4 453,12
1040	4 457,42	4 461,72	4 466,02	4 470,32	4 474,62	4 478,93	4 483,23	4 487,53	4 491,83	4 496,13
1050	4 500,43	4 504,73	4 509,04	4 513,34	4 517,64	4 521,94	4 526,24	4 530,54	4 534,84	4 539,15
1060	4 543,45	4 547,75	4 552,05	4 556,35	4 560,65	4 564,96	4 569,26	4 573,56	4 577,86	4 582,16
1070	4 586,46	4 590,76	4 595,07	4 599,37	4 603,67	4 607,97	4 612,27	4 616,57	4 620,87	4 625,18
1080	4 629,48	4 633,78	4 638,08	4 642,38	4 646,68	4 650,99	4 655,29	4 659,59	4 663,89	4 668,19
1090	4 672,49	4 676,79	4 681,10	4 685,40	4 689,70	4 694,00	4 698,30	4 702,60	4 706,90	4 711,21
1100	4 715,51	4 719,81	4 724,11	4 728,41	4 732,71	4 737,02	4 741,32	4 745,62	4 749,92	4 754,22
1110	4 758,52	4 762,82	4 767,13	4 771,43	4 775,73	4 780,03	4 784,33	4 788,63	4 792,93	4 797,24
1120	4 801,54	4 805,84	4 810,14	4 814,44	4 818,74	4 823,05	4 827,35	4 831,65	4 835,95	4 840,25
1130	4 844,55	4 848,85	4 853,16	4 857,46	4 861,76	4 866,06	4 870,36	4 874,66	4 878,96	4 883,27
1140	4 887,57	4 891,87	4 896,17	4 900,47	4 904,77	4 909,08	4 913,38	4 917,68	4 921,98	4 926,28
1150	4 930,58	4 934,88	4 939,19	4 943,49	4 947,79	4 952,09	4 956,39	4 960,69	4 964,99	4 969,30
1160	4 973,60	4 977,90	4 982,20	4 986,50	4 990,80	4 995,11	4 999,41	5 003,71	5 008,01	5 012,31
1170	5 016,61	5 020,91	5 025,22	5 029,52	5 033,82	5 038,12	5 042,42	5 046,72	5 051,02	5 055,33
1180	5 059,63	5 063,93	5 068,23	5 072,53	5 076,83	5 081,14	5 085,44	5 089,74	5 094,04	5 098,34



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capch
Reg. CIP N° 152631



LABORATORIO DE PRECISIÓN S.A.C.

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Fuente: Punto de Precisión S.A.C

Anexo N° 1.6: Martillo de Compactación-Estabilidad Marshall



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 0024 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : T 523-2019
Fecha de emisión : 2019-03-25

1. Solicitante : GEOMASTER PERU S.A.C.

Dirección : RICARDO PALMA MZA E LOTE.3
ATE- LIMA

2. Instrumento de Medición : MARTILLO DE COMPACTACIÓN ESTABILIDAD MARSHALL

Marca : NO INDICA
Serie : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE GEOMASTER PERU S.A.C.
25 - MARZO - 2019

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D-1559.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 1088 - 2018	INACAL - DM
REGLA METALICA	MITUTOYO	LLA - 080 - 2018	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM-0588-2018	SAT

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,2	22,2
Humedad %	57	57

7. Observaciones
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión 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.




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

Fuente: Punto de Precisión S.A.C

Anexo N° 1.7: Martillo de Compactación-Estabilidad Marshall

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 0024 - 2019
Página : 2 de 2

Resultados de Calibración

MEDICIONES	ALTURA DE CAIDA (mm)	PESO (g)	DIAMETRO DE CARA DE IMPACTO (mm)
1	456	4532,6	99,96
2	455	4532,6	98,56
3	457	4532,6	99,72
4	456	4532,6	99,42
5	457	4532,6	99,36
6	457	4532,6	98,76
PROMEDIOS	456,3	4532,6	98,30
ESTANDAR	457,0	4540	98
ERROR	-0,7 mm	-7,4 g	1,30 mm

FIN DEL DOCUMENTO


LABORATORIO
PUNTO DE
PRECISIÓN
S.A.C.


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Fuente: Punto de Precisión S.A.C



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 020 - 2019

Página: 1 de 3

Expediente : T 110-2019
Fecha de Emisión : 2019-03-20

1. Solicitante : **GEOMASTER PERU S.A.C.**

Dirección : **RICARDO PALMA MZA.E LOTE.3 ATE-LIMA**

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**

Modelo : **R31P30**

Número de Serie : **8336140336**

Alcance de Indicación : **30 kg**

División de Escala de Verificación (e) : **0,01 kg**

División de Escala Real (d) : **0,001 kg**

Procedencia : **CHINA**

Identificación : **NO INDICA**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2019-03-20**

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOMASTER PERU S.A.C.
MZA. E LOTE. 3 ASOC. RICARDO PALMA - ATE - LIMA


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2018 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo N° 1.9: Balanza



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 020 - 2019

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	31,6 °C	31,8 °C
Humedad Relativa	39 %	39 %

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1 y M2)	LM-158-2018 LM-457-2018 / LM-458-2018 LM-401-2018

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15,000 kg	Temp. (°C)		Carga L2= 30,001 kg	E(g)
		Inicial	Final		
		31,6	31,7		
		ΔL(g)	E(g)	ΔL(g)	E(g)
1	15,000	0,6	-0,1	30,000	0,7
2	15,000	0,9	-0,4	30,000	-1,3
3	15,001	0,5	1,0	30,001	0,5
4	15,000	0,9	-0,4	30,000	0,6
5	15,001	0,3	1,2	30,000	0,9
6	15,000	0,7	-0,2	30,001	0,5
7	15,000	0,8	-0,3	30,001	0,5
8	15,001	0,5	1,0	30,000	0,7
9	15,000	0,6	-0,1	30,001	0,3
10	15,000	0,7	-0,2	30,000	0,6
Diferencia Máxima		1,6		1,6	
Error máximo permitido ±		20 g		± 30 g	

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Diciembre 2018 / Rev 02

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

Fuente: Punto de Precisión S.A.C

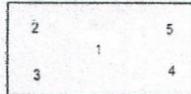
Anexo N° 1.10: Balanza



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 020 - 2019
Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Carga mínima (kg)	Determinación de E ₂			Determinación del Error corregido				
		l(kg)	Δl(g)	Eo(g)	Carga (kg)	l(kg)	Δl(g)	E(g)	Ec(g)
1	0,010	0,010	0,9	-0,4	10,000	10,000	0,8	-0,3	0,1
2		0,010	0,7	-0,2					
3		0,010	0,8	-0,3					
4		0,010	0,6	-0,1					
5		0,010	0,9	-0,4					

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(kg)	l(kg)	CRECIENTES			DECRECIENTES				emp(**)
		Δl(g)	E(g)	Ec(g)	l(kg)	Δl(g)	E(g)	Ec(g)	
0.010	0.010	0.5	0.0						10
0.020	0.020	0.6	-0.1	-0.1	0.020	0.8	-0.3	-0.3	10
0.100	0.100	0.9	-0.4	-0.4	0.100	0.5	0.0	0.0	10
0.500	0.500	0.8	-0.3	-0.3	0.500	0.6	-0.1	-0.1	10
1.000	1.000	0.7	-0.2	-0.2	1.000	0.8	-0.3	-0.3	10
5.000	5.000	0.6	-0.1	-0.1	5.000	0.7	-0.2	-0.2	10
10.000	10.000	0.8	-0.3	-0.3	10.000	0.9	-0.4	-0.4	20
15.000	15.000	0.9	0.0	0.0	15.001	0.5	1.0	1.0	20
20.000	20.000	0.9	-0.4	-0.4	20.000	0.6	-0.3	-0.3	20
25.000	25.001	0.5	1.0	1.0	25.001	0.6	0.9	0.9	30
30.001	30.001	0.4	0.1	0.1	30.001	0.4	0.1	0.1	30

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,00000255 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,000000674 \text{ kg}^2 + 0,00000000410 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₂: Error en cero E_c: Error corregido

R: en kg

FIN DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2018 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

Fuente: Punto de Precisión S.A.C

Anexo 2: Certificado Calidad de los Materiales

Anexo N° 2.1: Reporte de Análisis de Cemento Asfáltico PEN 60/70



REPORTE DE ANÁLISIS DE CEMENTO ASFALTICO

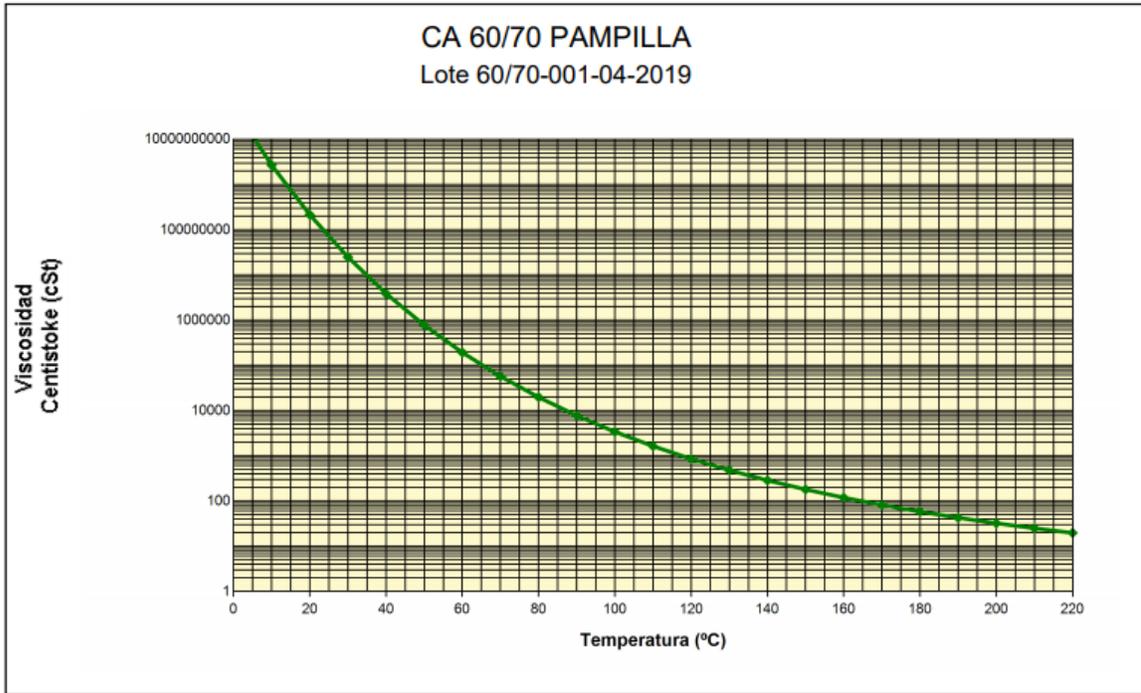
LOTE No. 60/70-001-04-2019

REFINERÍA LA PAMPILLA Carretera a Ventanilla km 25 S/N Ventanilla, Lima – Perú	RECEPCIÓN DE LA MUESTRA 13/04/2019 03:06:18	FECHA DE CERTIFICACIÓN 13/04/2019 17:06:20
PRODUCTO Cemento Asfáltico 60/70	TANQUE 333B	DESTINO DEL PRODUCTO Operaciones de Despacho
PROCEDENCIA Almacenamiento	VOLÚMEN CERTIFICADO , m³ 900	BUQUE TANQUE
PROPIEDADES	MÉTODOS	RESULTADOS
ASTM/OTROS		
PENETRACIÓN		
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 1/10 mm	D 5 / AASHTO T 49	69
DUCTILIDAD		
Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min, cm	D 113 / AASHTO T 51	> 105
VOLATILIDAD		
Gravedad Específica a 15.6 °C/15.6°C	D 70 / AASHTO T 228	1.0360
Punto de Inflamación, °C	D 92 / AASHTO T 48	282.0
Gravedad API , °API	D 70 / AASHTO T 228	5.1
FLUIDEZ		
Punto de Ablandamiento, °C	D 36	49.4
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	D 445	3383
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	D 2170 / AASHTO T 201	367
ENSAYOS DE PELÍCULA FINA		
Pérdida por Calentamiento, %m	D 1754 / AASHTO T 179	0.47
Penetración retenida, 100g, 5s, 1/10 mm, % del original	D 5 / AASHTO T 49	62.3
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113 / AASHTO T 51	62.1
SOLUBILIDAD		
Solubilidad en tricloroetileno, % m	D 2042 / AASHTO T 44	99.97
OTROS		
Índice de Penetración	UNE 104-281 / 1-5	-0.5
Ensayo de la Mancha (Nafta-Xileno)	AASHTO T102	20% xileno, negativo
OBSERVACIONES:		
Producto cumple con las especificaciones ASTM D946, AASHTO M 20-70 y Norma Técnica Peruana NTP 321.051		
DISTRIBUCIÓN : Original : Operaciones de despacho Copia 1: Movimiento de Productos Copia 2: Laboratorio	FECHA DE EMISIÓN 13/04/2019	LABORATORIO Cecilia Posadas Jhong Jefe de Laboratorio

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL

Fuente: Repsol

Anexo N° 2.2: Carta de Viscosidad del PEN 60/70




Cecilia Posadas Jhong
Jefe de Laboratorio

Fuente: Repsol

Anexo N° 2.3: Hoja tecnica de Especificacion del Polietileno de Baja Densidad(LDPE)



**POLIETILENO BAJA DENSIDAD
GRADO PX-20020P**

Identificación: PPQ-041

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO DE PRUEBA	VALOR
Índice de fluidez	g/10 min.	ASTM D-1238	1.8 – 2.3
Densidad	g/cm ³	ASTM D-1505 ALKATHENE-25-1968	0.9195 – 0.9230
PROPIEDADES			** VALOR TÍPICO
Propiedades de la película (50 micras)			
Módulo de elasticidad en Tensión	MPa	ASTM D-882	149/181 (1)
Secante al 2%			
Resistencia a la Tensión	MPa	ASTM D-882	15/11 (1)
Resistencia a la punción	Kg-mm	ASTM D-1306	3.4
Elongación (ruptura)	%	ASTM D-882	470/450 (1)
Resistencia al Impacto por Dardo (método A)	g	ASTM D-1709	134.5
Resistencia al rasgado	N/mm	ASTM D-1004	76/92.9 (1)
Claridad	%	ASTM D-1003	96.5
Nebulosidad (en película de 0.0015 pulgadas de espesor)	%	ASTM D-1003	6
Brillo (ángulo de incidencia 60°)	-	ASTM D-2457	120
Temperatura de fusión	°C	ASTM D-3418	111

Este producto contiene aditivo antioxidante, antibloqueante y deslizante.

Cumplimiento FDA y EEC: Este material cumple con los requerimientos de la Food and Drug Administration de los Estados Unidos de América, Título 21.CFR177.1520 y con las Directivas Europeas 2002/72/EC, 85/572/EEC y 97/48/EC que permiten el uso y aplicación del producto en "Artículos y Componentes de Artículos que estén en contacto con alimentos".

(**) Los valores típicos reportados son una guía y no constituyen una garantía implícita o explícita para la aplicación de este producto.

(1) MD/TD (Dirección Máquina/Dirección Transversal)

Fuente: Pemex-Petroquímica

Anexo 3: Juicio de Expertos

Anexo N° 3.1: Evaluación de Expertos

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

TÍTULO DE TESIS

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019

Doctor/Magister/Licenciada Experta:

Ing. Silva Ccente Jesus Alberto

Se presenta a usted el instrumento de recolección de datos de la tesis para su revisión y sugerencias

CRITERIOS	OBSERVACIONES
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación	SI
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación	SI
3. ¿Los instrumentos de recolección de datos facilitan el logro de los objetivos de la investigación?	SI
4. ¿Los instrumento de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	SI
5. ¿Los instrumento de recolección de datos presentan la cantidad de Ítems apropiados?	SI
6. ¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	SI
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilita el análisis y procesamiento de los datos?	SI
8. Del instrumento de recolección de datos ¿Usted eliminaría algún ítem?	NO
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?	NO
10. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	SI
11. ¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	SI

SUGERENCIAS:

Atentamente

Jesus Alberto Silva Ccente

JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CPN° 28645

Fuente: Propia

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

TÍTULO DE TESIS

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019

Doctor/Magister/Licenciada Experta:

YION ALVARADO MANUEL
CIP: 16019

Se presenta a usted el instrumento de recolección de datos de la tesis para su revisión y sugerencias

CRITERIOS	OBSERVACIONES
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	SI
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	SI
3. ¿Los instrumentos de recolección de datos facilitan el logro de los objetivos de la investigación?	SI
4. ¿Los instrumento de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	SI
5. ¿Los instrumento de recolección de datos presentan la cantidad de Ítems apropiados?	SI
6. ¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	SI
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilita el análisis y procesamiento de los datos?	SI
8. Del instrumento de recolección de datos ¿Usted eliminaría algún ítem?	NO
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?	NO
10. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	SI
11. ¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	SI

SUGERENCIAS:

Atentamente


CIP: 16019

Fuente: Propia

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

TÍTULO DE TESIS

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019

Doctor/Magister/Licenciada Experta:

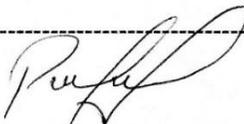
ALBITES PADILLA PEDRO MIGUEL
159805

Se presenta a usted el instrumento de recolección de datos de la tesis para su revisión y sugerencias

CRITERIOS	OBSERVACIONES
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación	SI
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación	SI
3. ¿Los instrumentos de recolección de datos facilitan el logro de los objetivos de la investigación?	SI
4. ¿Los instrumento de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	SI
5. ¿Los instrumento de recolección de datos presentan la cantidad de Ítems apropiados?	SI
6. ¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	SI
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilita el análisis y procesamiento de los datos?	SI
8. Del instrumento de recolección de datos ¿Usted eliminaría algún ítem?	NO
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?	NO
10. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	SI
11. ¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	SI

SUGERENCIAS:

Atentamente


CIP: 159805

Fuente: Propia

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

TÍTULO DE TESIS

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019

Doctor/Magister/Licenciada Experta:

Fuio LINDO Reyes

CIP: 33003

Se presenta a usted el instrumento de recolección de datos de la tesis para su revisión y sugerencias

CRITERIOS	OBSERVACIONES
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación	SI
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación	SI
3. ¿Los instrumentos de recolección de datos facilitan el logro de los objetivos de la investigación?	SI
4. ¿Los instrumento de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	SI
5. ¿Los instrumento de recolección de datos presentan la cantidad de Ítems apropiados?	SI
6. ¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	SI
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilita el análisis y procesamiento de los datos?	SI
8. Del instrumento de recolección de datos ¿Usted eliminaría algún ítem?	NO
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?	NO
10. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	SI
11. ¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	SI

SUGERENCIAS:

Atentamente


CIP: 33003

Fuente: Propia

Anexo 4: Resultados de los ensayos

Anexo N° 4.1: Abrasión (Maquina de los Ángeles)



Una empresa al servicio de la construcción

Ingeniería - Asesoría - Consultoría
 Servicios de laboratorio de suelos y pavimentos
 Ensayos geotécnicos, venta y suministro de equipos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
Obra	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
Ubicación	ATE-LIMA-PERU		
Solicitante	DELGADO REYES, CECILIO NICANOR SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	Registro	006-GC-2019
Material	GRAVA CHANCADA - TM 3/4"	Hecho Por	V.V.C.
Cantera	GLORIA	Revisado Por	J.S.C.
Referencia	HUSO 67	Fecha	30/04/2019

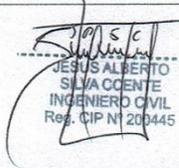
ABRACION (MAQUINA DE LOS ANGELES)			
NORMA MTC E-207			

DATOS DE LA MUESTRA				
TAMIZ	GRADACIONES			
	A	B	C	D
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"		2500.0		
3/8"		2500.1		
1/4"				
N° 4				
PESO TOTAL		5000.1		
Retenido en la malla N° 12		4255		
Que pasa en la malla N° 12		745.1		
N° de Esferas		11		
% Desgate		14.9		

OBSERVACIONES :



VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC



JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Tel.: (01)7954300 RPC: 991549970 RPM: #962083385 geomasterperu@hotmail.com Urb. Ricardo Palma Mz. E Lt. 3 - Ate

www.geomasterperu.com

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.2: Partículas Fracturadas



Ingeniería - Asesoría - Consultoría
 Servicios de laboratorio de suelos y pavimentos
 Ensayos geotécnicos, venta y suministro de equipos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
Obra	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
Ubicación	ATE-LIMA-PERU		
Solicitante	DELGADO REYES, CECILIO NICANOR SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	Registro	006-GC-2019
Material	GRAVA CHANCADA - TM 3/4"	Hecho Por	V.V.C.
Cantera	GLORIA	Revisado Por	J.S.C.
Referencia	HUSO 67	Fecha	30/04/2019

PARTICULAS FRACTURADAS
 NORMA MTC E-210

Con Una Cara fracturada

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200.0	80	6.7	23.6	157.3
1/2"	3/8"	300.0	44	14.7	21.3	312.4
Total:		1500.0	124.0	21.3	44.9	469.7

Porcentaje con una cara fracturada = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ = 10.5 %

Con dos o más Caras fracturadas

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200.0	1089	90.8	23.6	2141.7
1/2"	3/8"	300.0	231	77.0	21.3	1640.1
Total:		1500.0	1320.0	167.8	44.9	3781.8

Porcentaje con dos o más caras fracturadas = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ = 84.2 %

RESULTADOS OBTENIDOS	ENSAYO	ESPECIFICADO
Partículas por lo menos con una cara fractura	95 %	85 % Min.
Partículas por lo menos con dos o mas caras fracturadas	84 %	50 % Min.

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

JESÚS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200415

Tel.: (01)7954300 RPC: 991549970 RPM: #962083385 ✉ geomasterperu@hotmail.com 🏠 Urb. Ricardo Palma Mz. E.II. 3 - Ate

www.geomasterperu.com

📱 Geomaster Perú 📺 Geomaster Perú

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.3: Determinación de Partículas Chatas y Alargadas



Ingeniería - Asesoría - Consultoría
 Servicios de laboratorio de suelos y pavimentos
 Ensayos geotécnicos, venta y suministro de equipos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
Obra	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
Ubicación	ATE-LIMA-PERU		
Solicitante	DELGADO REYES, CECILIO NICANOR SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	Registro	006-GC-2019
Material	GRAVA CHANCADA - TM 3/4"	Hecho Por	V.V.C.
Cantera	GLORIA	Revisado Por	J.S.C.
Referencia	HUSO 67	Fecha	30/04/2019

DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS
 NORMA ASTM D-4791

TAMICES		AGREGADO		Fracción Analizada		Partículas		Partículas		% Corregido	
PASA (pulg)	RETIENE (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret. Parcial	# / Partículas	gr.	Chatas gr.	Alargadas gr.	Chatas %	Alargadas %	Chatas %	Alargadas %
2 1/2"	2"										
2"	1 1/2"										
1 1/2"	1"										
1"	3/4"										
3/4"	1/2"	3298.0	23.6	100.0	802.0	40.0	2.0	5.0	0.2	117.7	5.9
1/2"	3/8"	2986.0	21.3	200.0	428.0	25.0	4.6	5.8	1.1	124.4	22.9
3/8"	1/4"	4955.0	0.0	200.0	195.0	13.0	4.0	6.7	2.1	0.0	0.0
TOTAL (Σ)		11239.0	44.9	500.0	1425.0	78.0	10.6	17.5	3.4	242.1	28.8

PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS =

OBSERVACIONES:

.....
 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

.....
 JESUS ALBERTO SILVA CENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200145

Tel.: (01)7954300 RPC: 991549970 RPM: #962083385 ✉ geomasterperu@hotmail.com 🏠 Urb. Ricardo Palma Mz. E.11.3 - Ate

www.geomasterperu.com

📍 Geomaster Perú 🏢 Geomaster Perú

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.4: Gravedad Especifica y Absorción de los Agregados(grueso)



Ingeniería - Asesoría - Consultoría
Servicios de laboratorio de suelos y pavimentos
Ensayos geotécnicos, venta y suministro de equipos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
Obra	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
Ubicación	ATE-LIMA-PERU		
Solicitante	DELGADO REYES, CECILIO NICANOR SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	Registro	006-GC-2019
Material	GRAVA CHANCADA - TM 3/4"	Hecho Por	V.V.C.
Cantera	GLORIA	Revisado Por	J.S.C.
Referencia	HUSO 67	Fecha	30/04/2019

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS
NORMA MTC E 205/206 (AASHTO T-84 / T-85)

AGREGADO FINO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)				
B	Peso Frasco + agua				
C	Peso Frasco + agua + A (gr)				
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)				
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)				
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)				
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)				
	Pe bulk (Base seca) = F/E				
	Pe bulk (Base saturada) = A/E				
	Pe aparente (Base Seca) = F/G				
	% de absorción = ((A - F)/F)*100				

AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	2015.3	2011.1	2013.2	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	1270.4	1268.6	1269.5	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	744.9	742.5	743.7	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1997.9	1994.5	1996.2	
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	727.5	725.9	726.7	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.682	2.686	2.684	2.684
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.705	2.709	2.707	2.707
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.746	2.748	2.747	2.747
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.871	0.832	0.852	0.852

Observaciones:

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Tel.: (01)7954300 RPC: 991549970 RPM: #962063385 geomasterperu@hotmail.com Urb. Ricardo Palma Mz. E Lt. 3 - Ate

www.geomasterperu.com

Geomaster Peru Geomaster Peru

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.5: Contenido de Sales Solubles en Agregados(fino)



Ingeniería - Asesoría - Consultoría
Servicios de laboratorio de suelos y pavimentos
Ensayos geotécnicos, venta y suministro de equipos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
Obra	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
Ubicación	ATE		
Solicitante	DELGADO REYES, CECILIO NICANOR SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	Registro	007-GC-2019
Material	ARENA N° 01	Hecho Por	V.V.C.
Cantera	GLORIA	Revisado Por	J.S.C.
Referencia		Fecha	30/04/2019

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS
NORMA MTC E-219

AGREGADO GRUESO

		IDENTIFICACION			Promedio
		1	2	3	
A.- Muestra Seca	(g)				
B.- Agua Sobrenadante	(ml)				
C.- Alicuota de Agua Sobrenadante	(ml)				
D.- Peso de la Alicuota Cristalizada	(g)				
E.- Producto de Alicuota y Peso Total de Muestra	(g)				
F.- Volúmen Total de Muestra Cristalizada	(cc)				
G.- Volúmen Total de Sales	(cc)				
Porcentaje de Sales Solubles	(%)				

AGREGADO FINO

		IDENTIFICACION			Promedio
		1	2	3	
A.- Muestra Seca	(g)	100.00	100.00	100.00	
B.- Agua Sobrenadante	(ml)	500.00	500.00	500.00	
C.- Alicuota de Agua Sobrenadante	(ml)	100.00	100.00	100.00	
D.- Peso de la Alicuota Cristalizada	(g)	0.04	0.04	0.04	
E.- Producto de Alicuota y Peso Total de Muestra	(g)	10000.00	10000.00	10000.00	
F.- Volúmen Total de Muestra Cristalizada	(cc)	20.00	20.00	20.00	
G.- Volúmen Total de Sales	(cc)	500.00	500.00	500.00	
Porcentaje de Sales Solubles	(%)	0.20	0.20	0.20	0.20%

Observaciones :

.....
VLADIMIR VILLANUEVA-CABRERA
LABORATORISTA CA - QC

.....
JESUS ALBERTO
SILVA ACENTE
INGENIERO CIVIL
REG. CIPINP 200445

Tel.: (01)7954300 RPC: 991549970 RPM: #962063385 geomasterperu@hotmail.com Urb. Ricardo Palma Mz. E Lt. 3 - Ate

www.geomasterperu.com

Geomaster Peru Geomaster Peru

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.6: Contenido de Sales Solubles en Agregados(grueso)



Ingeniería - Asesoría - Consultoría
 Servicios de laboratorio de suelos y pavimentos
 Ensayos geotécnicos, venta y suministro de equipos.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
Obra	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
Ubicación	ATE-LIMA-PERU		
Solicitante	DELGADO REYES, CECILIO NICANOR SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	Registro	006-GC-2019
Cantera	GLORIA	Revisado Por	J.S.C.
Referencia	HUSO 67	Fecha	30/04/2019

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS
 NORMA MTC E-219

AGREGADO GRUESO

		IDENTIFICACION			Promedio
		1	2	3	
A.- Muestra Seca	(g)	500.00	500.00	500.00	
B.- Agua Sobrenadante	(ml)	500.00	500.00	500.00	
C.- Alicuota de Agua Sobrenadante	(ml)	99.88	100.21	98.95	
D.- Peso de la Alicuota Cristalizada	(g)	0.06	0.04	0.05	
E.- Producto de Alicuota y Peso Total de Muestra	(g)	49940.00	50105.00	49475.00	
F.- Volúmen Total de Muestra Cristalizada	(cc)	30.00	20.00	25.00	
G.- Volúmen Total de Sales	(cc)	1664.67	2505.25	1979.00	
Porcentaje de Sales Solubles	(%)	0.06	0.04	0.05	0.05%

AGREGADO FINO

		IDENTIFICACION			Promedio
		1	2	3	
A.- Muestra Seca	(g)				
B.- Agua Sobrenadante	(ml)				
C.- Alicuota de Agua Sobrenadante	(ml)				
D.- Peso de la Alicuota Cristalizada	(g)				
E.- Producto de Alicuota y Peso Total de Muestra	(g)				
F.- Volúmen Total de Muestra Cristalizada	(cc)				
G.- Volúmen Total de Sales	(cc)				
Porcentaje de Sales Solubles	(%)				

Observaciones :

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
 SILVA ACENTE
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 200445

Tel: (01)7954300 RPC: 991549970 RPM: #962083385 geomasterperu@hotmail.com Urb. Ricardo Palma Mz. E.11.3 - Ate

www.geomasterperu.com

Geomaster Perú Geomaster Perú

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.7: Equivalente de Arena



GEOMASTER
PERÚ SAC
Una empresa al servicio de la construcción

Ingeniería - Asesoría - Consultoría
Servicios de laboratorio de suelos y pavimentos
Ensayos geotécnicos, venta y suministro de equipos

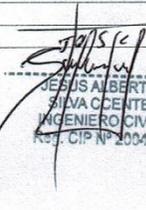
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
Obra	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019				
Ubicación	ATE				
Solicitante	DELGADO REYES, CECILIO NICANOR	Registro	007-GC-2019		
Material	ARENA N° 01	Hecho Por	V.V.C.		
Cantera	GLORIA	Revisado Por	J.S.C.		
Referencia		Fecha	30/04/2019		

EQUIVALENTE DE ARENA						
NORMA MTC E 114 (ASTM D-2419 / AASHTO T-176)						
		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación		14:05	14:07	14:10		
Hora de salida de saturación (mas 10")		14:15	14:17	14:20		
Hora de entrada a decantación		14:17	14:19	14:22		
Hora de salida de decantación (mas 20")		14:37	14:39	14:42		
Altura máxima de material fino	mm	4.80	4.90	4.90		
Altura máxima de la arena	mm	3.10	3.10	3.10		
Equivalente de Arena	%	64.60	63.30	63.30		64

Observaciones:



VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC



JESUS ALBERTO
SILVECENTE
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 200445

Tel.: (01)7954300
RPC: 991549970
RPM: #962083385
geomasterperu@hotmail.com
Urb. Ricardo Palma Mz. E Lt. 3 - Ate

www.geomasterperu.com
Geomaster Perú

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.8: Gravedad Especifica y Absorción de los Agregados(fino)



Ingeniería - Asesoría - Consultoría
 Servicios de laboratorio de suelos y pavimentos
 Ensayos geotécnicos, venta y suministro de equipos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
Obra	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
Ubicación	ATE		
Solicitante	DELGADO REYES, CECILIO NICANOR SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	Registro	007-GC-2019
Material	ARENA N° 01	Hecho Por	V.V.C.
Cantera	GLORIA	Revisado Por	J.S.C.
Referencia		Fecha	30/04/2019

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS
 NORMA MTC E 205/206 (AASHTO T-84 / T-85)

AGREGADO FINO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0	500.0	
B	Peso Frasco + agua	667.1	665.9	667.0	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1167.1	1165.9	1167.0	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	982.9	981.5	982.7	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	184.2	184.4	184.3	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	495.5	495.4	495.4	
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	179.70	179.80	179.70	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.690	2.687	2.688	2.688
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.714	2.711	2.713	2.713
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.757	2.755	2.757	2.756
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.908	0.929	0.929	0.922

AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)				
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)				
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)				
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)				
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)				
	Pe bulk (Base seca) = D/C				
	Pe bulk (Base saturada) = A/C				
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E				
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)				

Observaciones:

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200445

Tel.: (01)7954300 RPC: 991549970 RPM: #962083385 geomasterperu@hotmail.com Urb. Ricardo Palma Mz. E Lt. 3 - Ate

www.geomasterperu.com

Geomaster Peru Geomaster Peru

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.9: Límites de Atterberg



Ingeniería - Asesoría - Consultoría
 Servicios de laboratorio de suelos y pavimentos
 Ensayos geotécnicos, venta y suministro de equipos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
Obra	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
Ubicación	ATE		
Solicitante	DELGADO REYES, CECILIO NICANOR SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	Registro	007-GC-2019
Material	ARENA N° 01	Hecho Por	V.V.C.
Cantera	GLORIA	Revisado Por	J.S.C.
Referencia		Fecha	30/04/2019

LIMITES DE ATTERBERG
 NORMA MTC E 110_111 (ASTM D 4318 / AASHTO T 89_90)

Límite Líquido MTC E 110

Ensayo	1	2	3
N° de Golpes			
Recipiente N°			
R + Suelo Hum.			
Peso Agua			
Peso S. Seco			
% de Humedad			

Límite Plástico MTC E 111

Ensayo	1	2
Recipiente N°		
R + Suelo Hum.		
R + Suelo Seco		
Peso Recip.		
Peso Agua		
Peso S. Seco		
% de Humedad		



L. L. = NP
 L. P. = NP
 I. P. = NP

OBSERVACIONES : ENSAYO CON LA PASANTE DE LA MALLA < N° 40

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
 SILVACENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200445

Tel.: (01)7954300 RPC: 991549970 RPM: #962083385 geomasterperu@hotmail.com Lib. Ricardo Palma Mz. E.1: 3 - Ate

www.geomasterperu.com

Geomaster Perú

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.10: Límites de Atterberg



Ingeniería - Asesoría - Consultoría
Servicios de laboratorio de suelos y pavimentos
Ensayos geotécnicos, venta y suministro de equipos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
Obra	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
Ubicación	ATE		
Solicitante	DELGADO REYES, CECILIO NICANOR SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	Registro	007-GC-2019
Material	ARENA N° 01	Hecho Por	V.V.C.
Cantera	GLORIA	Revisado Por	J.S.C.
Referencia		Fecha	30/04/2019

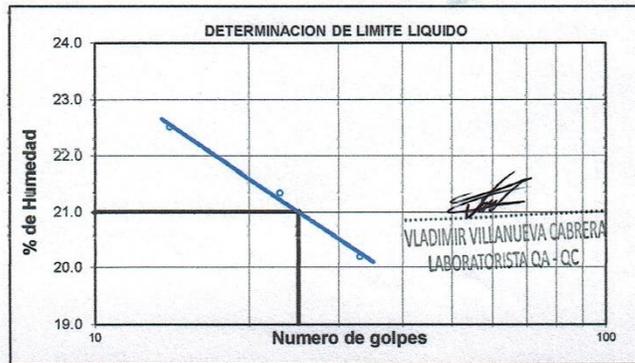
LIMITES DE ATTERBERG
NORMA MTC E 110.111 (ASTM D 4318 / AASHTO T 89.90)

Límite Líquido MTC E 110

Ensayo	1	2	3
N° de Golpes	33	23	14
Recipiente N°	4	5	1
R + Suelo Hum.	24.01	23.49	23.64
R + Suelo Seco	22.35	21.87	21.90
Peso Recip.	14.13	14.28	14.17
Peso Agua	1.66	1.62	1.74
Peso S. Seco	8.22	7.59	7.73
% de Humedad	20.19	21.34	22.51

Límite Plástico MTC E 111

Ensayo	1	2	
Recipiente N°	10	11	
R + Suelo Hum.	11.42	11.96	
R + Suelo Seco	10.76	11.21	
Peso Recip.	7.12	7.08	
Peso Agua	0.66	0.75	
Peso S. Seco	3.64	4.13	
% de Humedad	18.13	18.16	18.15



L. L. = 21.01
L. P. = 18.15
I. P. = 2.86

[Firma manuscrita]
ALBERTO
SILVA COENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201445

OBSERVACIONES : ENSAYO CON LA PASANTE DE LA MALLA < N° 200

Tel.: (01)7954300 RPC: 991549970 RPM: #962083385 geomasterperu@hotmail.com Urb. Ricardo Palma Mz. E11: 3 - Ate

www.geomasterperu.com

Geomaster Peru Geomaster Peru

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.11: Resumen de Diseño de Mezcla Asfáltica Base por el método Marshall

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP.	: J. SILVA C.
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	FECHA	: ABRIL 2019
		INFORME N°	: GMP-590-2019

ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON ASFALTO PEN 60/70 MAC-2

- 1.- MEZCLA DE AGREGADOS :** (Proporción en Peso)
- | | |
|--|-------|
| Grava Chancada | 39.3% |
| Arena Chancada y Zarandeada(Procesado) | 60.7% |
| Especificaciones de Gradación | MAC-2 |
- 2.- LIGANTE BITUMINOSO :**
- | | |
|---------------------------------------|---------------|
| Tipo de Asfalto | Pen 60/70 |
| Optimo Contenido de Cemento Asfáltico | 5.8% (± 0.20) |
| Especificaciones de Gradación | MAC-2 |

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL :	CARACTERÍSTICAS		REQUERIMIENTOS OBRA	
		DISEÑO MAC-2	MÍNIMO	MÁXIMO
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA (N°)		75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO (%)		5.80	5.60	6.00
ESTABILIDAD (Kilos)		1,200	816	
FLUJO (0.01 Pul.) (0.25mm)		12.30	8.0	14.0
V.M.A. (%)		16.35	15.0	
VACÍOS DE AIRE (%)		4.0	3	5
INDICE DE RIGIDEZ (kg/cm)		3840.98	2700.00	4000.00

- 4.- TEMPERATURAS DE APLICACIÓN :**
- | | |
|-----------------------------|--------------|
| Agregados | Máximo 150°C |
| Cemento Asfáltico | Máximo 135°C |
| Mezcla Asfáltica | Máximo 145°C |
| Temperatura de Compactación | Mínimo 140°C |



 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC



 JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200445

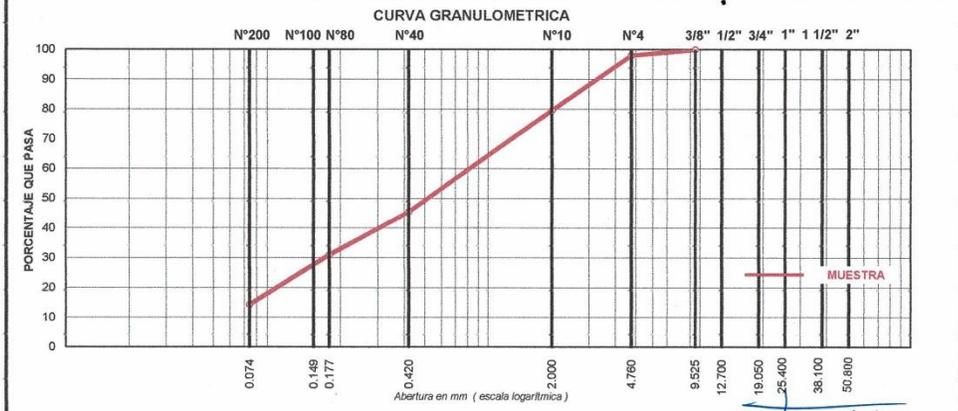
Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.12: Análisis Granulométrico de Arena Procesada <1/4''

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU		HECHO POR : V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN		ING. RESP. : J. SILVA C.
MATERIAL	: ARENA PROCESADO < 1/4" (M-2)		FECHA : ABRIL 2019
PROCEDENCIA	: CANTERA LA GLORIA - ATE		INFORME N° : GMP-590-2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO	
NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 MTC E-204	

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	
2 1/2"	63.500					TAMAÑO MAXIMO : 3/8"
2"	50.800					PESO INICIAL : 1,734.0 gr
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					OBSERVACIONES :
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					H.N : 1.0%
N° 4	4.760	34.0	2.0	2.0	98.0	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	318.0	18.3	20.3	79.7	
N° 40	0.420	594.0	34.3	54.6	45.4	
N° 80	0.177	250.0	14.4	69.0	31.0	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	290.0	16.7	85.7	14.3	
< 200	-	248.0	14.3	100.0		



OBSERVACIONES:

[Signature]
 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

[Signature]
 JESUS ALBERTO SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200475

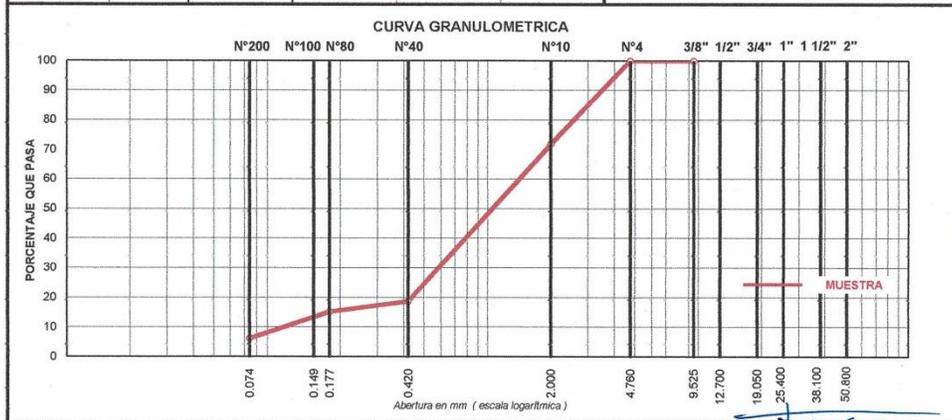
Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.13: Análisis Granulométrico de Arena Chancada < 1/4"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU		
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN		HECHO POR : V.V.C.
MATERIAL	: ARENA CHANCADA < 1/4" (M-2)		ING. RESP. : J. SILVA C.
PROCEDENCIA	: CANTERA LA GLORIA - ATE		FECHA : ABRIL 2019
			INFORME N° : GMP-590-2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 MTC E-204

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	
2 1/2"	63.500					TAMAÑO MAXIMO : 3/8"
2"	50.800					PESO INICIAL : 1,535.0 gr
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					OBSERVACIONES :
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					H.N : 1.3%
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	430.0	28.0	28.0	72.0	
N° 40	0.420	818.0	53.3	81.3	18.7	
N° 80	0.177	55.0	3.6	84.9	15.1	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	138.0	9.0	93.9	6.1	
< 200	-	94.0	6.1	100.0		



OBSERVACIONES:


 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC


 JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.14: Análisis Granulométrico de Grava Chancada < 3/4"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019

UBICACIÓN : ATE - LIMA - PERU

SOLICITANTE : DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN

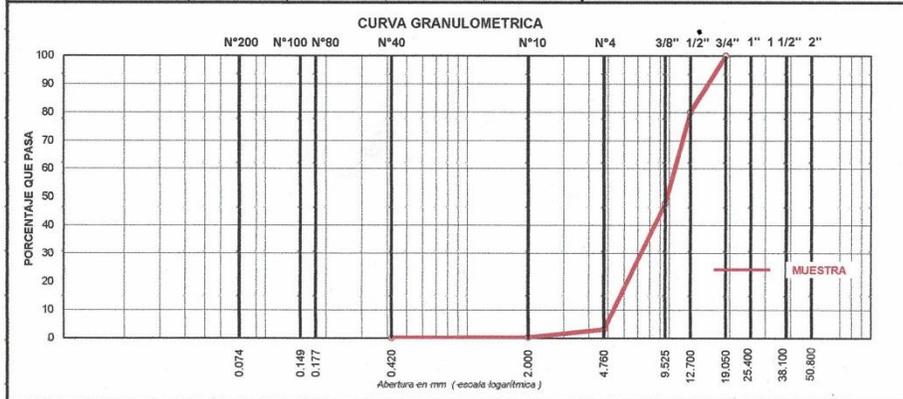
MATERIAL : GRAVA CHANCADA < 3/4" (M-1)

PROCEDECIA : CANTERA LA GLORIA - ATE

HECHO POR : V.V.C.
ING. RESP. : J. SILVA C.
FECHA : ABRIL 2019
INFORME N° : GMP-590-2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 MTC E-204

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	
						TAMAÑO MAXIMO : 3/4"
						PESO INICIAL : 4,379.0 gr
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050				100.0	
1/2"	12.700	876.0	20.0	20.0	80.0	OBSERVACIONES :
3/8"	9.525	1412.0	32.2	52.2	47.8	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	1952.0	44.6	96.8	3.2	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	127.0	2.9	99.7	0.3	
N° 40	0.420	12.0	0.3	100.0		
N° 80	0.177					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
< 200	-					



OBSERVACIONES:

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200445

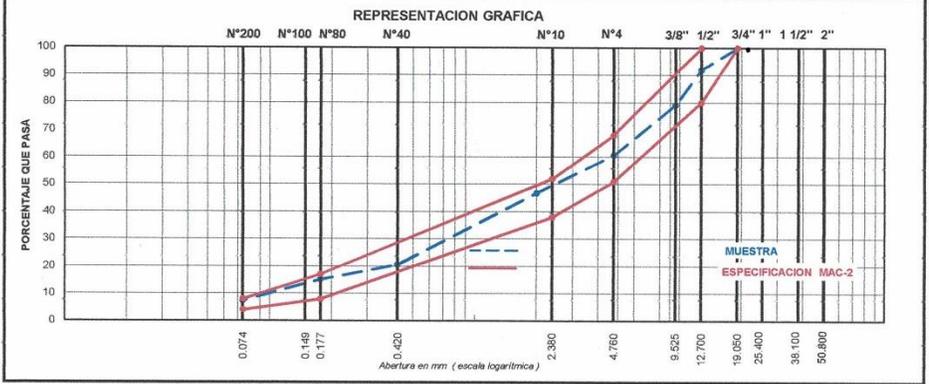
Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.15: Análisis Granulométrico General

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU		HECHO POR : V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN		ING. RESP. : J. SILVA C.
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2		FECHA : ABRIL 2019
			INFORME N° : GMP-590-2019

COMPOSICION DE MEZCLA
DISEÑO DE NIVELANTE ASFÁLTICA CON PEN 85/100

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	GRAVA PROCESAD A (M-1) 40.0%	ARENA ZARANDEADA (M-2) 30.0%	ARENA CHANCADA (M-4)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	MEZCLA			ESPECIFICACION MAC-2	TOLERANCIAS
						RETENIDO	TOTAL	PORCENTAJE QUE PASA		
2 1/2"	63.500									
2"	50.800									
1 1/2"	38.100									
1"	25.400									
3/4"	19.050							100.0	100	+/-5%
1/2"	12.700	8.0			8.0	8.0	8.0	92.0	80 - 100	+/-5%
3/8"	9.525	12.9			12.9	20.9	20.9	79.1	70 - 88	+/-5%
1/4"	6.350									
N° 4	4.760	17.8	0.0	0.6	18.4	39.3	39.3	60.7	51 - 68	+/-5%
N° 8	2.380									
N° 10	2.000		8.4	5.5	13.9	53.2	53.2	46.8	38 - 52	+/-4%
N° 40	0.420		16.0	10.3	26.3	79.5	79.5	20.5	17 - 28	+/-4%
N° 80	0.177		1.1	4.3	5.4	84.9	84.9	15.1	8 - 17	+/-3%
N° 100	0.149									+/-3%
N° 200	0.074		2.7	5.0	7.7	92.6	92.6	7.4	4 - 8	+/-2%
< 200	-		1.8	4.3	6.1	98.7	98.7			



OBSERVACIONES: SE RECOMIENDA USAR CAL HIDRATADA 1 % PARA MEJORAR LA GRADACION

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. C.P. N° 200445

Anexo N° 4.16: Peso Específico Teórico Máximo de Mezclas Asfálticas

PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS	
NORMA ASTM D-2041 AASHTO T-209 MTC E-508	
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC -2
HECHO POR	: V.V.C.
ING. RESP.	: J. SILVA C.
FECHA	: ABRIL 2019
INFORME N°	: GMP-590-2019

MUESTRA	1	2	3	4	5	6
Tipo de Mezcla	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2
Porcentaje de Asfalto	5.00	5.00	5.00	5.50	5.50	5.50
1- Peso del Frasco + Agua (25°C)	3392.2	3392.0	3392.5	3393.2	3392.0	3391.5
2- Diferencia del Pesos (4-5)	2916.2	2916.4	2915.9	2911.3	2911.4	2912.5
3- Peso del Frasco + Muestra + Agua (25°C)	4117.0	4116.5	4116.9	4113.2	4113.4	4113.5
4- Peso Neto de la Muestra	1200.8	1200.1	1201.0	1201.9	1202.0	1201.0
5- Agua Desplazada (2-3)	476.0	475.6	476.6	481.9	480.6	479.0
Peso Específico Teórico Máximo de la Muestra (5/6)	2.523	2.523	2.520	2.494	2.501	2.507
Promedio	2.522			2.501		

MUESTRA	7	8	9	10	11	12
Tipo de Mezcla	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2
Porcentaje de Asfalto	6.00	6.00	6.00	6.50	6.50	6.50
1- Peso del Frasco + Agua (25°C)	3391.5	3392.0	3393.5	3391.8	3392.0	3392.2
2- Diferencia del Pesos (4-5)	2907.5	2908.2	2908.7	2903.8	2904.4	2904.8
3- Peso del Frasco + Muestra + Agua (25°C)	4108.5	4109.5	4109.8	4105.0	4105.5	4105.8
4- Peso Neto de la Muestra	1201.0	1201.3	1201.1	1201.2	1201.1	1201.0
5- Agua Desplazada (2-3)	484.0	483.8	484.8	488.0	487.6	487.4
Peso Específico Teórico Máximo de la Muestra (5/6)	2.481	2.483	2.478	2.461	2.463	2.464
Promedio	2.481			2.463		

OBSERVACIONES: Relleno Mineral Filler Cal Hidratada 0.0 %
 Aditivo mejorador de Adherencia (Quimibond 3000) 0.0 %


 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC


 JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 260445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.17: Ensayo Marshall con 5% de PEN 60/70

ENSAYO MARSHALL	
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559	
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2
HECHO POR	: V.V.C.
ING. RESP.	: J. SILVA C.
FECHA	: ABRIL 2019
INFORME N°	: GMP-590-2019

ENSAYO	UNIDAD	CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1) Número de Briqueta	Nº				
2) Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00	5.00
3) Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor Nº 4)	%	37.35	37.35	37.35	
4) Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor Nº 4)	%	57.65	57.65	57.65	
5) Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6) Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7) Peso Especifico Aparente > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
8) Peso Especifico Nominal Grava > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.747	2.747	2.747	2.716
9) Peso Especifico Aparente < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.688	2.688	2.688	
10) Peso Especifico Nominal Arena < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.722
11) Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc				
12) Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13) Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1195.6	1196.4	1195.8	
14) Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1196.9	1197.9	1197.1	
15) Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	690.0	691.0	690.3	
16) Volumen de Briqueta (14-15)	cc	506.9	506.9	506.8	
17) Peso Especifico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514) (13/16)	cc	2.359	2.360	2.360	2.359
18) Peso Especifico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.522	2.522	2.522	
19) Máxima Densidad Teórica $100 / ((2/5) + (3/2) * (7+8) + (4/2) * (9+10))$	cc	2.510	2.510	2.510	
20) Vacios con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505) $100 * (1 - 17/18)$	%	6.5	6.4	6.4	6.4
21) Peso Especifico Aparente del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc	2.687	2.687	2.687	
22) Peso Especifico Nominal del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc	2.820	2.820	2.820	
23) Peso Especifico efectivo del Agregado Total $(3+4) / ((3/2) * (7+8)) + (4/2) * (9+10) + (5/11)$	gr/cc	2.720	2.720	2.720	
24) Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100 * 6 * (23 - 21) / (23 * 21)$	%	0.46	0.46	0.46	
25) Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta $(3+4) * 17/21$	%	83.4	83.5	83.4	
26) Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta $100 - (25+20)$	%	10.12	10.13	10.13	
27) Vacios del Agregado Mineral 100-25	%	16.60	16.54	16.57	16.57
28) Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	4.6	4.6	4.6	
29) Relación Betón Vacios $(26/27) * 100$	%	61.0	61.2	61.1	61.1
30) Flujo (0.01 pulgada)	Pul.	8.9	9.1	8.7	8.9
31) Estabilidad sin corregir	Kilos	1050	1045	1035	
32) Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
33) Estabilidad corregida (28*29)	Kilos	1092	1087	1076	1085
34) Vacios Llenados con Cemento Asfáltico $100 * (27 - 20) / 27$	%	71.1	71.3	71.2	71.2
35) Índice de rigidez (kg/cm)		4830.6	4701.9	4871.0	4801.2

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 145°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. C.P. N° 200446

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.18: Ensayo Marshall con 5.5% de PEN 60/70

ENSAYO MARSHALL			
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP.	: J. SILVA C.
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	FECHA	: ABRIL 2019
		INFORME N°	: GMP-590-2019

ENSAYO	N°	CALCULOS			PROMEDIO
1 Número de Briqueta	N°	1	2	3	
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50	5.50
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor N° 4)	%	37.16	37.16	37.16	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor N° 4)	%	57.34	57.34	57.34	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Especifico Aparente > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
8 Peso Especifico Nominal Grava > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.747	2.747	2.747	2.716
9 Peso Especifico Aparente < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.688	2.688	2.688	
10 Peso Especifico Nominal Arena < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.722
11 Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1198.5	1199.5	1198.6	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1199.2	1200.2	1199.3	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	696.0	696.3	695.7	
16 Volumen de Briqueta (14-15)	cc	503.2	503.9	503.6	
17 Peso Especifico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514) (13/16)	cc	2.382	2.380	2.380	2.381
18 Peso Especifico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.501	2.501	2.501	
19 Máxima Densidad Teórica $100/((2/6)+(3^2(7+8)+(4^2(9+10))))$	cc	2.491	2.491	2.491	
20 Vacios con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505) $100*(1-17/18)$	%	4.8	4.8	4.8	4.8
21 Peso Especifico Aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.687	2.687	2.687	
22 Peso Especifico Nominal del Agregado Total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.835	2.835	2.835	
23 Peso Especifico efectivo del Agregado Total $(3+4)/((3^2(7+8)+(4^2(9+10)+(5/11)))$	gr/cc	2.720	2.720	2.720	
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100*6*(23-21)/(23^2*21)$	%	0.46	0.46	0.46	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta $(3+4)*17/21$	%	83.8	83.7	83.7	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta $100-(25+20)$	%	11.46	11.46	11.46	
27 Vacios del Agregado Mineral $100-25$	%	16.22	16.27	16.28	16.26
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	5.1	5.1	5.1	
29 Relación Betún Vacios $(26/27)*100$	%	70.7	70.4	70.3	70.5
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pul.	11.7	11.0	11.5	11.4
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1138	1137	1132	
32 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
33 Estabilidad corregida (28*29)	Kilos	1184	1182	1177	1181
34 Vacios Llenados con Cemento Asfáltico $100*(27-20)/27$	%	80.7	80.5	80.4	80.5
35 Índice de rigidez (kg/cm)		3982.5	4232.2	4030.4	4081.7

OBSERVACIONES:

Temperatura de Mezclado a 145°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

.....
 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

.....
 JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Rég. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.19: Ensayo Marshall con 6% de PEN 60/70

ENSAYO MARSHALL			
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR : V.V.C.	
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP. : J. SILVA C.	
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	FECHA : ABRIL 2019	
		INFORME N° : GMP-590-2019	

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1 Número de Briqueta	Nº				
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00	6.00
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor Nº 4)	%	36.96	36.96	36.96	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor Nº 4)	%	57.04	57.04	57.04	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Especifico Aparente > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
8 Peso Especifico Nominal Grava > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.747	2.747	2.747	2.716
9 Peso Especifico Aparente < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.688	2.688	2.688	
10 Peso Especifico Nominal Arena < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.722
11 Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1198.5	1199.5	1198.6	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1199.2	1200.2	1199.3	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	697.7	698.2	698.9	
16 Volumen de Briqueta (14-15)	cc	501.5	502.0	500.4	
17 Peso Especifico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514) (13/16)	cc	2.390	2.389	2.395	2.392
18 Peso Especifico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.481	2.481	2.481	
19 Máxima Densidad Teórica $100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10))))$	cc	2.472	2.472	2.472	
20 Vacios con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505) $100*(1-17/18)$	%	3.7	3.7	3.4	3.6
21 Peso Especifico Aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.687	2.687	2.687	
22 Peso Especifico Nominal del Agregado Total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.850	2.850	2.850	
23 Peso Especifico efectivo del Agregado Total $(3+4)/((3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)+(5/11)))$	gr/cc	2.720	2.720	2.720	
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100*6*(23-21)/(23*21)$	%	0.46	0.46	0.46	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta $(3+4)*17/21$	%	83.6	83.6	83.8	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta $100-(25+20)$	%	12.72	12.72	12.75	
27 Vacios del Agregado Mineral $100-25$	%	16.39	16.40	16.19	16.33
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	5.6	5.6	5.6	
29 Relación Betún Vacios $(26/27)*100$	%	77.7	77.6	78.7	78.0
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pulg.	13.0	12.5	13.0	12.8
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1161	1151	1145	
32 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
33 Estabilidad corregida (28*29)	Kilos	1207	1197	1191	1198
34 Vacios Llenados con Cemento Asfáltico $100*(27-20)/27$	%	87.5	87.4	88.7	87.9
35 Índice de rigidez (kg/cm)		3656.7	3770.2	3606.3	3677.7

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 145°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA CHATE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

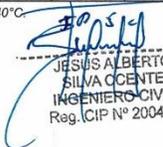
Anexo N° 4.20: Ensayo Marshall con 6.5% de PEN 60/70

ENSAYO MARSHALL			
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP.	: J. SILVA C.
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	FECHA	: ABRIL 2019
		INFORME N°	: GMP-590-2019

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1 Número de Briqueta	Nº				
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50	6.50
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor Nº 4)	%	36.76	36.76	36.76	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor Nº 4)	%	56.74	56.74	56.74	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Específico Aparente > Nº 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
8 Peso Específico Nominal Grava > Nº 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.747	2.747	2.747	2.716
9 Peso Específico Aparente < Nº 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.688	2.688	2.688	
10 Peso Específico Nominal Arena < Nº 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.722
11 Peso Específico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1196.7	1196.5	1195.8	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1196.8	1196.6	1195.9	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	699.0	698.8	698.1	
16 Volumen de Briqueta (14-15)	cc	497.8	497.8	497.8	
17 Peso Específico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514) (13/16)	cc	2.404	2.404	2.402	2.403
18 Peso Específico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.463	2.463	2.463	
19 Máxima Densidad Teórica $100/((2/6)+(3^2/(7+8)+(4^2/(9+10))))$	cc	2.454	2.454	2.454	
20 Vacíos con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505) $100*(1-17/18)$	%	2.4	2.4	2.5	2.4
21 Peso Específico Aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.687	2.687	2.687	
22 Peso Específico Nominal del Agregado Total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.865	2.865	2.865	
23 Peso Específico efectivo del Agregado Total $(3+4)/((3^2/(7+8)+(4^2/(9+10)+(5/11)))$	gr/cc	2.720	2.720	2.720	
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100*6*(23-21)/(23^2*21)$	%	0.46	0.46	0.46	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta $(3+4)*17/21$	%	83.7	83.6	83.6	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta $100-(25+20)$	%	13.94	13.94	13.93	
27 Vacíos del Agregado Mineral $100-25$	%	16.34	16.35	16.40	16.36
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	6.1	6.1	6.1	
29 Relación Betún Vacíos $(26/27)*100$	%	85.3	85.3	85.0	85.2
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pul.	14.0	13.5	14.0	13.8
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1083	1101	1089	
32 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
33 Estabilidad corregida (28^*29)	Kilos	1126	1145	1133	1135
34 Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico $100*(27-20)/27$	%	95.6	95.5	95.2	95.5
35 Índice de rigidez (kg/cm)		3167.4	3339.3	3184.9	3230.5

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 145°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C

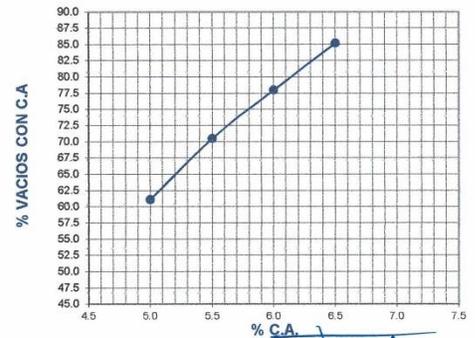
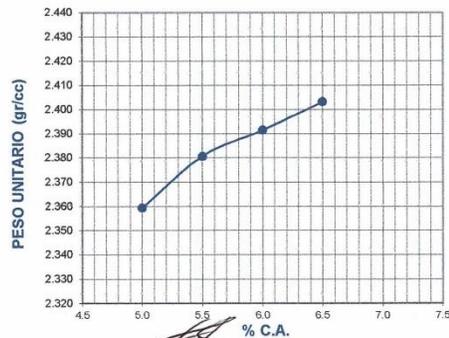
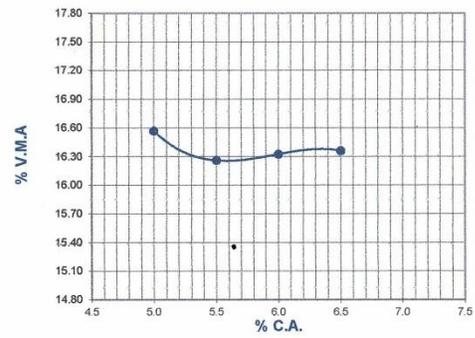
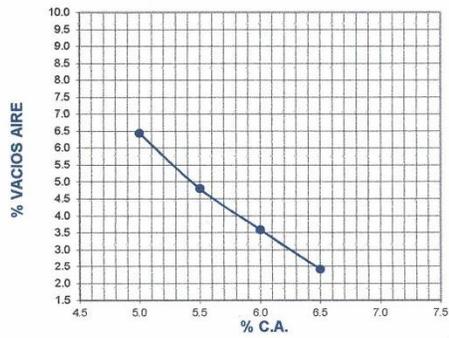
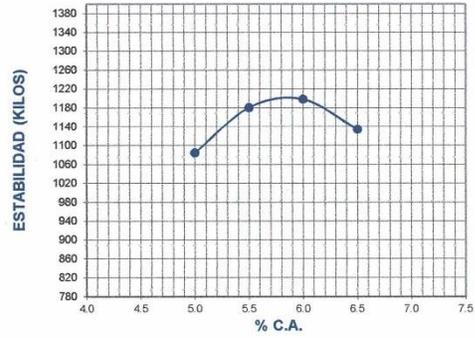
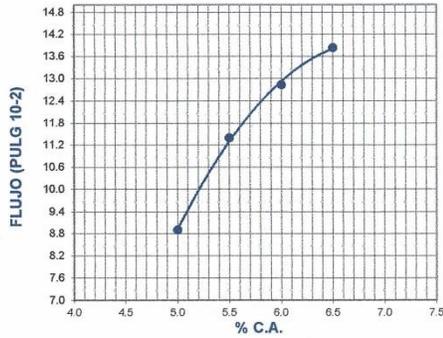

 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA-QC


 JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.21: Gráficos del Ensayo Marshall

ENSAYO MARSHALL ASTM D1559 - DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MAC-2



[Firma]
 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

[Firma]
 JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.22: Resumen de Diseño de Mezcla Asfáltica con 3% de LDPE por el método Marshall

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN ING. RESP.	FECHA	: ABRIL 2019
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	INFORME N°	: GMP-591-2019

ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON ASFALTO PEN 60/70 MAC-2

1.- MEZCLA DE AGREGADOS : (Proporción en Peso)

Grava Chancada 39.3%

Arena Chancada y Zarandeada(Procesado) 60.7%

Especificaciones de Gradación MAC-2

2.- LIGANTE BITUMINOSO :

Tipo de Asfalto Pen 60/70

Optimo Contenido de Cemento Asfáltico 6.0% (± 0.20)

Plástico Peletizado LDPE-2019 3%

Especificaciones de Gradación MAC-2

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL :		CARACTERÍSTICAS	REQUERIMIENTOS OBRA	
		DISEÑO MAC-2	MÍNIMO	MÁXIMO
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	(N°)	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	(%)	6.00	5.90	6.20
ESTABILIDAD	(Kilos)	1,065	816	
FLUJO	(0.01 Pul.)	12.9	10.0	16.0
V.M.A.	(%)	18.5	15.0	
VACÍOS DE AIRE	(%)	9.7	3	5
INDICE DE RIGIDEZ	(kg/cm)	3250.30	1700.00	4000.00

4.- TEMPERATURAS DE APLICACIÓN :

Agregados

Cemento Asfáltico

Mezcla Asfáltica

Temperatura de Compactación

Máximo 165°C

Máximo 168°C

Máximo 165°C

Mínimo 140°C


VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC


JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.23: Análisis Granulométrico de Grava Chancada < 3/4"

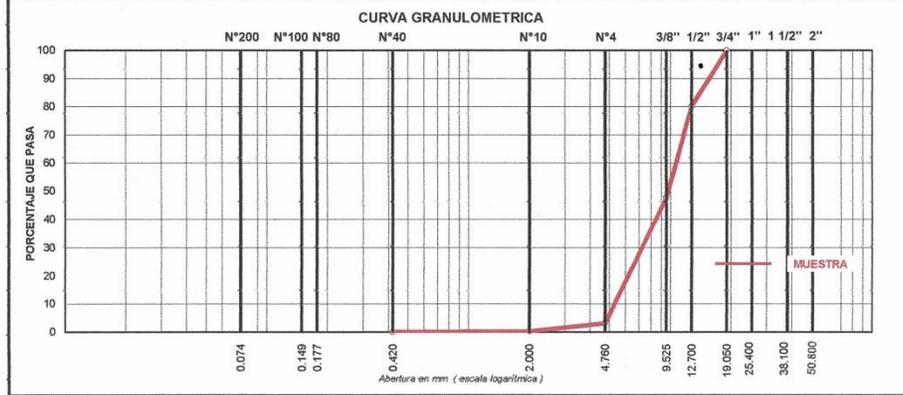
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019
 UBICACIÓN : ATE - LIMA - PERU
 SOLICITANTE : DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN
 MATERIAL : GRAVA CHANCADA < 3/4" (M-1)
 PROCEDENCIA : CANTERA LA GLORIA - ATE

HECHO POR : V.V.C.
 ING. RESP. : J. SILVA C.
 FECHA : ABRIL 2019
 INFORME N° : GMP-591-2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 MTC E-204

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA TAMAÑO MAXIMO : 3/4"
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	
2 1/2"	63.500					PESO INICIAL : 4,379.0 gr
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050				100.0	
1/2"	12.700	876.0	20.0	20.0	80.0	OBSERVACIONES :
3/8"	9.525	1412.0	32.2	52.2	47.8	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	1952.0	44.6	96.8	3.2	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	127.0	2.9	99.7	0.3	
N° 40	0.420	12.0	0.3	100.0		
N° 80	0.177					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
< 200	-					



OBSERVACIONES:

[Signature]
 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

[Signature]
 JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Cir. N° 200445

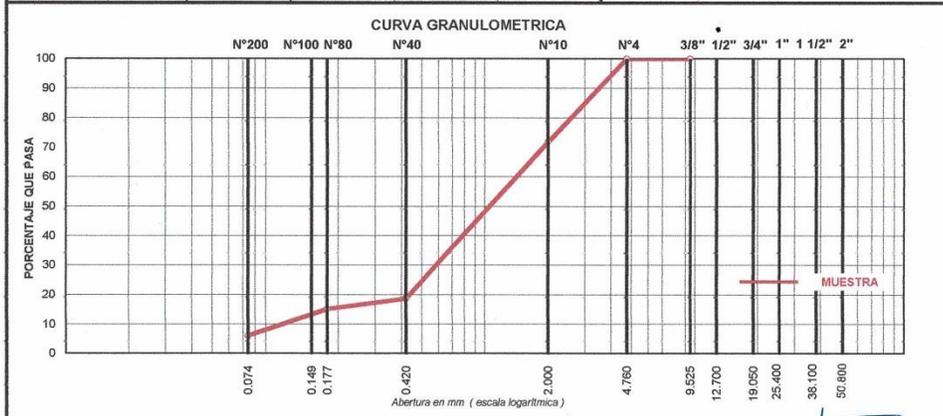
Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.24: Análisis Granulométrico de Arena Chancada < 1/4"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP.	: J. SILVA C.
MATERIAL	: ARENA CHANCADA < 1/4" (M-2)	FECHA	: ABRIL 2019
PROCEDENCIA	: CANTERA LA GLORIA - ATE	INFORME N°	: GMP-591-2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 MTC E-204

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	
2 1/2"	63.500					TAMAÑO MAXIMO : 3/8"
2"	50.800					PESO INICIAL : 1,535.0 gr
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					OBSERVACIONES :
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					H.N : 1.3%
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	430.0	28.0	28.0	72.0	
N° 40	0.420	818.0	53.3	81.3	18.7	
N° 80	0.177	55.0	3.6	84.9	15.1	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	138.0	9.0	93.9	6.1	
< 200	-	94.0	6.1	100.0		



OBSERVACIONES:

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
 SILVA CENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200445

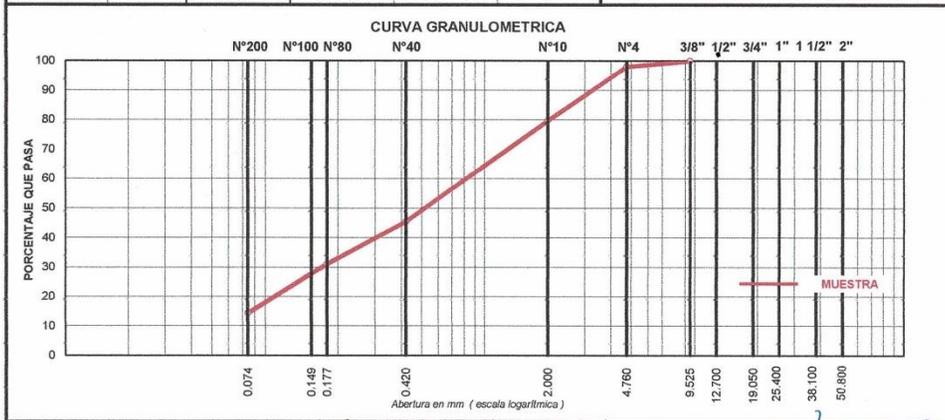
Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.25: Análisis Granulométrico de Arena Procesada < 1/4"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP.	: J. SILVA C.
MATERIAL	: ARENA PROCESADO < 1/4" (M-2)	FECHA	: ABRIL 2019
PROCEDENCIA	: CANTERA LA GLORIA - ATE	INFORME N°	: GMP-591-2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 MTC E-204

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	
2 1/2"	63.500					TAMAÑO MÁXIMO : 3/8"
2"	50.800					PESO INICIAL : 1,734.0 gr
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					OBSERVACIONES :
3/8"	9.525				100.0	H.N : 1.0%
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	34.0	2.0	2.0	98.0	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	318.0	18.3	20.3	79.7	
N° 40	0.420	594.0	34.3	54.6	45.4	
N° 80	0.177	250.0	14.4	69.0	31.0	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	290.0	16.7	85.7	14.3	
< 200	-	248.0	14.3	100.0		



OBSERVACIONES:

[Signature]
VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

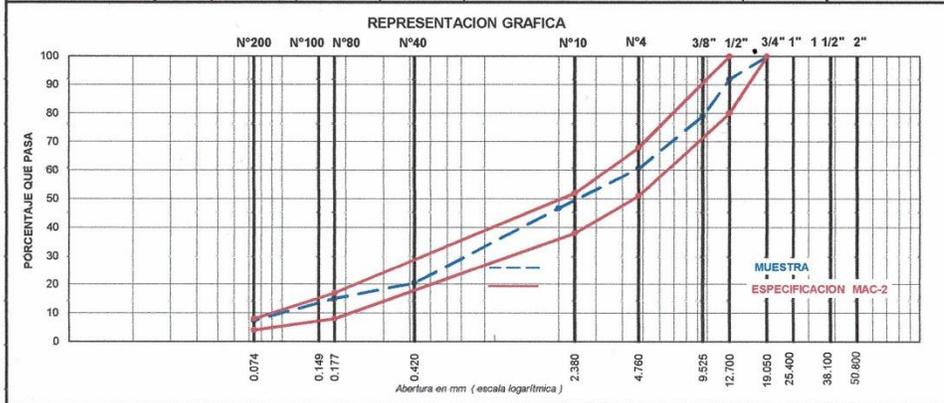
[Signature]
JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Anexo N° 4.26: Análisis Granulométrico General

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS	
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2
	HECHO POR : V.V.C.
	ING. RESP. : J. SILVA C.
	FECHA : ABRIL 2019
	INFORME N° : GMP-591-2019

COMPOSICION DE MEZCLA
DISEÑO DE NIVELANTE ASFÁLTICA CON PEN 85/100

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	GRAVA PROCESADA (M-1) 40.0%	ARENA ZARANDIADA (M-2) 30.0%	ARENA CHANCADA (M-4) 30.0%	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	MEZCLA			ESPECIFICACION N MAC-2	TOLERANCIAS
						RETENIDO	TOTAL	PORCENTAJE QUE PASA		
2 1/2"	63.500									
2"	50.800									
1 1/2"	38.100									
1"	25.400									
3/4"	19.050							100.0	100	+/-5%
1/2"	12.700	8.0			8.0		8.0	92.0	80 - 100	+/-5%
3/8"	9.525	12.9			12.9		20.9	79.1	70 - 88	+/-5%
1/4"	6.350									
N° 4	4.760	17.8	0.0	0.6	18.4		39.3	60.7	51 - 68	+/-5%
N° 8	2.380									+/-4%
N° 10	2.000		8.4	5.5	13.9		53.2	46.8	38 - 52	+/-4%
N° 40	0.420		16.0	10.3	26.3		79.5	20.5	17 - 28	+/-4%
N° 80	0.177		1.1	4.3	5.4		84.9	15.1	8 - 17	+/-3%
N° 100	0.149									+/-3%
N° 200	0.074		2.7	5.0	7.7		92.6	7.4	4 - 8	+/-2%
< 200	-		1.8	4.3	6.1		98.7			



OBSERVACIONES: SE RECOMIENDA USAR CAL HIDRATADA 1 % PARA MEJORAR LA GRADACION

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.27: Peso Específico Teórico Máximo de Mezclas Asfálticas con 3% de LDPE

PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS	
NORMA ASTM D-2041 AASHTO T-209 MTC E-508	
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC -2
HECHO POR	: V.V.C.
ING. RESP.	: J. SILVA C.
FECHA	: ABRIL 2019
INFORME N°	: GMP-591-2019

MUESTRA	1	2	3	4	5	6
Tipo de Mezcla	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2
Porcentaje de Asfalto	5.00	5.00	5.00	5.50	5.50	5.50
1- Peso del Frasco + Agua (25°C)	3392.2	3392.0	3391.8	3391.0	3392.0	3393.0
2- Diferencia del Pesos (4-5)	2916.0	2915.8	2915.5	2910.8	2912.7	2912.1
3- Peso del Frasco + Muestra + Agua (25°C)	4117.2	4117.3	4116.8	4113.0	4113.7	4113.2
4- Peso Neto de la Muestra	1201.2	1201.5	1201.3	1202.2	1201.0	1201.1
5- Agua Desplazada (2-3)	476.2	476.2	476.3	480.2	479.3	480.9
Peso Específico Teórico Máximo de la Muestra (5/6)	2.522	2.523	2.522	2.504	2.506	2.498
Promedio	2.523			2.502		

MUESTRA	7	8	9	10	11	12
Tipo de Mezcla	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2
Porcentaje de Asfalto	6.00	6.00	6.00	6.50	6.50	6.50
1- Peso del Frasco + Agua (25°C)	3392.1	3392.0	3392.3	3393.0	3392.0	3391.5
2- Diferencia del Pesos (4-5)	2906.9	2906.7	2907.2	2904.2	2904.9	2905.0
3- Peso del Frasco + Muestra + Agua (25°C)	4110.9	4111.0	4111.1	4105.9	4106.0	4106.2
4- Peso Neto de la Muestra	1204.0	1204.3	1203.9	1201.7	1201.1	1201.2
5- Agua Desplazada (2-3)	485.2	485.3	485.1	488.8	487.1	486.5
Peso Específico Teórico Máximo de la Muestra (5/6)	2.481	2.482	2.482	2.458	2.466	2.469
Promedio	2.482			2.464		

OBSERVACIONES: Relleno Mineral Filler Cal Hidratada 0.0 %
Aditivo mejorador de Adherencia (Quimibond 3000) 0.0 %


VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC


JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.28: Ensayo Marshall con 5% de PEN 60/70-3% LDPE

ENSAYO MARSHALL						
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559						
OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019 UBICACIÓN : ATE - LIMA - PERU SOLICITANTE : DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2 HECHO POR : V.V.C. ING. RESP. : J. SILVA C. FECHA : ABRIL 2019 INFORME N° : GMP-591-2019						
ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO	
1 Número de Briquesta	Nº	1	2	3		
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00	5.00	
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor N° 4)	%	37.35	37.35	37.35		
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor N° 4)	%	57.65	57.65	57.65		
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%					
6 Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020		
7 Peso Especifico Aparente > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.659	2.659	2.659		
8 Peso Especifico Nominal Grava > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.723	2.723	2.723	2.691	
9 Peso Especifico Aparente < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.652	2.652	2.652		
10 Peso Especifico Nominal Arena < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.690	2.690	2.690	2.671	
11 Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc					
12 Altura Promedio de la Briquesta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm					
13 Peso de la Briquesta Seca en el Aire	gr	1193.6	1197.0	1194.8		
14 Peso de la Briquesta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1197.9	1198.3	1198.5		
15 Peso de la Briquesta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	672.3	675.6	673.0		
16 Volumen de Briquesta (14-15)	cc	525.6	522.7	525.5		
17 Peso Especifico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514) (13/16)	cc	2.271	2.290	2.274	2.278	
18 Peso Especifico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.523	2.523	2.523		
19 Máxima Densidad Teórica $100((2/6)+(3^2/(7+8)+(4^2/(9+10))))$	cc	2.477	2.477	2.477		
20 Vacíos con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505) $100(1-17/18)$	%	10.0	9.2	9.9	9.7	
21 Peso Especifico Aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.654	2.654	2.654		
22 Peso Especifico Nominal del Agregado Total $(100-2)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.769	2.769	2.769		
23 Peso Especifico efectivo del Agregado Total $(3+4)/((3^2/(7+8))+4^2/(9+10)+(5/11))$	gr/cc	2.679	2.679	2.679		
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100*6(23-21)/(23^2*21)$	%	0.35	0.35	0.35		
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briquesta $(3+4)*17/21$	%	81.3	82.0	81.4		
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briquesta $100-(25+20)$	%	8.75	8.82	8.76		
27 Vacíos del Agregado Mineral $100-25$	%	18.72	18.04	18.63	18.46	
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	4.7	4.7	4.7		
29 Relación Betón Vacíos $(26/27)*100$	%	46.7	48.9	47.0	47.6	
30 Flujó (0.01 pulgada)	Pul.	9.4	11.0	11.8	10.7	
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1446	1489	1403		
32 Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96		
33 Estabilidad corregida (28*29)	Kilos	1388	1430	1347	1388	
34 Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico $100*(27-20)/27$	%	60.6	63.5	61.0	61.7	
35 Índice de rigidez (kg/cm)		5814.0	5117.4	4494.9	5142.1	

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 165°C y Temperatura de Compactación de Briquesta a 140°C.

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.29: Ensayo Marshall con 5.5% de PEN 60/70-3% LDPE

ENSAYO MARSHALL			
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559			
OBRA	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	V.V.C.
SOLICITANTE	DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP.	J. SILVA C.
MATERIAL	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	FECHA	ABRIL 2019
		INFORME N°	GMP-591-2019

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1 Número de Briqueta	Nº				
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50	5.50
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor Nº 4)	%	37.16	37.16	37.16	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor Nº 4)	%	57.34	57.34	57.34	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Específico Aparente > Nº 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.659	2.659	2.659	
8 Peso Específico Nominal Grava > Nº 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.723	2.723	2.723	2.691
9 Peso Específico Aparente < Nº 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.652	2.652	2.652	
10 Peso Específico Nominal Arena < Nº 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.690	2.690	2.690	2.671
11 Peso Específico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1193.6	1192.1	1191.4	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1195.1	1194.0	1193.9	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	678.5	677.1	676.2	
16 Volumen de Briqueta	cc	516.6	516.9	517.7	
17 Peso Específico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514)	cc	2.310	2.306	2.301	2.306
18 Peso Específico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.502	2.502	2.502	
19 Máxima Densidad Teórica	cc	2.459	2.459	2.459	
20 Vacíos con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505)	%	7.7	7.8	8.0	7.8
21 Peso Específico Aparente del Agregado Total	gr/cc	2.654	2.654	2.654	
22 Peso Específico Nominal del Agregado Total	gr/cc	2.784	2.784	2.784	
23 Peso Específico efectivo del Agregado Total	gr/cc	2.679	2.679	2.679	
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	0.35	0.35	0.35	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta	%	82.3	82.1	81.9	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta	%	10.08	10.06	10.04	
27 Vacíos del Agregado Mineral	%	17.74	17.89	18.07	17.90
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla	%	5.2	5.2	5.2	
29 Relación Betún Vacíos	%	56.8	56.2	55.6	56.2
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pul.	10.2	11.8	11.8	11.3
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1532	1016	1059	
32 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33 Estabilidad corregida	Kilos	1532	1016	1059	1203
34 Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico	%	71.6	70.9	70.0	70.8
35 Índice de rigidez	(kg/cm)	5914.8	3390.6	3534.1	4279.8

OBSERVACIONES:

Temperatura de Mezclado a 165°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.30: Ensayo Marshall con 6% de PEN 60/70-3% LDPE

ENSAYO MARSHALL
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559

OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019

UBICACIÓN : ATE - LIMA - PERU

SOLICITANTE : DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN

MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2

HECHO POR : V.V.C.

ING. RESP. : J. SILVA C.

FECHA : ABRIL 2019

INFORME N° : GMP-591-2019

ENSAYO	Nº	CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1 Número de Briqueta	Nº				
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00	6.00
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor N° 4)	%	36.96	36.96	36.96	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor N° 4)	%	57.04	57.04	57.04	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Especifico Aparente > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.659	2.659	2.659	
8 Peso Especifico Nominal Grava > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.723	2.723	2.723	2.691
9 Peso Especifico Aparente < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.652	2.652	2.652	
10 Peso Especifico Nominal Arena < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.690	2.690	2.690	2.671
11 Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1186.7	1186.1	1186.2	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1188.3	1187.1	1189.3	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	678.0	678.8	676.0	
16 Volumen de Briqueta (14-15)	cc	510.3	508.3	513.3	
17 Peso Especifico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514) (13/16)	cc	2.325	2.333	2.311	2.323
18 Peso Especifico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.482	2.482	2.482	
19 Máxima Densidad Teórica $100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10))))$	cc	2.440	2.440	2.440	
20 Vacíos con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505) $100*(1-17/18)$	%	6.3	6.0	6.9	6.4
21 Peso Especifico Aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.654	2.654	2.654	
22 Peso Especifico Nominal del Agregado Total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.799	2.799	2.799	
23 Peso Especifico efectivo del Agregado Total $(3+4)/((3*2/(7+8))+4*2/(9+10)+(5/11))$	gr/cc	2.679	2.679	2.679	
24 Asfalto Absorvido por el Agregado Total $100*6*(23*21)/(23*21)$	%	0.35	0.35	0.35	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta $(3+4)*17/21$	%	82.4	82.6	81.8	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta $100-(25+20)$	%	11.36	11.40	11.29	
27 Vacíos del Agregado Mineral $100-25$	%	17.65	17.37	18.16	17.73
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	5.7	5.7	5.7	
29 Relación Betún Vacíos $(26/27)*100$	%	64.4	65.6	62.1	64.0
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pulg.	12.6	13.0	13.0	12.9
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1081	1145	930	
32 Factor de Estabilidad		1.00	1.04	1.00	
33 Estabilidad corregida $(28*29)$	Kilos	1081	1191	930	1067
34 Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico $100*(27-20)/27$	%	79.1	80.6	76.3	78.7
35 Índice de rigidez (kg/cm)		3376.9	3607.1	2817.1	3267.0

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 165°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.31: Ensayo Marshall con 6.5% de PEN 60/70-3% LDPE

ENSAYO MARSHALL
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559

OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019
 UBICACIÓN : ATE - LIMA - PERU
 SOLICITANTE : DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2
 HECHO POR : V.V.C.
 ING. RESP. : J. SILVA C.
 FECHA : ABRIL 2019
 INFORME N° : GMP-591-2019

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO	
		1	2	3		
1	Número de Briqueta	Nº	1	2	3	
2	Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50	6.50
3	Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor Nº 4)	%	36.76	36.76	36.76	
4	Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor Nº 4)	%	56.74	56.74	56.74	
5	Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6	Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7	Peso Específico Aparente > Nº 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.659	2.659	2.659	
8	Peso Específico Nominal Grava > Nº 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.723	2.723	2.723	2.691
9	Peso Específico Aparente < Nº 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.652	2.652	2.652	
10	Peso Específico Nominal Arena < Nº 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.690	2.690	2.690	2.671
11	Peso Específico Aparente del Filler	gr/cc				
12	Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13	Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1188.9	1191.7	1185.6	
14	Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1190.4	1194.4	1187.7	
15	Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	679.2	676.0	676.2	
16	Volumen de Briqueta (14-15)	cc	511.2	518.4	511.5	
17	Peso Específico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514) (13/16)	cc	2.326	2.299	2.318	2.314
18	Peso Específico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.464	2.464	2.464	
19	Máxima Densidad Teórica $100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10))))$	cc	2.422	2.422	2.422	
20	Vacios con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505) $100*(1-17/18)$	%	5.6	6.7	5.9	6.1
21	Peso Específico Aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.654	2.654	2.654	
22	Peso Específico Nominal del Agregado Total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.814	2.814	2.814	
23	Peso Específico efectivo del Agregado Total $(3+4)/((3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)+(5/11)))$	gr/cc	2.679	2.679	2.679	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100*6*(23-21)/(23*21)$	%	0.35	0.35	0.35	
25	Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta $(3+4)*17/21$	%	81.9	81.0	81.6	
26	Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta $100-(25+20)$	%	12.45	12.30	12.41	
27	Vacios del Agregado Mineral $100-25$	%	18.08	19.03	18.35	18.49
28	Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	6.2	6.2	6.2	
29	Relación Betún Vacíos $(26/27)*100$	%	68.9	64.7	67.6	67.0
30	Flujo (0.01 pulgada)	Pul.	14.0	14.0	14.0	14.0
31	Estabilidad sin corregir	Kilos	1145	973	1016	
32	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida (28*29)	Kilos	1145	973	1016	1045
34	Vacios Llenados con Cemento Asfáltico $100*(27-20)/27$	%	83.6	78.5	82.1	81.4
35	Índice de rigidez (kg/cm)		3220.6	2736.8	2857.8	2938.4

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 150°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

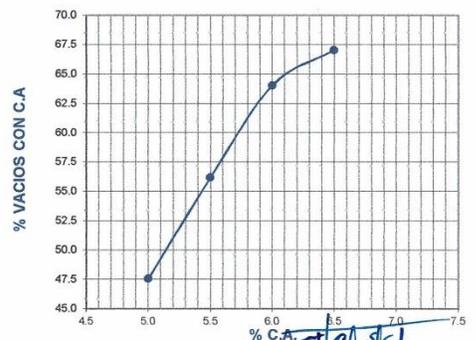
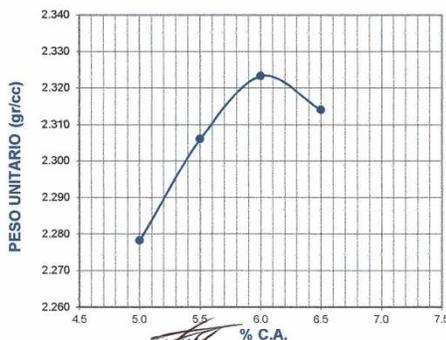
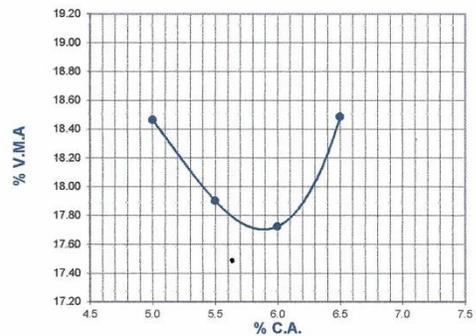
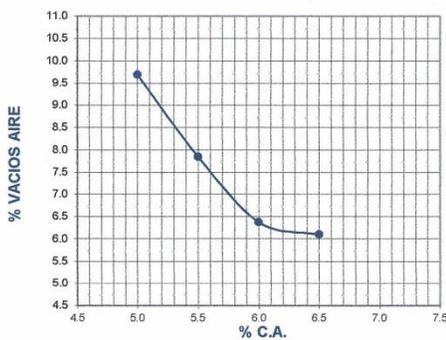
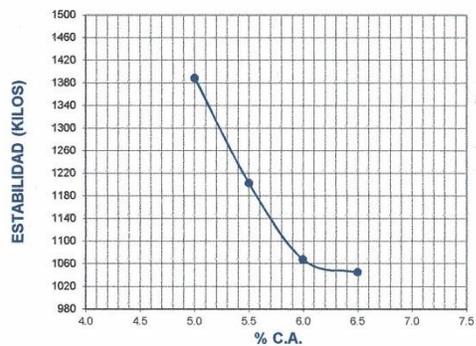
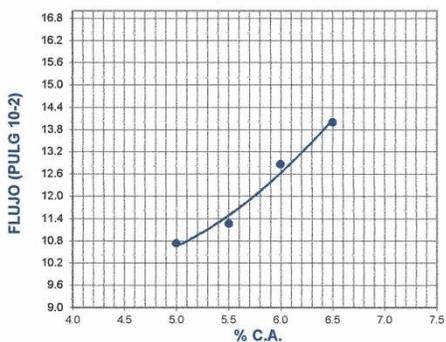
VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVACCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.32: Gráficos del Ensayo Marshall con 3% LDPE

ENSAYO MARSHALL ASTM D1559 - DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MAC-2 (LDPE 3%)



Vladimir Villanueva Cabrera
 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

Jesus Alberto Siva Accente
 JESUS ALBERTO
 SIVA ACCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.33: Resumen de Diseño de Mezcla Asfáltica con 6% de LDPE por el método Marshall

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP.	: J. SILVA C.
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	FECHA	: ABRIL 2019
		INFORME N°	: GMP-592-2019

ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON ASFALTO PEN 60/70 MAC-2

1.- MEZCLA DE AGREGADOS :	<i>(Proporción en Peso)</i>
Grava Chancada	39.3%
Arena Chancada y Zarandeada(Procesado)	60.7%
Especificaciones de Gradación	MAC-2
2.- LIGANTE BITUMINOSO :	
Tipo de Asfalto	Pen 60/70
Óptimo Contenido de Cemento Asfáltico	5.78% (± 0.20)
Plástico Peletizado LDPE-2019	6%
Especificaciones de Gradación	MAC-2

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL :		CARACTERÍSTICAS	REQUERIMIENTOS OBRA	
		DISEÑO MAC-2	MÍNIMO	MÁXIMO
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	(N°)	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	(%)	5.78	5.70	6.10
ESTABILIDAD	(Kilos)	1,380	816	
FLUJO	(0.01 Pul.)	13.6	10.0	16.0
V.M.A.	(%)	15.05	15.0	
VACÍOS DE AIRE	(%)	4.0	3	5
INDICE DE RIGIDEZ	(kg/cm)	3994.91	1700.00	4000.00

4.- TEMPERATURAS DE APLICACIÓN :

Agregados	Máximo 165°C
Cemento Asfáltico	Máximo 168°C
Mezcla Asfáltica	Máximo 165°C
Temperatura de Compactación	Mínimo 140°C


 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC


 JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200445

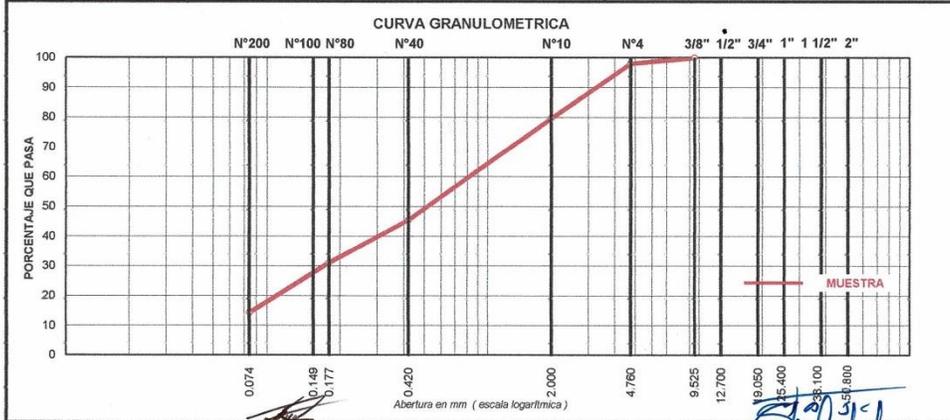
Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.34: Análisis Granulométrico de Arena Procesada < 1/4"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU		HECHO POR : V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN		ING. RESP. : J. SILVA C.
MATERIAL	: ARENA PROCESADO < 1/4" (M-2)		FECHA : ABRIL 2019
PROCEDENCIA	: CANTERA LA GLORIA - ATE		INFORME N° : GMP-592-2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 MTC E-204

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	
2 1/2"	63.500					TAMAÑO MAXIMO : 3/8"
2"	50.800					PESO INICIAL : 1,734.0 gr
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					OBSERVACIONES :
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					H.N : 1.0%
N° 4	4.760	34.0	2.0	2.0	98.0	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	318.0	18.3	20.3	79.7	
N° 40	0.420	594.0	34.3	54.6	45.4	
N° 80	0.177	250.0	14.4	69.0	31.0	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	290.0	16.7	85.7	14.3	
< 200	-	248.0	14.3	100.0		



OBSERVACIONES:

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

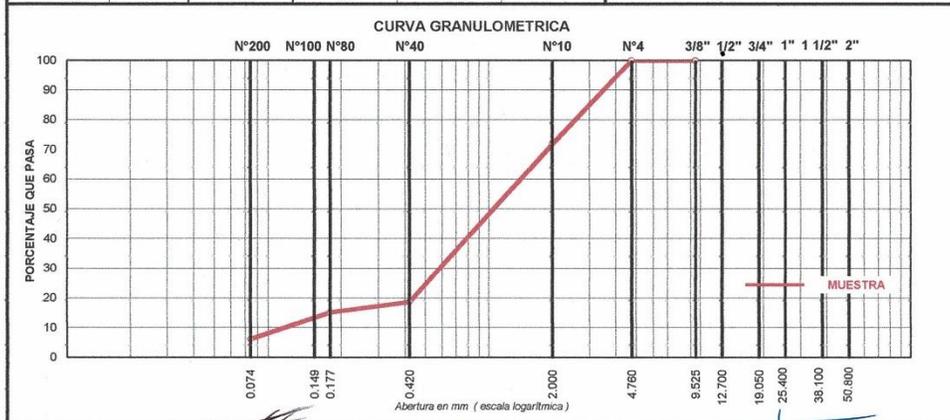
JESUS ALBERTO SILVA COENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 280445

Anexo N° 4.35: Análisis Granulométrico de Arena Chancada < 1/4"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU		HECHO POR : V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN		ING. RESP. : J. SILVA C.
MATERIAL	: ARENA CHANCADA < 1/4" (M-2)		FECHA : ABRIL 2019
PROCEDENCIA	: CANTERA LA GLORIA - ATE		INFORME N° : GMP-592-2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	
NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 MTC E-204	

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO : 3/8"
2 1/2"	63.500					PESO INICIAL : 1,535.0 gr
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					OBSERVACIONES :
3/8"	9.525				100.0	H.N : 1.3%
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	430.0	28.0	28.0	72.0	
N° 40	0.420	818.0	53.3	81.3	18.7	
N° 80	0.177	55.0	3.6	84.9	15.1	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	138.0	9.0	93.9	6.1	
< 200	-	94.0	6.1	100.0		



OBSERVACIONES:

[Signature]
VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA-QC

[Signature]
JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

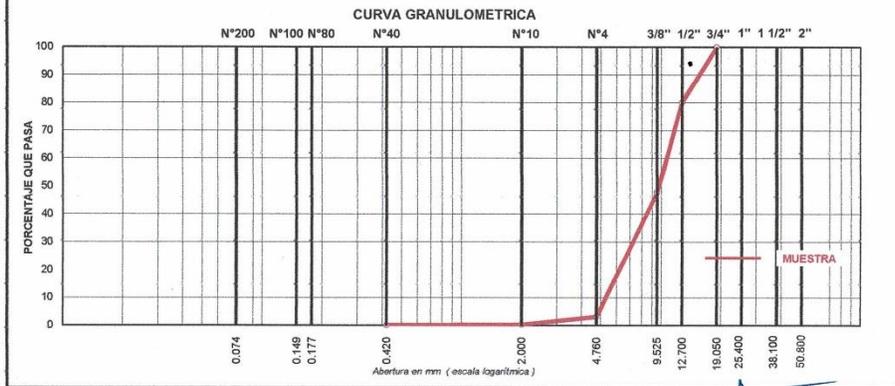
Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.36: Análisis Granulométrico de Grava Chancada < 3/4"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU		
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN		HECHO POR : V.V.C.
MATERIAL	: GRAVA CHANCADA < 3/4" (M-1)		ING. RESP. : J. SILVA C.
PROCEDENCIA	: CANTERA LA GLORIA - ATE		FECHA : ABRIL 2019
			INFORME N° : GMP-592-2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 MTC E-204

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	
2 1/2"	63.500					TAMAÑO MAXIMO : 3/4"
2"	50.800					PESO INICIAL : 4,379.0 gr
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050				100.0	
1/2"	12.700	876.0	20.0	20.0	80.0	OBSERVACIONES :
3/8"	9.525	1412.0	32.2	52.2	47.8	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	1952.0	44.6	96.8	3.2	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	127.0	2.9	99.7	0.3	
N° 40	0.420	12.0	0.3	100.0		
N° 80	0.177					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
< 200	-					



OBSERVACIONES:

[Signature]
VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

[Signature]
JESUS ALBERTO SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. C.F. N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.37: Análisis Granulométrico General

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019

UBICACIÓN : ATE - LIMA - PERU

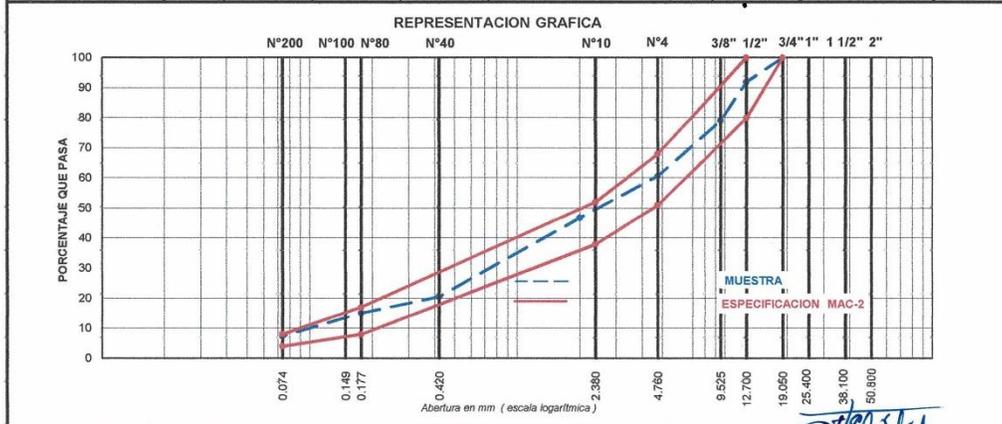
SOLICITANTE : DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN

MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2

HECHO POR : V.V.C.
ING. RESP. : J. SILVA C.
FECHA : ABRIL 2019
INFORME N° : GMP-892-2019

COMPOSICION DE MEZCLA
DISEÑO DE NIVELANTE ASFÁLTICA CON PEN 85/100

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	GRAVA PROCESADA (M-1)	ARENA ZARANDEADA (M-2)	ARENA CHANCADA (M-4)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	MEZCLA			ESPECIFICACION MAC-2	TOLERANCIAS
						PORCENTAJE	RETENIDO	TOTAL		
2 1/2"	63.500	40.0%	30.0%	30.0%						
2"	50.800									
1 1/2"	38.100									
1"	25.400									
3/4"	19.050							100.0	100	+/-5%
1/2"	12.700	8.0			8.0		8.0	92.0	80 - 100	+/-5%
3/8"	9.525	12.9			12.9		20.9	79.1	70 - 88	+/-5%
1/4"	6.350									
N° 4	4.760	17.8	0.0	0.6	18.4		39.3	60.7	51 - 68	+/-5%
N° 8	2.380									
N° 10	2.000		8.4	5.5	13.9		53.2	46.8	38 - 52	+/-4%
N° 40	0.420		16.0	10.3	26.3		79.5	20.5	17 - 28	+/-4%
N° 80	0.177		1.1	4.3	5.4		84.9	15.1	8 - 17	+/-3%
N° 100	0.149									+/-3%
N° 200	0.074		2.7	5.0	7.7		92.6	7.4	4 - 8	+/-2%
< 200	-		1.8	4.3	6.1		98.7			



OBSERVACIONES: SE RECOMIENDA USAR CAL HIDRATADA 1 % PARA MEJORAR LA GRADACION

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO SILVA COENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.38: Peso Específico Teórico Máximo de Mezclas Asfálticas con 6% de LDPE

PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS	
NORMA ASTM D-2041 AASHTO T-209 MTC E-508	
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC -2
	HECHO POR : V.V.C.
	ING. RESP. : J. SILVA C.
	FECHA : ABRIL 2019
	INFORME N° : GMP-592-2019

MUESTRA	1	2	3	4	5	6
Tipo de Mezcla	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2
Porcentaje de Asfalto	5.00	5.00	5.00	5.50	5.50	5.50
1- Peso del Frasco + Agua (25°C)	3393.0	3392.0	3392.2	3392.5	3392.8	3392.0
2- Diferencia del Pesos (4-5)	2918.0	2917.4	2917.3	2913.0	2913.5	2913.5
3- Peso del Frasco + Muestra + Agua (25°C)	4117.0	4116.3	4116.8	4113.0	4113.0	4113.5
4- Peso Neto de la Muestra	1199.0	1198.9	1199.5	1200.0	1199.5	1200.0
5- Agua Desplazada (2-3)	475.0	474.6	474.9	479.5	479.3	478.5
Peso Específico Teórico Máximo de la Muestra (5/6)	2.524	2.526	2.526	2.503	2.503	2.508
Promedio	2.525			2.504		

MUESTRA	7	8	9	10	11	12
Tipo de Mezcla	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2
Porcentaje de Asfalto	6.00	6.00	6.00	6.50	6.50	6.50
1- Peso del Frasco + Agua (25°C)	3392.5	3392.0	3392.0	3392.5	3392.0	3392.0
2- Diferencia del Pesos (4-5)	2909.2	2909.1	2908.2	2906.0	2905.9	2906.0
3- Peso del Frasco + Muestra + Agua (25°C)	4109.2	4109.1	4109.5	4105.0	4104.8	4105.5
4- Peso Neto de la Muestra	1200.0	1200.0	1201.3	1199.0	1198.9	1199.5
5- Agua Desplazada (2-3)	483.3	482.9	483.8	486.5	486.1	486.0
Peso Específico Teórico Máximo de la Muestra (5/6)	2.483	2.485	2.483	2.465	2.466	2.468
Promedio	2.484			2.466		

OBSERVACIONES:

Relleno Mineral Filler Cal Hidratada

0.0 %

Aditivo mejorador de Adherencia (Quimibond 3000)

0.0 %

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.39: Ensayo Marshall con 5% de PEN 60/70-6% LDPE

ENSAYO MARSHALL	
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559	
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2
HECHO POR	: V.V.C.
ING. RESP.	: J. SILVA C.
FECHA	: ABRIL 2019
INFORME N°	: GMP-590-2019

ENSAYO	UNIDAD	CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1 Número de Briqueta	Nº	1	2	3	
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00	5.00
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor Nº 4)	%	37.35	37.35	37.35	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor Nº 4)	%	57.65	57.65	57.65	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Específico Aparente > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
8 Peso Específico Nominal Grava > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.747	2.747	2.747	2.716
9 Peso Específico Aparente < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.688	2.688	2.688	
10 Peso Específico Nominal Arena < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.722
11 Peso Específico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1195.6	1196.4	1195.8	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1196.9	1197.9	1197.1	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	690.0	691.0	690.3	
16 Volumen de Briqueta (14-15)	cc	506.9	506.9	506.8	
17 Peso Específico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514)	cc	2.359	2.360	2.360	2.359
18 Peso Específico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.522	2.522	2.522	
19 Máxima Densidad Teórica $100 / ((2/5) + (3/2)(7+8) + (4/2)(9+10))$	cc	2.510	2.510	2.510	
20 Vacíos con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505)	%	6.5	6.4	6.4	6.4
21 Peso Específico Aparente del Agregado Total $(100-2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc	2.687	2.687	2.687	
22 Peso Específico Nominal del Agregado Total $(100-21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc	2.820	2.820	2.820	
23 Peso Específico efectivo del Agregado Total $(3+4) / ((3/2)(7+8) + (4/2)(9+10) + (5/11))$	gr/cc	2.720	2.720	2.720	
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100 * 6 * (23-21) / (23^2 * 21)$	%	0.46	0.46	0.46	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta $(3+4) * 17/21$	%	83.4	83.5	83.4	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta $100 / (25+20)$	%	10.12	10.13	10.13	
27 Vacíos del Agregado Mineral $100-25$	%	16.60	16.54	16.57	16.57
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	4.6	4.6	4.6	
29 Relación Betón Vacíos $(26/27) * 100$	%	61.0	61.2	61.1	61.1
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pul.	8.9	9.1	8.7	8.9
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1050	1045	1035	
32 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
33 Estabilidad corregida $(28^2 * 29)$	Kilos	1092	1087	1076	1085
34 Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico $100 * (27-20) / 27$	%	71.1	71.3	71.2	71.2
35 Índice de rigidez (kg/cm)		4830.6	4701.9	4871.0	4801.2

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 145°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

[Firma]
 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

[Firma]
 JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.40: Ensayo Marshall con 5.5% de PEN 60/70-6% LDPE

ENSAYO MARSHALL			
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP.	: J. SILVA C.
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	FECHA	: ABRIL 2019
		INFORME N°	: GMP-590-2019

ENSAYO	N°	CALCULOS			PROMEDIO
1 Número de Briqueta	N°	1	2	3	
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50	5.50
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor N° 4)	%	37.16	37.16	37.16	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor N° 4)	%	57.34	57.34	57.34	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Especifico Aparente > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
8 Peso Especifico Nominal Grava > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.747	2.747	2.747	2.716
9 Peso Especifico Aparente < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.688	2.688	2.688	
10 Peso Especifico Nominal Arena < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.722
11 Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1198.5	1199.5	1198.6	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1199.2	1200.2	1199.3	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	696.0	696.3	695.7	
16 Volumen de Briqueta (14-15)	cc	503.2	503.9	503.6	
17 Peso Especifico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514) (13/16)	cc	2.382	2.380	2.380	2.381
18 Peso Especifico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.501	2.501	2.501	
19 Máxima Densidad Teórica $100/((2/6)+(3^2/(7+8)+(4^2/(9+10))))$	cc	2.491	2.491	2.491	
20 Vacíos con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505) $100*(1-17/18)$	%	4.8	4.8	4.8	4.8
21 Peso Especifico Aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.687	2.687	2.687	
22 Peso Especifico Nominal del Agregado Total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.835	2.835	2.835	
23 Peso Especifico efectivo del Agregado Total $(3+4)/((3^2/(7+8)+(4^2/(9+10)+(5/11)))$	gr/cc	2.720	2.720	2.720	
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100*6*(23-21)/(23^2*21)$	%	0.46	0.46	0.46	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta $(3+4)*17/21$	%	83.8	83.7	83.7	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta $100-(25+20)$	%	11.46	11.46	11.46	
27 Vacíos del Agregado Mineral $100-25$	%	16.22	16.27	16.28	16.26
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	5.1	5.1	5.1	
29 Relación Betún Vacíos $(26/27)*100$	%	70.7	70.4	70.3	70.5
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pul.	11.7	11.0	11.5	11.4
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1138	1137	1132	
32 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
33 Estabilidad corregida $(28*29)$	Kilos	1184	1182	1177	1181
34 Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico $100*(27-20)/27$	%	80.7	80.5	80.4	80.5
35 Índice de rigidez (kg/cm)		3982.5	4232.2	4030.4	4081.7

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 145°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA COENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.41: Ensayo Marshall con 6% de PEN 60/70-6% LDPE

ENSAYO MARSHALL			
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU		
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN		HECHO POR : V.V.C.
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2		ING. RESP. : J. SILVA C.
			FECHA : ABRIL 2019
			INFORME N° : GMP-590-2019

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1 Número de Briqueta	Nº	1	2	3	
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00	6.00
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor Nº 4)	%	36.96	36.96	36.96	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor Nº 4)	%	57.04	57.04	57.04	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Específico Aparente > Nº 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
8 Peso Específico Nominal Grava > Nº 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.747	2.747	2.747	2.716
9 Peso Específico Aparente < Nº 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.688	2.688	2.688	
10 Peso Específico Nominal Arena < Nº 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.722
11 Peso Específico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1198.5	1199.5	1198.6	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1199.2	1200.2	1199.3	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	697.7	698.2	698.9	
16 Volumen de Briqueta	cc	501.5	502.0	500.4	
17 Peso Específico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514)	cc	2.390	2.389	2.395	2.392
18 Peso Específico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.481	2.481	2.481	
19 Máxima Densidad Teórica	cc	2.472	2.472	2.472	
20 Vacíos con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505)	%	3.7	3.7	3.4	3.6
21 Peso Específico Aparente del Agregado Total	gr/cc	2.687	2.687	2.687	
22 Peso Específico Nominal del Agregado Total	gr/cc	2.850	2.850	2.850	
23 Peso Específico efectivo del Agregado Total	gr/cc	2.720	2.720	2.720	
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	0.46	0.46	0.46	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta	%	83.6	83.6	83.8	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta	%	12.72	12.72	12.75	
27 Vacíos del Agregado Mineral	%	16.39	16.40	16.19	16.33
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla	%	5.6	5.6	5.6	
29 Relación Betún Vacíos	%	77.7	77.6	78.7	78.0
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pulg.	13.0	12.5	13.0	12.8
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1161	1151	1145	
32 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
33 Estabilidad corregida	Kilos	1207	1197	1191	1198
34 Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico	%	87.5	87.4	88.7	87.9
35 Índice de rigidez	(kg/cm)	3656.7	3770.2	3606.3	3627.7

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 145°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. C.P. N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.42: Ensayo Marshall con 6.5% de PEN 60/70-6% LDPE

ENSAYO MARSHALL			
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP.	: J. SILVA C.
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	FECHA	: ABRIL 2019
		INFORME N°	: GMP-590-2019

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1 Número de Briqueta	Nº	1	2	3	
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50	6.50
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor Nº 4)	%	36.76	36.76	36.76	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor Nº 4)	%	56.74	56.74	56.74	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Especifico Aparente > Nº 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
8 Peso Especifico Nominal Grava > Nº 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.747	2.747	2.747	2.716
9 Peso Especifico Aparente < Nº 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.688	2.688	2.688	
10 Peso Especifico Nominal Arena < Nº 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.756	2.756	2.756	2.722
11 Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1196.7	1196.5	1195.8	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1196.8	1196.6	1195.9	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	699.0	698.8	698.1	
16 Volumen de Briqueta	cc	497.8	497.8	497.8	
17 Peso Especifico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514)	cc	2.404	2.404	2.402	2.403
18 Peso Especifico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.463	2.463	2.463	
19 Máxima Densidad Teórica	cc	2.454	2.454	2.454	
20 Vacíos con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505)	%	2.4	2.4	2.5	2.4
21 Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc	2.687	2.687	2.687	
22 Peso Especifico Nominal del Agregado Total	gr/cc	2.865	2.865	2.865	
23 Peso Especifico efectivo del Agregado Total	gr/cc	2.720	2.720	2.720	
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	0.46	0.46	0.46	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta	%	83.7	83.6	83.6	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta	%	13.94	13.94	13.93	
27 Vacíos del Agregado Mineral	%	16.34	16.35	16.40	16.36
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla	%	6.1	6.1	6.1	
29 Relación Betún Vacíos	%	85.3	85.3	85.0	85.2
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pul.	14.0	13.5	14.0	13.8
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1083	1101	1089	
32 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
33 Estabilidad corregida	Kilos	1126	1145	1133	1135
34 Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico	%	95.6	95.5	95.2	95.5
35 Índice de rigidez	(kg/cm)	3167.4	3339.3	3184.9	3230.5

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 145°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

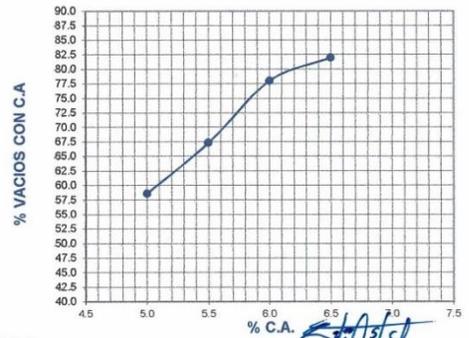
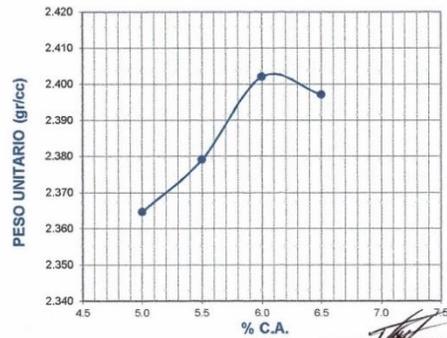
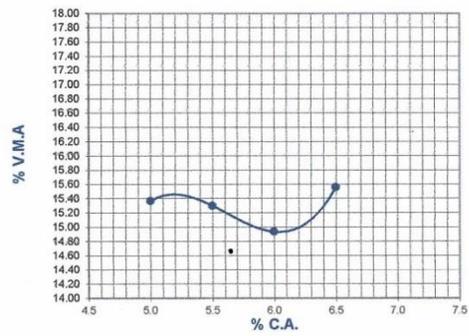
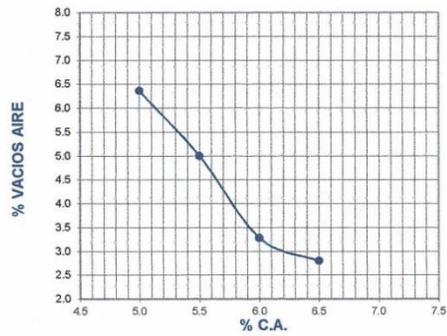
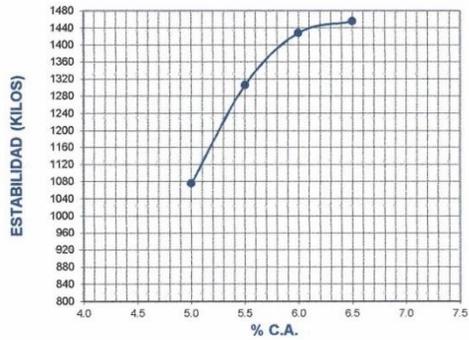
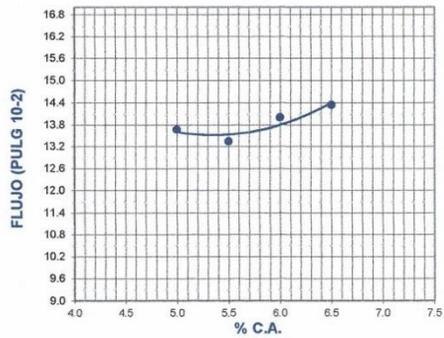
VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA OCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.43: Gráficos del Ensayo Marshall con 6% LDPE

ENSAYO MARSHALL ASTM D1559 - DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MAC-2 (LDPE 6%)



VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESÚS ALBERTO SILVACCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.44: Resumen de Diseño de Mezcla Asfáltica con 9% de LDPE por el método Marshall

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONAT ING. RESP.		: J. SILVA C.
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	FECHA	: ABRIL 2019
		INFORME N°	: GMP-593-2019

ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON ASFALTO PEN 60/70 MAC-2

1.- MEZCLA DE AGREGADOS : (Proporción en Peso)

Grava Chancada	38.2%
Arena Chancada y Zarandeada(Procesado)	61.8%
Especificaciones de Gradación	MAC-2

2.- LIGANTE BITUMINOSO :

Tipo de Asfalto	Pen 60/70
Óptimo Contenido de Cemento Asfáltico	5.3 % (± 0.20)
Plástico Peletizado LDPE-2019	9%
Especificaciones de Gradación	MAC-2

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL :		CARACTERÍSTICAS	REQUERIMIENTOS OBRA	
		DISEÑO MAC-2	MÍNIMO	MÁXIMO
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	(N°)	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	(%)	6.50	5.70	6.10
ESTABILIDAD	(Kilos)	1,420	816	
FLUJO	(0.01 Pul.)	14.0	10.0	16.0
V.M.A.	(%)	17.8	15.0	
VACÍOS DE AIRE	(%)	5.7	3	5
INDICE DE RIGIDEZ	(kg/cm)	3993.30	1700.00	4000.00

4.- TEMPERATURAS DE APLICACIÓN :

Agregados		Máximo 165°C
Cemento Asfáltico		Máximo 168°C
Mezcla Asfáltica		Máximo 165°C
Temperatura de Compactación		Mínimo 140°C


 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC


 JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.45: Análisis Granulométrico de Grava Chancada < 3/4"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019

UBICACIÓN : ATE - LIMA - PERU

SOLICITANTE : DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN

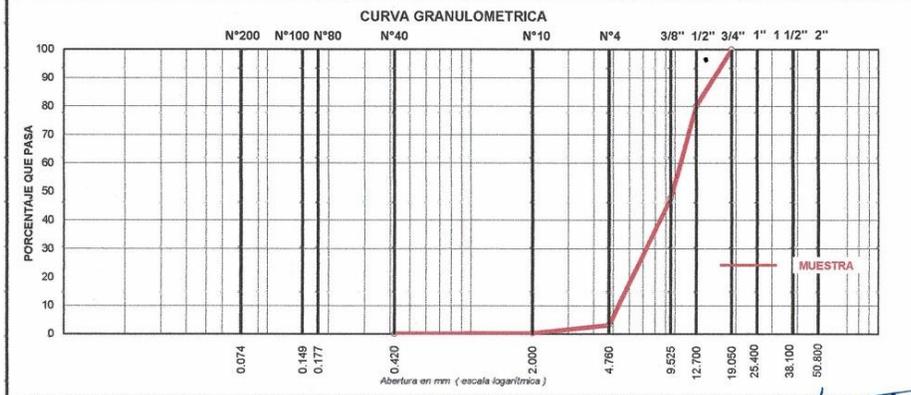
MATERIAL : GRAVA CHANCADA < 3/4" (M-1)

PROCEDECENCIA : CANTERA LA GLORIA - ATE

HECHO POR : V.V.C.
ING. RESP. : J. SILVA C.
FECHA : ABRIL 2019
INFORME N° : GMP-593-2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 MTC E-204

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	
2 1/2"	63.500					TAMAÑO MAXIMO : 3/4"
2"	50.800					PESO INICIAL : 4,379.0 gr
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050				100.0	
1/2"	12.700	876.0	20.0	20.0	80.0	OBSERVACIONES :
3/8"	9.525	1412.0	32.2	52.2	47.8	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	1952.0	44.6	96.8	3.2	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	127.0	2.9	99.7	0.3	
N° 40	0.420	12.0	0.3	100.0		
N° 80	0.177					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
< 200	-					



OBSERVACIONES:

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

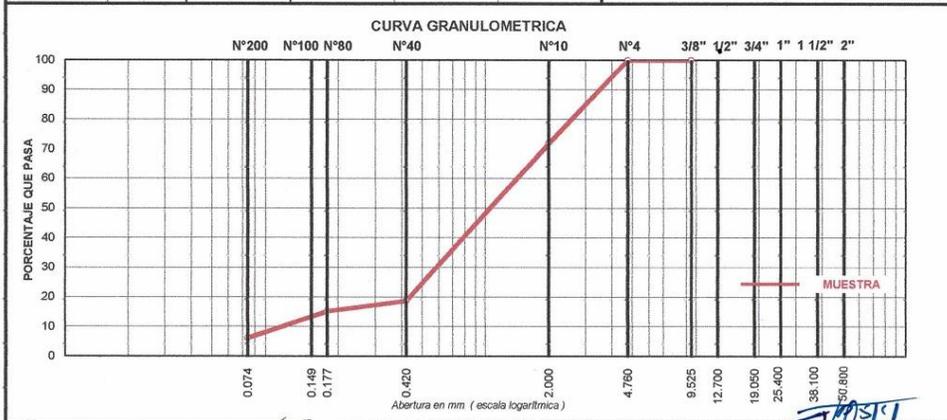
Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.46: Análisis Granulométrico de Arena Chancada < 1/4"

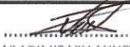
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU		HECHO POR : V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN		ING. RESP. : J. SILVA C.
MATERIAL	: ARENA CHANCADA < 1/4" (M-2)		FECHA : ABRIL 2019
PROCEDENCIA	: CANTERA LA GLORIA - ATE		INFORME N° : GMP-593-2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 MTC E-204

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	
2 1/2"	63.500					TAMAÑO MAXIMO : 3/8"
2"	50.800					PESO INICIAL : 1,535.0 gr
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					OBSERVACIONES :
3/8"	9.525				100.0	H.N : 1.3%
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	430.0	28.0	28.0	72.0	
N° 40	0.420	818.0	53.3	81.3	18.7	
N° 80	0.177	55.0	3.6	84.9	15.1	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	138.0	9.0	93.9	6.1	
< 200	-	94.0	6.1	100.0		



OBSERVACIONES:


VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC


JESUS ALBERTO SILVA OCCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200445

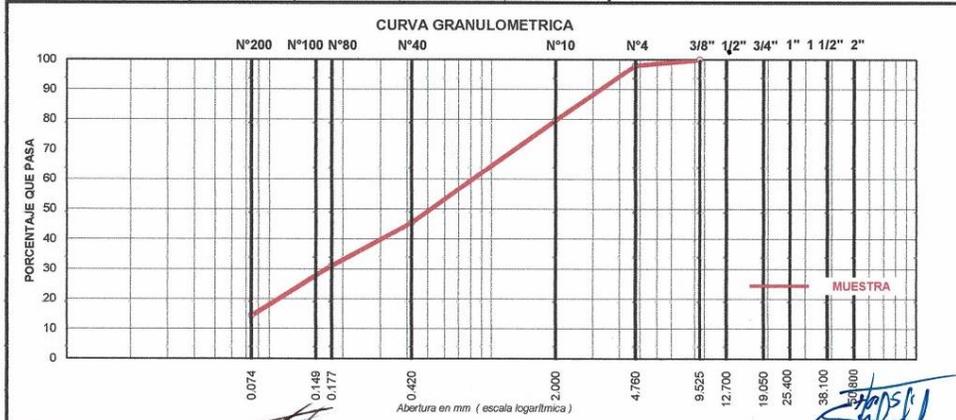
Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.47: Análisis Granulométrico de Arena Procesada < 1/4"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP.	: J. SILVA C.
MATERIAL	: ARENA PROCESADO < 1/4" (M-2)	FECHA	: ABRIL 2019
PROCEDENCIA	: CANTERA LA GLORIA - ATE	INFORME N°	: GMP-593-2019

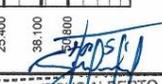
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA ASTM C-136 AASHTO T-27 MTC E-204

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	
						TAMAÑO MÁXIMO : 3/8"
						PESO INICIAL : 1,734.0 gr
						OBSERVACIONES :
						H.N : 1.0%
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	34.0	2.0	2.0	98.0	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	318.0	18.3	20.3	79.7	
N° 40	0.420	594.0	34.3	54.6	45.4	
N° 80	0.177	250.0	14.4	69.0	31.0	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	290.0	16.7	85.7	14.3	
< 200	-	248.0	14.3	100.0		



OBSERVACIONES:


 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

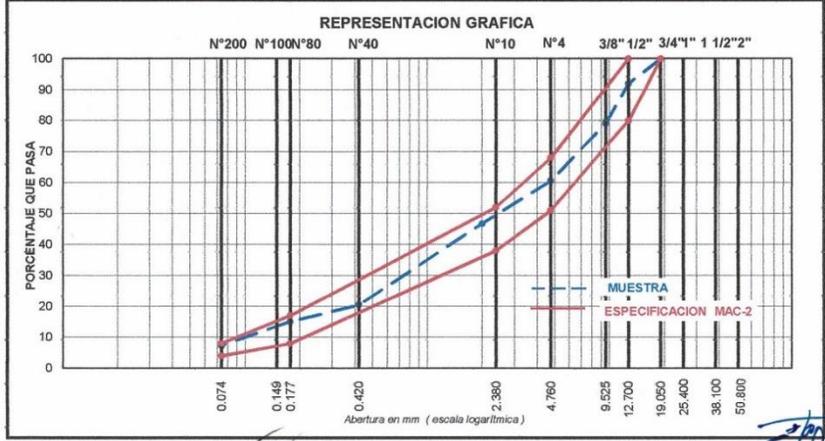

 JESUS ALBERTO
 SILVA CCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIE N° 300445

Anexo N° 4.48: Análisis Granulométrico General

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y PAVIMENTOS			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SII ING. RESP.		: J. SILVA C.
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	FECHA	: ABRIL 2019
		INFORME N°	: GMP-593-2019

COMPOSICION DE MEZCLA
DISEÑO DE NIVELANTE ASFÁLTICA CON PEN 85/100

TAMICES ASTM	ABERTURA TAMICES (mm)	GRAVA PROCESADA (M-1)	ARENA ZARANDADA (M-2)	ARENA CHANGADA (M-4)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	MEZCLA		ESPECIFICACION MAC-2	TOLERANCIAS
						PORCENTAJE RETENIDO TOTAL	PORCENTAJE QUE PASA		
2 1/2"	63.500								
2"	50.800								
1 1/2"	38.100								
1"	25.400								
3/4"	19.050						100.0	100	+/-5%
1/2"	12.700	8.0			8.0	8.0	92.0	80 - 100	+/-5%
3/8"	9.525	12.9			12.9	20.9	79.1	70 - 88	+/-5%
1/4"	6.350								
N° 4	4.750	17.8	0.0	0.6	18.4	39.3	60.7	51 - 68	+/-5%
N° 8	2.380								+/-4%
N° 10	2.000		8.4	5.5	13.9	53.2	46.8	38 - 52	+/-4%
N° 40	0.420		16.0	10.3	26.3	79.5	20.5	17 - 28	+/-4%
N° 80	0.177		1.1	4.3	5.4	84.9	15.1	8 - 17	+/-3%
N° 100	0.149								+/-3%
N° 200	0.074		2.7	5.0	7.7	92.6	7.4	4 - 8	+/-2%
< 200	-		1.8	4.3	6.1	98.7		*	



OBSERVACIONES: SE RECOMIENDA USAR CAL HIDRATADA 1 % PARA MEJORAR LA GRADACION

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO SILVA CENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Anexo N° 4.49: Peso Específico Teórico Máximo de Mezclas Asfálticas con 9% de LDPE

PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS	
NORMA ASTM D-2041 AASHTO T-209 MTC E-508	
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC -2
	HECHO POR : V.V.C.
	ING. RESP. : J. SILVA C.
	FECHA : ABRIL 2019
	INFORME N° : GMP-593-2019

MUESTRA	1	2	3	4	5	6
Tipo de Mezcla	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2
Porcentaje de Asfalto	5.00	5.00	5.00	5.50	5.50	5.50
1- Peso del Frasco + Agua (25°C)	3392.0	3393.0	3392.0	3392.0	3392.0	3392.0
2- Diferencia del Pesos (4-5)	2919.2	2919.3	2918.7	2915.3	2915.5	2915.2
3- Peso del Frasco + Muestra + Agua (25°C)	4119.2	4119.4	4118.7	4113.5	4114.0	4113.0
4- Peso Neto de la Muestra	1200.0	1200.1	1200.0	1198.2	1198.5	1197.8
5- Agua Desplazada (2-3)	472.8	473.7	473.3	476.7	476.5	476.8
Peso Específico Teórico Máximo de la Muestra (5/6)	2.538	2.533	2.535	2.514	2.515	2.512
Promedio	2.536			2.514		

MUESTRA	7	8	9	10	11	12
Tipo de Mezcla	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2	MAC-2
Porcentaje de Asfalto	6.00	6.00	6.00	6.50	6.50	6.50
1- Peso del Frasco + Agua (25°C)	3392.0	3392.0	3392.8	3392.0	3393.0	3392.0
2- Diferencia del Pesos (4-5)	2911.8	2911.0	2911.7	2908.0	2906.0	2907.5
3- Peso del Frasco + Muestra + Agua (25°C)	4109.2	4111.0	4110.5	4109.0	4108.0	4108.5
4- Peso Neto de la Muestra	1197.4	1200.0	1198.8	1201.0	1202.0	1201.0
5- Agua Desplazada (2-3)	480.2	481.0	481.1	484.0	487.0	484.5
Peso Específico Teórico Máximo de la Muestra (5/6)	2.493	2.492	2.496	2.481	2.468	2.479
Promedio	2.494			2.476		

OBSERVACIONES: Relleno Mineral Filler Cal Hidratada 0.0 %
Aditivo mejorador de Adherencia (Quimibond 3000) 0.0 %

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA COENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.50: Ensayo Marshall con 5% de PEN 60/70-9% LDPE

ENSAYO MARSHALL
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559

OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019
 UBICACIÓN : ATE - LIMA - PERU
 SOLICITANTE : DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2
 HECHO POR : V.V.C.
 ING. RESP. : J. SILVA C.
 FECHA : ABRIL 2019
 INFORME N° : GMP-593-2019

ENSAYO	UNIDAD	CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1 Número de Briqueta	Nº				
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00	5.00
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor Nº 4)	%	37.35	37.35	37.35	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor Nº 4)	%	57.65	57.65	57.65	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Específico Aparente > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.659	2.659	2.659	
8 Peso Específico Nominal Grava > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.723	2.723	2.723	2.691
9 Peso Específico Aparente < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.652	2.652	2.652	
10 Peso Específico Nominal Arena < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.690	2.690	2.690	2.671
11 Peso Específico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1186.9	1186.7	1191.0	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1190.1	1189.2	1192.4	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	671.5	674.3	673.1	
16 Volumen de Briqueta (14-15)	cc	518.6	514.9	519.3	
17 Peso Específico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514) (13/16)	cc	2.289	2.305	2.293	2.296
18 Peso Específico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.536	2.536	2.536	
19 Máxima Densidad Teórica $100((2/6)+(3/2)(7+8)+(4/2)(9+10)))$	cc	2.477	2.477	*2.477	
20 Vacíos con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505) $100(1-17/18)$	%	9.7	9.1	9.6	9.5
21 Peso Específico Aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.654	2.654	2.654	
22 Peso Específico Nominal del Agregado Total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.769	2.769	2.769	
23 Peso Específico efectivo del Agregado Total $(3+4)/((3/2)(7+8)+(4/2)(9+10)+(5/11))$	gr/cc	2.679	2.679	2.679	
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100*6(23-21)/(23*21)$	%	0.35	0.35	0.35	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta (3+4) *17/21	%	81.9	82.5	82.1	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta 100-(25+20)	%	8.35	8.41	8.37	
27 Vacíos del Agregado Mineral 100-25	%	18.09	17.52	17.92	17.84
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2-(24/100)(3+4)$	%	4.7	4.7	4.7	
29 Relación Betún Vacíos (26/27)*100	%	46.2	48.0	46.7	47.0
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pul.	12.0	11.0	12.0	11.7
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1459	1406	1433	
32 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33 Estabilidad corregida (28*29)	Kilos	1459	1406	1433	1433
34 Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico $100(27-20)/27$	%	63.3	65.8	64.0	64.3
35 Índice de rigidez (kg/cm)		4787.6	5033.5	4699.8	4840.3

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 165°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA-QC

JESÚS ALBERTO SILVA OCENTE
INGENIERO CIVIL
Regl. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.51: Ensayo Marshall con 5.5% de PEN 60/70-9% LDPE

ENSAYO MARSHALL			
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR : V.V.C.	
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP. : J. SILVA C.	
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	FECHA : ABRIL 2019	
		INFORME N° : GMP-593-2019	

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1 Número de Briqueta	Nº	1	2	3	
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50	5.50
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor N° 4)	%	37.16	37.16	37.16	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor N° 4)	%	57.34	57.34	57.34	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Especifico Aparente > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.659	2.659	2.659	
8 Peso Especifico Nominal Grava > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.723	2.723	2.723	2.691
9 Peso Especifico Aparente < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.652	2.652	2.652	
10 Peso Especifico Nominal Arena < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.690	2.690	2.690	2.671
11 Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1192.0	1193.8	1194.7	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1193.5	1194.9	1196.0	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	673.7	676.9	679.3	
16 Volumen de Briqueta (14-15)	cc	519.8	518.0	516.7	
17 Peso Especifico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514) (13/16)	cc	2.293	2.305	2.312	2.303
18 Peso Especifico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.514	2.614	2.514	
19 Máxima Densidad Teórica $100/((2/6)+(3^2/(7+8)+(4^2/(9+10))))$	cc	2.459	2.459	2.459	
20 Vacíos con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505) $100*(1-17/18)$	%	8.8	8.3	8.0	8.4
21 Peso Especifico Aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.654	2.654	2.654	
22 Peso Especifico Nominal del Agregado Total $(100-2)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.784	2.784	2.784	
23 Peso Especifico efectivo del Agregado Total $(3+4)/((3^2/(7+8)+(4^2/(9+10)+(5/11)))$	gr/cc	2.679	2.679	2.679	
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100*6*(23-21)/(23^2*21)$	%	0.35	0.35	0.35	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta $(3+4)*17/21$	%	81.6	82.0	82.3	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta $100-(25+20)$	%	9.59	9.64	9.67	
27 Vacíos del Agregado Mineral $100-25$	%	18.36	17.95	17.68	18.00
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	5.2	5.2	5.2	
29 Relación Betún Vacíos $(28/27)*100$	%	52.2	53.7	54.7	53.5
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pul.	11.0	10.0	25.0	15.3
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1403	1446	1532	
32 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33 Estabilidad corregida $(28*29)$	Kilos	1403	1446	1532	1461
34 Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico $100*(27-20)/27$	%	68.7	70.6	71.9	70.4
35 Índice de rigidez (kg/cm)		5022.7	5694.4	2413.2	4376.8

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 165°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIR N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.52: Ensayo Marshall con 6% de PEN 60/70-9% LDPE

ENSAYO MARSHALL			
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU		HECHO POR : V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN		ING. RESP. : J. SILVA C.
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2		FECHA : ABRIL 2019
			INFORME N° : GMP-593-2019

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1 Número de Briqueta	Nº				
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00	6.00
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor N° 4)	%	36.96	36.96	36.96	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor N° 4)	%	57.04	57.04	57.04	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Específico Aparente > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.659	2.659	2.659	
8 Peso Específico Nominal Grava > N° 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.723	2.723	2.723	2.691
9 Peso Específico Aparente < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.652	2.652	2.652	
10 Peso Específico Nominal Arena < N° 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.690	2.690	2.690	2.671
11 Peso Específico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1191.7	1194.7	1193.7	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1193.5	1196.4	1195.0	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	677.1	680.0	680.4	
16 Volumen de Briqueta (14-15)	cc	516.4	516.4	514.6	
17 Peso Específico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514) (13/16)	cc	2.308	2.314	2.320	2.314
18 Peso Específico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.494	2.494	2.494	
19 Máxima Densidad Teórica $100/((2/6)+(3^2/(7+8)+(4^2/(9+10))))$	cc	2.440	2.440	2.440	
20 Vacíos con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505) $100*(1-17/18)$	%	7.5	7.2	7.0	7.2
21 Peso Específico Aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.654	2.654	2.654	
22 Peso Específico Nominal del Agregado Total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.799	2.799	2.799	
23 Peso Específico efectivo del Agregado Total $(3+4)/((3^2/(7+8)+(4^2/(9+10)+(5/11)))$	gr/cc	2.679	2.679	2.679	
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100*6*(23-21)/(23^2*21)$	%	0.35	0.35	0.35	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta $(3+4)*17/21$	%	81.7	81.9	82.1	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta $100-(25+20)$	%	10.82	10.85	10.88	
27 Vacíos del Agregado Mineral $100-25$	%	18.28	18.07	17.85	18.07
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	5.7	5.7	5.7	
29 Relación Betún Vacíos $(26/27)*100$	%	59.2	60.0	60.9	60.0
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pulg.	20.0	13.0	12.0	15.0
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1586	1597	1575	
32 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33 Estabilidad corregida $(28^2/29)$	Kilos	1586	1597	1575	1586
34 Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico $100*(27-20)/27$	%	75.8	76.8	76.0	76.8
35 Índice de rigidez (kg/cm)		3122.0	4836.2	5168.7	4375.6

OBSERVACIONES: Temperatura de Mezclado a 165°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

VILAMIR VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.53: Ensayo Marshall con 6.5% de PEN 60/70-9% LDPE

ENSAYO MARSHALL			
MTC E-504 AASHTO T-245 ASTM D-1559			
OBRA	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO PELETIZADO LDPE-2019		
UBICACIÓN	: ATE - LIMA - PERU	HECHO POR	: V.V.C.
SOLICITANTE	: DELGADO REYES, CECILIO NICANOR / SOLANO PAREDES, SILVER JHONATAN	ING. RESP.	: J. SILVA C.
MATERIAL	: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC -2	FECHA	: ABRIL 2019
		INFORME N°	: GMP-593-2019

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1 Número de Briqueta	Nº				
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50	6.50
3 Grava triturada en Peso de la Mezcla (Mayor Nº 4)	%	36.76	36.76	36.76	
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (Menor Nº 4)	%	56.74	56.74	56.74	
5 Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla 200)	%				
6 Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020	
7 Peso Específico Aparente > Nº 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.659	2.659	2.659	
8 Peso Específico Nominal Grava > Nº 4 (ASTM C-127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.723	2.723	2.723	2.691
9 Peso Específico Aparente < Nº 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.652	2.652	2.652	
10 Peso Específico Nominal Arena < Nº 4 (ASTM C-128, AASHTO T-84, MTC E-205)	gr/cc	2.690	2.690	2.690	2.671
11 Peso Específico Aparente del Filler	gr/cc				
12 Altura Promedio de la Briqueta (ASTM D-3549, MTC E-507)	cm				
13 Peso de la Briqueta Seca en el Aire	gr	1191.9	1192.6	1193.8	
14 Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1193.0	1193.8	1195.2	
15 Peso de la Briqueta Sumergido en el Agua a 25°C	gr	682.6	681.4	685.5	
16 Volumen de Briqueta (14-15)	cc	510.4	512.4	509.7	
17 Peso Específico Aparente del Especimen (ASTM D-2726, MTC E-514) (13/16)	cc	2.335	2.327	2.342	2.335
18 Peso Específico Teórico Máximo (ASTM D-2041, AASHTO T-209, MTC E-508)	cc	2.476	2.476	2.476	
19 Máxima Densidad Teórica $100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10))))$	cc	2.422	2.422	2.422	
20 Vacíos con Aire (ASTM D-3203, MTC E-505) $100*(1-17/18)$	%	5.7	6.0	5.4	5.7
21 Peso Específico Aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc	2.654	2.654	2.654	
22 Peso Específico Nominal del Agregado Total $(100-21)/((3/6)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc	2.814	2.814	2.814	
23 Peso Específico efectivo del Agregado Total $(3+4)/((3*2/(7+8))+4*2/(9+10)+(5/11))$	gr/cc	2.679	2.679	2.679	
24 Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100*6*(23-21)/(23*21)$	%	0.35	0.35	0.35	
25 Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta $(3+4)*17/21$	%	82.3	82.0	82.5	
26 Vol. de Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta $100-(25+20)$	%	12.05	12.01	12.09	
27 Vacíos del Agregado Mineral $100-25$	%	17.74	18.02	17.50	17.75
28 Asfalto Efectivo en Peso de la Mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	6.2	6.2	6.2	
29 Relación Betún Vacíos $(26/27)*100$	%	67.9	66.7	69.1	67.9
30 Flujo (0.01 pulgada)	Pul.	12.0	12.0	13.0	12.3
31 Estabilidad sin corregir	Kilos	1700	1704	1704	
32 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33 Estabilidad corregida $(28*29)$	Kilos	1700	1704	1704	1703
34 Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico $100*(27-20)/27$	%	85.5	84.0	87.0	85.5
35 Índice de rigidez (kg/cm)		5577.4	5592.1	5161.9	5443.8

OBSERVACIONES:

Temperatura de Mezclado a 165°C y Temperatura de Compactación de Briquetas a 140°C.

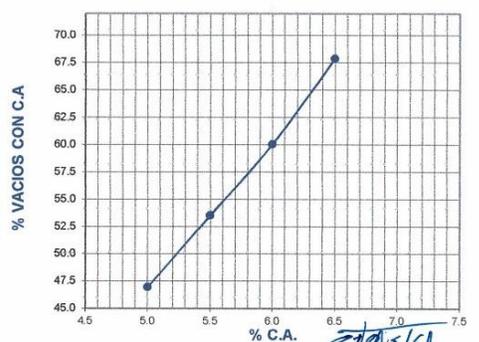
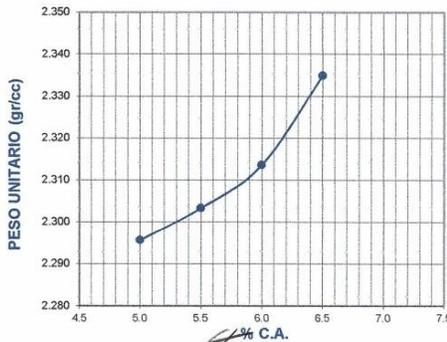
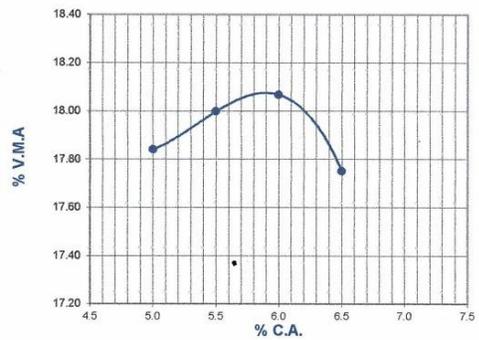
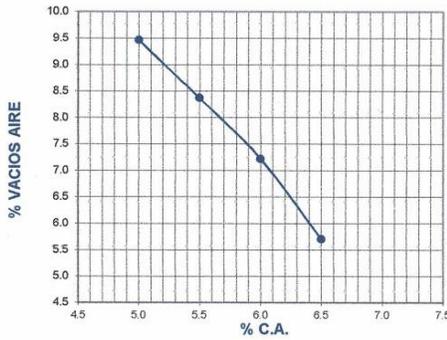
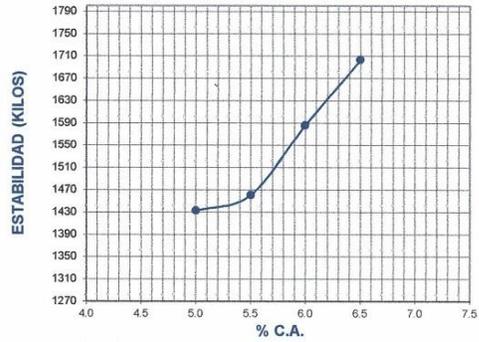
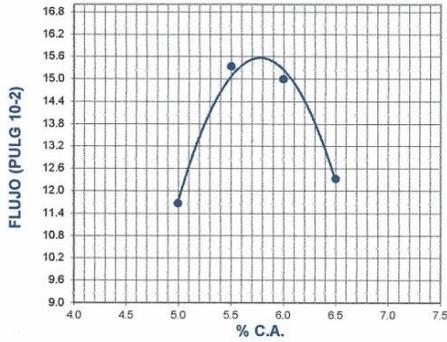
VILLANUEVA CABRERA
LABORATORISTA QA - QC

JESUS ALBERTO
SILVA CCENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CE. N° 20445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo N° 4.54: Gráficos del Ensayo Marshall con 9% LDPE

ENSAYO MARSHALL ASTM D1559 - DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MAC-2 (LDPE 9%)



[Firma]
 VLADIMIR VILLANUEVA CABRERA
 LABORATORISTA QA - QC

[Firma]
 JESUS ALBERTO
 SILVA OCENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 200445

Fuente: Geomaster Perú S.A.C

Anexo 5: Álbum de Fotos

Anexo 5.1: Agregados para el Diseño de Mezcla Asfáltica en caliente

Anexo 5.1.1: Obtención del Filler o arena chancada



Fuente: Propia

Anexo 5.1.2: Obtención de arena procesada



Fuente: Propia

Anexo 5.1.3: Obtención de la piedra chancada



Fuente: Propia

Anexo 5.1.4: Obtención de la piedra chancada



Anexo 5.1.5: Obtención de la piedra chancada

Fuente: Propia



Anexo 5.1.6: Calentamiento del PEN 60/70 A 140°C

Fuente: Propia



Fuente: Propia

Anexo 5.1.7: Obtención del PEN 60/70



Fuente: Propia

Anexo 5.1.8: PEN 60/70 – 10GLNS



Fuente: Propia

Anexo 5.1.9: Grava ¾"-50kg



Fuente: Propia

Anexo 5.1.10: Arena Procesada-50kg



Fuente: Propia

Anexo 5.1.11: Arena chancada



Fuente: Propia

Anexo 5.1.12: Plástico Peletizado



Fuente: Propia

Anexo 5.2: Ensayos de los agregados

Anexo 5.1.12: Granulometría de Arena



Fuente: Propia

Anexo 5.1.12: Granulometría de Grava ¾''



Fuente: Propia

Anexo 5.1.12: Gravedad Especifica y Absorción de la Arena



Fuente: Propia

Anexo 5.1.12: Peso Específico de la Grava



Fuente: Propia

Anexo 5.1.12: Peso Específico de la Grava

Anexo 5.1.12: Peso específico teórico máximo



Fuente: Propia



Fuente: Propia

Anexo 5.1.12: Abrasión de los Ángeles



Fuente: Propia

Anexo 5.1.12: Absorción del agregado grueso



Anexo 5.1.12: Absorción del agregado grueso

Fuente: Propia



Fuente: Propia

Anexo 5.1.12: Adsorción del agregado fino



Fuente: Propio

Anexo 5.1.12: Adsorción del agregado fino



Anexo 5.1.12: Adsorción del agregado fino

Fuente: Propia



Fuente: Propio

Anexo 5.2: Ensayo Marshall

Anexo 5.2.1: Muestra de agregados a 140°C



Fuente: Propia

Anexo 5.2.2: Retiro de la muestra de agregados del Horno



Fuente: Propia

Anexo 5.2.3: Mezclado de los agregados a 140°C



Fuente: Propia

Anexo 5.2.4: Calentamiento del Asfalto PEN 60/70 a 140°C



Fuente: Propia

Anexo 5.2.5: Toma de Temperatura del Asfalto con termómetro



Anexo 5.2.6: Poner el PEN 60/70 con los agregados



Fuente: Propia

Fuente: Propia

Anexo 5.2.7: Mezclado del asfalto con los agregados



Fuente: Propia

Anexo 5.2.6: Toma de temperatura de la mezcla asfáltica



Anexo 5.2.6: Calentamiento del martillo de compactación y moldes



Fuente: Propia

Fuente: Propia

Anexo 5.2.7: Introducción de la mezcla asfáltica en el molde



Fuente: Propia

Anexo 5.2.8: Compactación a 75 golpes



Fuente: Propia

Anexo 5.2.9: Enfriamiento de las briquetas



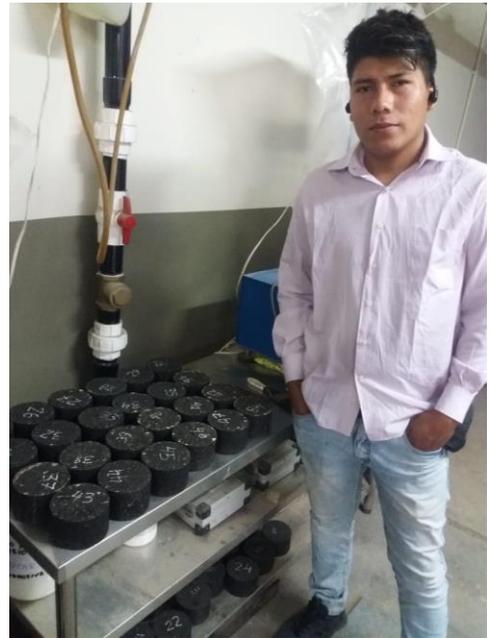
Fuente: Propia

Anexo 5.2.10: Retiro de la briqueta con la gata hidráulica



Fuente: Propia

Anexo 5.2.11: Briquetas de mezcla asfáltica



Fuente: Propia

Anexo 5.2.12: Briquetas de MAC-MAM



Fuente: Propia

Anexo 5.2.13: Baño en María de las briquetas a 60°C



Fuente: Propia

Anexo 5.2.14: Introducción de las briquetas en agua caliente



Fuente: Propia

Anexo 5.2.15: Rotura de las briquetas



Fuente: Propia

Anexo 5.2.16: Flujómetro del Equipo Marshall



Fuente: Propia

Anexo 5.2.17: Dispositivo para medir la fuerza



Fuente: Propia

Anexo 5.2.18: Briquetas ensayadas



Fuente: Propia

Anexo 5.2.17: Muestra asfáltica para el RICE



Fuente: Propia

Anexo 5.2.17: Pesado del LDPE



Fuente: Propia

Anexo 5.2.17: Mezclado del asfalto modificado



Fuente: Propia

Anexo 6: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE E INDICADORES		METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿La adición de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE) afecta en las propiedades mecánicas (flujo y estabilidad) de la mezcla asfáltica en caliente?</p> <p>Problemas específicas</p> <p>¿Cuál es el porcentaje óptimo de asfalto sin modificar en el Diseño de la mezcla asfáltica en caliente patrón utilizando los agregados de la Cantera Gloria?</p> <p>¿Cuál es el porcentaje óptimo de asfalto modificado en los Diseños de las mezclas asfálticas en caliente utilizando distintas proporciones de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE) de forma que cumplan con los recomendados por el MTC?</p> <p>¿Cuál es la cantidad adecuada de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE) para lograr mejoras en las propiedades mecánicas (flujo y estabilidad) en la mezcla asfáltica modificada en caliente?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Analizar las propiedades mecánicas (estabilidad y flujo) de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE).</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Realizar el diseño de la mezcla asfáltica en caliente patrón para establecer el porcentaje óptimo de asfalto sin modificar utilizando los agregados de la Cantera Gloria.</p> <p>Realizar los diseños de las mezclas asfálticas modificadas en caliente para establecer el porcentaje óptimo de asfalto modificado con distintas proporciones de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE).</p> <p>Determinar la cantidad adecuada de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE) para lograr mejoras en las propiedades mecánicas (flujo y estabilidad) en la mezcla asfáltica modificada en caliente.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Las propiedades mecánicas (estabilidad y flujo) de la mezcla asfáltica en caliente con plástico peletizado de polietileno de baja densidad se incrementa como mínimo en un 30%.</p> <p>Hipótesis Específicos</p> <p>La cantidad optima de asfalto sin modificar es de 5.5% en la mezcla asfáltica en caliente patrón utilizando los agregados de la Cantera Gloria.</p> <p>La cantidad optima de asfalto modificado es de 6% en las mezclas asfálticas modificadas en caliente utilizando 3% de plástico peletizado de polietileno de baja densidad(LDPE).</p> <p>La cantidad adecuada de plástico peletizado de polietileno de baja densidad (LDPE) es de 3% para lograr mejoras en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica modificada en caliente.</p>	<p>Variable 1:Propiedades mecánicas de la Mezcla Asfáltica</p>		<p>INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA</p> <p>-Tipo de Investigación Aplicada</p> <p>Diseño de Investigación Experimental-Transversal</p> <p>-Nivel de Investigación Correlacional</p> <p>Población Debido a que la presente investigación es del tipo experimental y que las muestras son elaboradas en Laboratorio la población será de 48 briquetas de mezcla asfáltica, ya que nos hemos basado a la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.</p> <p>Muestreo Probabilístico-Estratificado</p> <p>Muestra El número de muestras propuestas responde a lo indicado en cada normativa del ministerio de transportes, los ensayos establecidos. - Serán las 48 briquetas de mezcla asfáltica</p>
Dimensiones		Indicadores			
Estabilidad		Fuerza aplicada >815 (kg)			
Flujo		2mm<Deformación diametral<3.5 mm			
<p>Variable 1:Plástico Peletizado de LDPE</p>					
Dimensiones		Indicadores			
Proporción		(3%-6%-9% en volumen)			

Anexo 7: Acta de Aprobación de Originalidad del Trabajo de Investigación

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Mag. Choque Flores Leopoldo, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Ate, revisor (a) del trabajo de investigación titulado:

“Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE-2019”, de los estudiantes Cecilio Nicamor Delgado Reyes y Silver Jhonatan Solano Paredes, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Lugar y fecha: Ate, julio del 2019



[Handwritten signature]

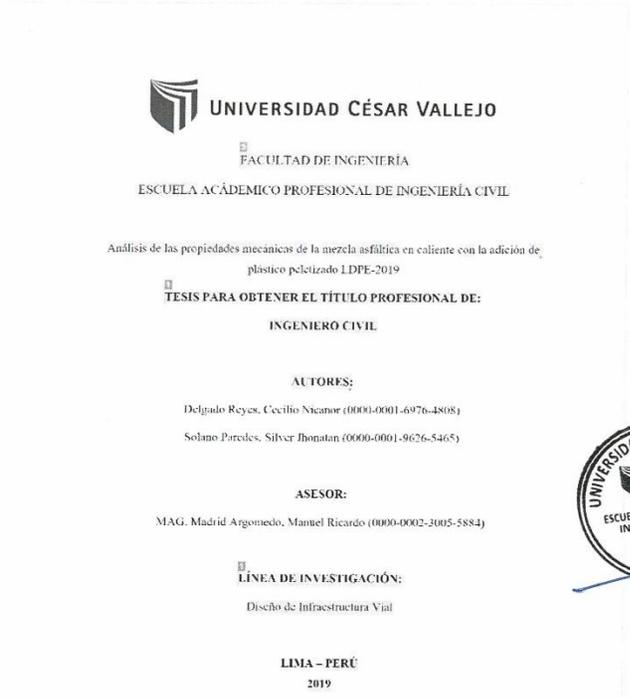
Firma

Mg. CHOQUE FLORES LEOPOLDO

DNI: *42289035*

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

Anexo 8: Pantallazo del Software Turnitin




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico pelotizado LDPE-2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:
 Delgado Reyes, Cecilia Nicanor (0000-0001-6976-4808)
 Solano Paredes, Silver Jhonatan (0000-0001-9626-5465)

ASESOR:
 MAG. Madrid Argomedo, Mambel Ricardo (0000-0002-3005-5884)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
 Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ
2019



Match Overview

27%

Currently viewing standard sources

Matches		
1	Submitted to Universid... <small>Student Paper</small>	6% >
2	Submitted to Universid... <small>Student Paper</small>	3% >
3	hdl.handle.net <small>Internet Source</small>	2% >
4	Submitted to Universid... <small>Student Paper</small>	2% >
5	Submitted to Universid... <small>Student Paper</small>	2% >
6	www.scribd.com <small>Internet Source</small>	2% >
7	repositorio.ucv.edu.pe <small>Internet Source</small>	1% >
8	docplayer.es <small>Internet Source</small>	1% >
9	Submitted to Universid... <small>Student Paper</small>	1% >
10	Submitted to Universid... <small>Student Paper</small>	1% >
11	Submitted to Universid... <small>Student Paper</small>	1% >

Anexo 9: Autorización de Publicación de Tesis

	<p align="center">AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</p>	<p>Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1</p>
---	--	--

Yo Delgado Reyes, Cecilio Nicanor, identificado con DNI N° 71229280 y Solano Paredes, Silver Jhonatan, identificado con DNI N° 77220528, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE-2019"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 71 229280



 FIRMA

DNI: 77220528

FECHA: 09 de julio del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

Anexo 10: Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Delgado Reyes Cecilio Nicanor

Solano Paredes Silver Jhonatan

TÍTULO DE TESIS:

“Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE-2019”

PARA OBTENER EL TÍTULO:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 05 de Julio del 2019

NOTA O MENCIÓN: 15




Mg. CHOQUE FLORES LEOPOLDO