



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo:
empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 Caserío San José –
CP. Carhuapoma – 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Jose, Galvez Villanueva (ORCID: 0000-0002-3990-4360)

ASESOR:

Ing. Dr. Serbando, Soplopuco Quiroga (ORCID: 0000-0002-0629-3532)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TARAPOTO – PERÚ

2019

Dedicatoria

A mi madre, “Estila” por el apoyo incondicional que siempre me ha brindado, para poder seguir adelante y cumplir en todas mis metas y objetivos trazados; Al no ser tan solo la mujer que me trajo a este mundo, sino ser un ejemplo de madre, que ante todas las dificultades y los obstáculos siempre estuvo apoyando para poder seguir adelante.

Agradecimiento

A DIOS, por iluminarme siempre en mi camino y en todas las etapas de mi vida. A mis profesores de la UNIVESIDAD CESAR VALLEJO, que, durante toda esta etapa de mi formación profesional, han hecho lo posible por brindarme todos sus conocimientos adquiridos durante su vida profesional.

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

Declaratoria de autenticidad

Yo, Jose Galvez Villanueva, identificado con DNI N° 72951811, estudiante de la escuela académica profesional de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo, con tesis titulada: **“Diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 Caserío San José – CP. Carhuapoma – 2018”**.

Declaro bajo juramento que:

La tesis es de mi autoría

He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes y consultas. La tesis no ha sido autoplageada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se representa en la tesis se constituirán en el aporte a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Tarapoto, 20 de enero de 2020



Jose Galvez Villanueva

Presentación

Señores miembros del jurado calificador, cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo, pongo a vuestra consideración la presente investigación titulada: “**Diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 Caserío San José – CP. Carhuapoma – 2018**”, con la finalidad de optar el título de Ingeniero Civil.

La investigación está dividida en siete capítulos:

- I. INTRODUCCIÓN.** Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.
- II. MÉTODO.** Se menciona el diseño de la investigación; variables, operacionalización; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.
- III. RESULTADOS.** En esta parte se menciona las consecuencias del procesamiento de la información.
- IV. DISCUSIÓN.** Se presenta el análisis y discusión de los resultados encontrados durante la tesis.
- V. CONCLUSIONES.** Se considera en enunciados corto, teniendo en cuenta los objetivos planteados.
- VI. RECOMENDACIONES.** Se precisa en base a los hallazgos encontrados.
- VII. REFERENCIAS.** Se consigna todos los autores de la investigación.

ÍNDICE

Portada	
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Presentación.....	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Trabajos previos.....	2
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	6
1.4. Problema	17
1.5. Justificación del estudio	18
1.6. Hipótesis.	19
1.7. Objetivos.....	20
II. MÉTODO.....	21
2.1. Diseño de la investigación	21
2.2. Variables, operacionalización.....	21
2.3. Población y Muestra.....	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	23
2.5. Método de análisis de datos.....	24
2.6. Aspectos éticos	26
III. RESULTADOS	27
IV. DISCUSIÓN	37
V. CONCLUSIONES	40
VI. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla N° 1 <i>Composición física y química de neumáticos usados.</i>	17
Tabla N° 2 Operacionalización de variable.	22
Tabla N° 3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	23
Tabla N° 4 Resumen del conteo vehicular.....	27
Tabla N° 5 Resumen de cotas de la carretera Caserío San José – CP. Carhuapoma.	28
Tabla N° 6 <i>Resultado de pendientes.</i>	28
Tabla N° 7 Clasificación por orografía Caserío San José – CP. Carhuapoma.	29
Tabla N° 8 Curvas horizontales tramo caserío san José – cp. Carhuapoma.	29
Tabla N° 9 Numero de calicatas y ubicación.....	30
Tabla N° 10 Clasificación de suelos del tramo Caserío San José – CP. Carhuapoma.....	30
Tabla N° 11 Resultados de los ensayos de mecánica de suelos y CBR.	31
Tabla N° 12 Resumen del ensayo MARSHALL ASTM D-1559.	32
Tabla N° 13 Resultados del lavado asfáltico.	32
Tabla N° 14 <i>Cuadro resumen de dosificación usando polvo de neumático.</i>	33
Tabla N° 15 <i>Carpeta asfáltica en caliente -convencional.</i>	34
Tabla N° 16 <i>Carpeta asfáltica -modificada (polvo de neumático).</i>	35
Tabla N° 17 <i>Comparación de precios asfalto convencional – asfalto modificado.</i>	36

Índice de figuras

Figura N° 1 Estructura de un pavimento flexible.	11
Figura N° 2 Apreciación del volumen de tráfico vehicular.	27

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 Caserío San José – CP. Carhuapoma – 2018. Está enmarcado en la búsqueda de la proporción adecuada de los materiales para el diseño del pavimento flexible para cual se realizó los ensayos y procedimientos necesarios que determinaran la dosificación adecuada para el diseño. No obstante, este pavimento modificado debe mínimamente cumplir con lo requerido establecidos por el. MTC, NTP y el RNE; es así que, el proceso de investigación se dio inicio en la Universidad César Vallejo - Tarapoto periodo 2018 – 2019; teniendo como objetivo principal; Diseñar un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma – 2018. Proponiendo mejorar las propiedades físicas y mecánicas del pavimento convencional, de esta manera poder soportar las cargas impuestas por el tránsito vehicular y mantener su operatividad adecuada. Evidenciándose así el paso de los vehículos de forma eficiente y segura. Es importante recalcar que el diseño propuesto tuvo como resultado un producto mejorado en sus propiedades (físicas y mecánica) que será de gran importancia y aporte a tener en cuenta en la pavimentación de vías rurales, en nuestra región San Martín específicamente en el tramo de San José – Carhuapoma. Mejorando la calidad de vida de los pobladores que conectan a estas dos comunidades.

Los resultados de este proyecto de investigación servirán como aporte indispensable y base para realizar investigaciones que tengan relación con el uso de polvo de neumático, en la cual representara una guía indispensable en investigaciones relacionadas al tema.

Palabras clave: mezcla asfáltica, polvo de neumático, porcentaje de vacíos, Dosificación.

ABSTRACT

The present research work entitled "Design of a flexible pavement using tire dust on the stretch: Fernando Belaunde Terry km road junction. 707 + 310 Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018. is framed in the search for the appropriate proportion of the materials for the design of the flexible pavement for which the necessary tests and procedures that determine the appropriate dosage for the design were performed. however, this modified pavement must minimally comply with the requirements established by it. MTC, NTP and the RNE; Thus, the research process began at the César Vallejo University - Tarapoto period 2018 - 2019; having as main objective; Design a flexible pavement using tire dust on the stretch: Fernando Belaunde Terry km road junction. 707 + 310 caserío san José - CP. Carhuapoma - 2018. proposing to improve the physical and mechanical properties of conventional pavement, thus being able to withstand the loads imposed by vehicular traffic and maintain its proper operability. thus evidencing the passage of vehicles efficiently and safely. It is important to emphasize that the proposed design resulted in an improved product in its properties (physical and mechanical) that will be of great importance and contribution to take into account in the paving of rural roads, in our San Martín region specifically in the San section José - Carhuapoma. improving the quality of life of the inhabitants that connect these two communities.

The results of this research project will serve as an indispensable contribution and basis for conducting research that is related to the use of tire dust, in which it will represent an indispensable guide in research related to the subject.

Keywords: asphalt mixture, tire dust, void percentage, Dog.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las carreteras son fundamentales para el crecimiento de la infraestructura de un país ya que ayudan al progreso social, económico y cultural, la red nacional en nuestro país, que tiene una longitud de 78,200 km de los cuales 68,720 son caminos que carecen de pavimentos. Por otra parte, se ha evidenciado que la infraestructura vial viene progresando de forma significativa a nivel de investigación e incorporación de nuevas tecnologías e integración de elementos que mejoren sus propiedades físicas y mecánicas, teniendo en consideración lo antes mencionado nos vemos en la necesidad del desarrollo de proyectos de infraestructura vial que buscan dar nuevas soluciones, de manera fácil y económica.

Como otro punto importante a tomar, tenemos la problemática ambiental a causa de los residuos sólidos (neumáticos), la cual nos lleva a centrarnos a uno de los tantos problemas existentes. “La masiva fabricación de neumáticos que, una vez concluido su vida útil, estos se convierten en un problema para gestionarlos evidenciando uno de las más grandes incertidumbres medioambientales de los últimos años en todo el planeta”. Por tanto, se puede decir que un neumático necesita enormes cantidades de energía para ser elaborado, la cual es de difícil desintegración. Tomando en consideración lo mencionado, podemos determinar que es conveniente el reciclaje y la reutilización de este elemento teniendo como resultado nuevas alternativas, de beneficio a la comunidad.

En tal sentido viendo la problemática actual de la ciudad de Tarapoto, y buscando nuevas formas de mitigar los problemas medioambientales. El siguiente proyecto de Ingeniería, correspondiente al Diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma – 2018, en la cual se realizará los estudios necesarios para proyectar y dimensionar el espesor del pavimento, que permitan transitar los vehículos de diferentes dimensiones, pesos y tamaños con toda normalidad. Teniendo como resultado esperado un nuevo elemento estructural con la incorporación de la materia prima antes mencionada, dando así una posible solución a la problemática actual.

1.2. Trabajos previos A nivel internacional

SEGOVIA, Raul. En su trabajo de investigación titulado: “*Estudio del efecto de la variación en la granulometría del caucho en mezclas asfálticas por vía seca*”. (tesis para optar el título de ingeniero civil). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile. 2007.

En la siguiente investigación concluye que:

- “Con la incorporación del caucho en los ensayos realizados se pudo determinar que la mezcla asfáltica tiene una mayor resistencia, como son: Estabilidad Marshall, tracción indirecta, Módulo resiliente, demostrando también una disminución de esta en un 0.50%”.
- “Para lograr una adecuada adherencia óptima del caucho en la mezcla asfáltica y que este a su vez no presente comportamientos mecánicos inferiores a la mezcla convencionales. Se debe tener en cuenta un adecuado control en tiempo y temperatura para lograr un asfalto que brinde garantías en su empleo”.
- Se evidenció un aumento a las propiedades cohesivas en 0.50 % en la mezcla asfáltica, por otra parte, se observa resistencia a la tracción, teniendo en cuenta esta propiedad se puede decir que la mezcla asfáltica modificada afianza una buena resistencia al agrietamiento y al desgaste producido por el tránsito vehicular.
- Se comprobó que la mezcla asfáltica con la adición del caucho ha tenido un incremento favorable en la resistencia al ahuellamiento, en comparación a la mezcla sin la adición de caucho, teniendo como resultado un 65%; esto demuestra que la granulometría del caucho repercute en dicho comportamiento.
- Teniendo en cuenta los estudios realizados en la investigación se concluyó que la granulometría de caucho, para poder tener una estabilidad Marshall; la granulometría del caucho será Gruesa, seguida de la Media y finalmente la Fina, gracias a ello se podrá tener una menor dimensión de la carpeta asfáltica a diseñar”.

DIAZ, César y CASTRO, Liliana. En su trabajo de investigación titulado: *“Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá”*. (tesis para optar el título de ingeniero civil). Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia. 2017.

Llegaron a la siguiente conclusión:

- Los estudios realizados a pavimentos con GCR, se evidencia que existen otras causas que perjudican la conducta mecánica. Donde se determinó que la temperatura de respuesta del asfalto y el GCR, y la adición de aditivos para mejorar las propiedades físicas y el acondicionamiento de otras técnicas de reciclaje.
- Los pavimentos con GCR, en comparación con otro pavimento se puede apreciar una diferencia económica; por consiguiente, también se evidencia un aumento en la vida útil del pavimento con GCR, por lo que se hará un ahorro al momento de realizar los mantenimientos por fallas mecánicas.
- Por lo general el GCR existente en las mezclas asfálticas, ha dado solución al problema de ahuellamiento, reduciendo la cantidad de vacíos y de aire en las mezclas asfálticas, acompañados de un desarrollo más intensificado de compactación la mezcla. Como consecuencia de investigación, se pudo demostrar que al adicionar GCR mejoran notablemente las características, en comparación de una mezcla asfáltica convencional”.

VEGA, Danilo. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico*. (tesis para optar el título de ingeniero civil). Universidad Técnica De Ambato, Ambato, Ecuador. 2016.

Llegó a la siguiente conclusión:

- En el siguiente proyecto de investigación se determinó que la reutilización de llantas usadas contribuye de manera notable al cuidado del medio ambiente, puesto que se está fabricando una mezcla asfáltica ecológica.
- Con la realización de los ensayos en laboratorio se determinó que, no es de suma importancia realizar el diseño de mezcla asfáltica con

granulometría especiales.

- Mediante la incorporación del caucho reciclado en la mezcla asfáltica, se pudo determinar la disminución en la Estabilidad Marshall y un aumento en el contenido de vacíos y ligante.
- Se determinó que la mezcla asfáltica modificada en comparación con las tradicionales, no presentan mayor diferencia en cuanto a temperatura y tiempo, para que el caucho pueda adherirse favorablemente.
- La adhesión del caucho en la mezcla asfáltica, es de fácil incorporación, quedando así una mezcla homogénea y trabajable.

A nivel nacional

VILLAGARAY, Edwin. En su trabajo de investigación titulado: “*Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la avenida trapiche-comas (remanso) 2017*”. (tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, lima, Peru.2017.

Llega a la siguiente conclusión:

- “Mediante la investigación desarrollada, donde se realizó el ensayo de Marshall. Afirma que el caucho reciclado se puede utilizar de manera garantizada en la mejora de las propiedades del asfalto, mediante el proceso de vía seca. Donde se determinó que el asfalto modificado con caucho se vio un incremento de su rigidez en un 13.24%”.
- “La mezcla asfáltica modificada a través del caucho reciclado, concluye que mediante el uso de este elemento la vida útil de las carreteras se incrementa el tiempo de vida útil con un aproximado de 10 años en comparación con otros tipos de asfaltos convencionales”.
- “Mediante el diseño de evidencia una disminución del contenido de aire y vacíos, en un 4.4 % esto se debe gracias a que el caucho que se utilizo ha sido pasado por la malla # 40”.
- “la resistencia y la durabilidad de la mezcla asfáltica dependerá del tipo de granulometría de caucho a usar. Esto significa que para que cumpla estas dos propiedades el grano de caucho debe ser lo más pequeño posible”.

PEREDA, Danfer y CUBAS, Nahum. En su trabajo de investigación titulado: *Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales*. (tesis pregrado). Universidad privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. 2015.

Llegaron a las siguientes conclusiones:

- “Al realizar los ensayos se comprobó que el asfalto modificado tiene un 37% más de recuperación elástica por torción, en comparación. Además de tener un aguante a la deformación plástica”.
- “Se observa mediante los estudios realizados que la mezcla asfáltica tendrá un buen desempeño en temperaturas altas, esto se debe gracia a que se evidencia un aumento de ablandamiento al usar el caucho”.
- “En cuanto a los trabajos de pavimentación, se puede decir que una mezcla asfáltica modificada no presenta problema alguno en cuanto a los procedimientos de construcción”.
- “Se puede decir, que existe una diferencia en función a costos esto se puede ver a largo plazo, o en tiempo de servicio de mezcla asfáltica modificada”.

FAJARDO, Luis y VERGARAY, Douglas. En su tesis. *Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas*. (tesis pregrado) universidad san Martín de Porres. Lima, Perú. 2014.

- “El caucho puede ser empleado de forma verídica para prosperar las propiedades de la mezcla asfáltica usado como nuevo agregado. En tal sentido la utilización del este caucho reciclado trae beneficios ambientales, solucionando así la mala disposición de los cauchos reciclados”.
- “Se evidencio una disminución significativa en cuanto al contenido de vacíos de aire, en la mezcla asfáltica con caucho reciclado”.
- “Se determinó que el costo de una mezcla asfáltica con la agregación de caucho reciclado en comparación con otras mezclas, es mayor en un 9% más del costo normal”.

A nivel local

PINCHI, Luis. En su tesis titulada: *diseño de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente tramo banda de shilcayo – las palmas* (tesis pregrado). Universidad Nacional De San Martín. Morales. Perú. 2017. Llegó a las siguientes conclusiones:

- “Se determinaron los principales parámetros que se requieren para efectuar el diseño del pavimento asfáltico de un pavimento, que para el caso se trata del espesor de un pavimento flexible en caliente”.
- “Se determinó el espesor adecuado del pavimento a usar en el proyecto, el mismo que quedo determinado como sigue: la estructura del pavimento será de 5 pulgadas de material de sub-base material del Río Huallaga y una capa de 4 pulgadas material de base chancada Rio Huallaga y 3 pulgadas de capa de rodadura carpeta asfáltica (Grava chancada, gravilla y arena zarandeada del Río Cumbaza), para un tránsito mediano – pesado”.
- “La información obtenida en el proyecto en estudio servirá como fuente de información para ser tomada en cuenta para efectos de diseño de pavimentos asfálticos, tanto a nivel académico como para la ejecución de proyectos en la región, rescatando básicamente la metodología de diseño, pudiendo ser contrastada con cada realidad”

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Determinación del IMD.

Según (QUIÑONEZ, 2011, p.40). Para el diseño de carreteras uno de los puntos más importantes a tomar en cuenta es la determinación del IMD; conocer los volúmenes de tráfico vehicular que sostendrá la carretera a ser construida, teniendo en cuenta los pesos, tipos de vehículos y sentido en que se movilizan.

Según (MTC, 2018, P. 92). Para el diseño de una carretera es de suma importancia contar con este tipo de estudio, en la cual estará detallados datos indispensables en cuanto a volúmenes de tránsito y la calidad de circulación. Ya que de estos servirá para los criterios de definición geométrica, análisis de comportamientos económicos, colocación de control de tránsito y el estudio del desenvolvimiento de las instalaciones de transporte).

1.3.2. Características de los volúmenes de tránsito.

Según ANGASPILCO, Cristhian. (2014, p. 17). Afirma que, teniendo en cuenta el crecimiento de la magnitud de tránsito, es imprescindible los cambios en las horas máximas demanda durante las horas del día, semanas, meses y años; teniendo también en cuenta las diferencias variaciones por carriles en ambos sentidos.

División y Composición del Volumen de Tránsito.

La composición de volúmenes de tránsito está basada en realizada en realizar los estudios necesarios antes del proyecto y en la operacionalización de este. En la cual implicara conocer el volumen de tránsito por cada carril, en la cual de determinar los carriles de mayor y menor tránsito.

Cambio del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.

Se define como el cambio de volúmenes de tránsito que pueden darse en una determinada hora, para ellos estos volúmenes de tránsito pueden tener la misma cantidad de demanda durante la semana e incluso meses, ya sea para una calle o intersecciones de una determinada vía.

Variación horaria del volumen de tránsito.

Las actividades en una determinada zona, como por ejemplo (turístico, agrícola o comercial) ayudaran a determinar el tipo y volumen existente de tránsito, en una determinada vía. Conociéndose así las variaciones que puedan existir a lo largo del día.

Variación diaria del volumen de tránsito.

Las variaciones diarias de volumen de tránsito se da en días claves de la semana, teniendo así los comienzos de semana, fines de semana y festividades propias de la zona en donde se ve mayor acrecentamiento de volumen de tránsito diario.

Variación mensual del volumen de tránsito

Se determinan con las variaciones de volumen de tránsito que se pueden evidenciar durante un determinado mes de año, como puede ser el caso del aumento de volumen de tránsito por fin de años en el mes de diciembre o las bajas en temporada de vacaciones escolares.

1.3.3. Levantamiento topográfico.

Levantamiento topográfico.

Según GARCÍA Márquez (1994) afirmo. “Es aquel método que usa los tres elementos. distancia, elevación y espacio. Usados para determinar las relativas entre dos puntos o más. (p.1).

Corte

según (MTC, 2013, P. 20). Se denomina a la excavación del terreno natural, la cual tiene que estar a nivel de la sub rasante del camino. las excavaciones tendrán una profundidad mínima de 15 cm nivelado de acuerdo a las pendientes transversales en la cual se compactará al 95 %. en caso de que excavaciones sean profundas estas se rellenaran con material que tenga un CBR \geq 40 % con material seleccionado o de Sub base granular.

Relleno

(MTC, 2013, P. 20). Conocidos también como terraplenes, las cuales en su mayoría son traídos de otros cortes que cumplan con las exigencias del proyecto. En la cual está establecido que en caso de base el terreno debe de tener un grado de compactación igual al (90 %) de la máxima densidad seca del Proctor modificado con una altura máxima de 0.30 cm. La cual estarán constituidas con capas de hasta 15 cm mínimo; con u grado de compactación de hasta el 95 % de la máxima densidad seca del Proctor modifica.

1.3.4. Estudio de la mecánica de suelos.

Calicatas

(MTC, 2013, p.30). Las calicatas o pozos exploratorios se hacen para obtener las muestras del suelo o roca, para ser materia de estudio, La cual permite una inspección de forma directa y l toma de muestras de los perfiles estratigráficos en insitu. Ya que una vez extraídas estas muestras se procederá a realizar diferentes tipos de estudios en laboratorio.

Determinación del contenido de humedad de un suelo.

(MTC, 2013, p.49). Afirma que. Se determina como la porción de agua que se

encuentra en un suelo, en la cual puede ser expresada como porcentaje. Para este ensayo se hace uso de un horno controlado de 110 ± 5 °C* en la cual el suelo es secado hasta obtener un peso constante a esta pérdida se le denominara peso del agua.

Granulometría

(MTC, 2013, p. 44). "Se determina a la división de los tamaños de las partículas del suelo. La cual se cuantifica de acuerdo a los tamaños que pasan y retienen por los diferentes tamices hasta el de 74 mm (N° 200) determinados en porcentaje"

Ensayos de limite líquido

(BOTIA, 2015, p. 40). "El límite líquido comprende el en el estado que se encuentra un suelo ya sea (plástico y semi-líquido) en la cual esto dependerá a la cantidad de agua que tengan las muestras en la cual tienen que llegar a un estado sólido tiene como objetivo conocer la plasticidad del suelo.

(MTC, 2013, p.67). "Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 Pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo" .

Ensayos de limite plástico (LP)

BOTÍA, 2015, p 47). Es un método consiste e la elaboración de rollitos, en la cual deben de tener un diámetro aproximado de 3 mm que al momento de ser dados la vuelta en un vidrio se pueden desmoronar. La cual representa el término del contenido de humedad. Este método fu propuesto por Terzaghi ya que Atterberg no logro definirlo.

(MTC, 2013, p.72). Se denomina como la humedad mas e la que se puedan crear barritas del material en estudio, de unos 3,2 mm de grosor. Para la cual el suelo tiene que rodar sobre una superficie lisa y la palma de la mano sin que las barritas se puedan separarse.

Ensayo de Proctor modificado

BOTÍA (2015). Afirma que. Se denomina a todo proceso por el cual las partículas de un suelo están sujetas a estar más cerca creando una minoría en los volúmenes de vacíos a la cual se le denomina conoce como compactación. La cual tiene la finalidad de mejorar las características del suelo como: peso específico seco, permeabilidad, disminución de la deformación y aumentar su resistencia al corte. (p.146).

1.3.5. CBR de suelos (laboratorio).

Según (BOTÍA 201, p.133). El método del CBR que en sus siglas significa California Bearing Ratio en la cual consiste en la colocación de cargas mediante un pistón metálico de 0.50 pulgadas donde es introducido en el suelo que se encuentra en el molde en teniendo como objetivo determinar .Contenido de Humedad, Densidad Humedad, Densidad Seca y Porcentaje de Expansión; por tanto teniendo en cuenta lo antes mencionado se puede afirmar que el CBR, es un ensayo fundamental para determinar la resistencia del suelo.

(MTC, 2013, p.248). “Es el ensayo de laboratorio ms usado para el diseño de pavimento flexible en donde se evaluará la dureza potencial de la subrasante, subbase y material de base en la cual formara parte de la estructura que conforman a los pavimentos”

Ensayo de densidad en insitu

(MTC, 2013, p.133). Para este método consiste en hace uso del cono de arena usando materiales que no sean mayores de 38 mm la cual son realizados en campo permitiendo saber la densidad de los suelos compactados durante la construcción de nuevas vías. Así de esta manera estaremos verificaremos que estos se encuentran de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas.

1.3.6. Pavimento Flexible.

Según (MORALES, CHAVEZ Y LOPEZ. (2009, P. 18). Se definen como estructuras planas que sirven para el libre tránsito de vehículos y transeúntes en la cual estos están compuestos por diferentes capas (base, sub base y carpeta de

rodadura) que forma la estructura del pavimento flexible. este se caracteriza a diferencia de los demás pavimentos por soportar cargas en áreas pequeñas sin sufrir ningún tipo de deformación debido a no tener mayor rigidez, en todo caso este pavimento debe de cumplir con una serie de requisitos establecidos por la norma.

(MTC, 2013, p.23). Estructura que está compuesto por varias capas que tienen la función de soportar el peso producido por los vehículos, la cual se encuentra encima de toda la subrasante y tiene la función de proveer una área libre sin presentar complicaciones al momento de transitar.

Conformación de un pavimento:

- Capa de Rodadura: es la capa superior que se coloca en la cual su contextura puede ser de tipo bituminoso (flexible), de concreto (rígido) o en todo los casos de adoquines, la cual es la encargada de sostener directamente las cargas tránsito.
- Base: esta se encuentra debajo de la carpeta de rodadura y es la encargada de recibir y transmitir la mayor parte de los esfuerzos producido por el tránsito, se encuentra en la capa inferior conocida como sub base .
- Subbase: se encuentra debajo de la base y tiene la función de soportar el peso de, del tránsito, capa de rodadura y de la base, Además es la encargada de drenaje y moderar de la capilaridad del agua. De acuerdo al diseño puede o no ser necesaria. Esta capa puede ser de material granular ($CBR \geq 40\%$).

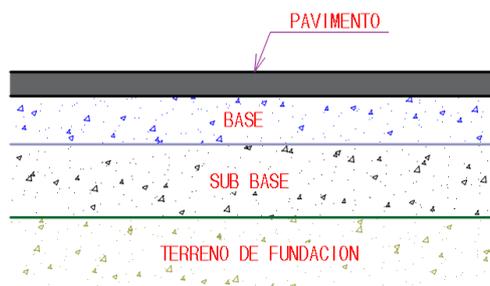


Figura N° 1 Estructura de un pavimento flexible.

Fuente: Extraído del manual del MTC.

1.3.6.1. Características de un buen pavimento flexible.

Según (PINCHI, 2017, p. 15). Las principales características que deben de cumplir

un pavimento son: no tener problemas de deformaciones, solo pueden ser aceptables solo pueden ser en pequeñas magnitudes; debe de brindar una circulación cómoda eficiente y en todo caso económica.

En caso de lluvias esta estructura debe de brindar una circulación segura, teniendo en cuenta que estas no afecten al terreno de fundación. Por otra parte, el pavimento debe de ser resistente a las cargas impuestas y no tener problemas de hundimientos a causa de esfuerzos verticales y horizontales producidos por tránsito vehicular.

1.3.6.2. Esfuerzos que se producen en el pavimento.

Según (PINCHI, 2017, p. 13). Los esfuerzos que soporta el pavimento este compuesto por dos tipos las cuales son: verticales y horizontales a la cual está expuesto, el pavimento flexible es capaz de soportar estas cargas, a consecuencia de su estructura la cual está compuesta.

1.3.7. Mezcla asfáltica.

Según (ORELLANA, 2016, Pág. 22). Se le conoce también como aglomerados a la mezcla de materiales pétreos, minerales y asfalto; las cuales están proporcionadas de forma exacta, dando como resultado el rendimiento adecuado y necesario para su funcionalidad. las combinaciones de esta mezcla se pueden hacer de la siguiente manera: 5%. En cuanto a volumen, el agregado ocupa un 85%, cemento asfáltico 10%, una cantidad de vacíos del 5%; teniendo en cuenta que el agregado abarca usualmente el 95% del peso de la mezcla. La combinación de estas determina las propiedades físicas de la mezcla y el rendimiento estas pueden hallarse de dos formas diferentes. (mezclas asfálticas en caliente o mezcla asfáltica en caliente).

Mezcla en caliente

(ORELLANA, 2016, p.23) Se definen también como bituminosas en caliente la cual implica que, en el proceso de elaboración y colocación, necesariamente tienen que estar calientes. Teniendo como principal método de diseño al Método Marshall, que fundamentalmente está Basado en medir estabilidad y contenido de vacíos.

1.3.7.1. Propiedades físicas de la mezcla asfáltica.

para (FAJARDO y VERGARY, 2014, p. 11).

Se determina propiedades físicas del asfalto, que se debe de tener en cuenta para el

diseño son:

- **“Durabilidad.** puede determinar cómo durabilidad al proceso por cual el asfalto, muestra las condiciones de resistencia, cuando se expone a los procesos normales, entre ellos pueden ser los efectos atmosféricos (aire, agua, cambios de temperatura) o por el tránsito impuesto”.
- **“Adhesión y Cohesión.** Adhesión es la capacidad del cemento asfáltico para adherirse al agregado en la mezcla de pavimentación y Cohesión es la capacidad del cemento asfáltico de mantener firmemente, en su puesto, las partículas de agregado en el pavimento terminado”.
- **“Susceptibilidad al endurecimiento y al envejecimiento.** El endurecimiento del asfalto es causado por la combinación con el oxígeno (oxidación) o por volatilización (estado sólido al gaseoso). La oxidación y el endurecimiento más severo, ocurren durante el mezclado, debido que, el asfalto se encuentra a altas temperaturas y en películas delgadas”.
- **“Susceptibilidad a la temperatura.** Los asfaltos en su mayoría son termoplásticos, proporcionándole la propiedad de ser más duros cuando la temperatura disminuye; y de forma opuesta cuando la temperatura aumenta, a estos cambios se conoce como susceptibilidad a la temperatura. Por lo tanto, se puede concluir que el asfalto debe de tener la fluidez suficiente para altas temperaturas”.
- **“Pureza.** El cemento asfáltico está constituido en su mayor parte por bitumen, en donde es un material totalmente soluble en bisulfuro de carbono. Aproximadamente el 99.5% de los asfaltos refinados son solubles en bisulfuro de carbono y si contienen impurezas estas son inertes. Los cementos asfálticos se clasifican en diferentes sistemas”.

1.3.8. Características de las Mezcla asfáltica.

Según (WULF, 2008, P.33). La mezcla asfáltica debe de cumplir con ciertas características, la cual deben ser analizadas en laboratorio y garantizar el desempeño adecuado al momento de ser usadas.

Densidad de la mezcla:

Se puede medir en volumen o masa y es de suma importancia que una

mezcla asfáltica tener una elevada densidad en el pavimento, convirtiéndose en una característica fundamental e el control de calidad.

Vacíos de aire (huecos (Va)):

Se pueden determinar cómo bolsas de aire la cual son pequeños, la cual se encuentran en la mezcla asfáltica final o mezcla compactada, la presencia de estos vacíos si existiesen en forma graduado no representarían problema alguno ya que pueden ser compactados por presencia del tráfico. De esta manera se le puede llamar compactación adicional.

Vacíos en el agregado mineral (VAM):

Se encuentra en las mezclas asfálticas compactadas, la cual son zonas que contienen aire entre las partículas de los agregados y que se pueden encontrar en todos los agregados minerales.

1.3.9. Asfalto modificado.

Según MAILA, (2013, Pág. 31). Una característica principal en los asfaltos, es el comportamiento que presentan ante ciertos cambios de temperatura, produciendo inconsistencias; a la cual se le conoce como susceptibilidad térmica. Teniendo en cuenta que deben ser las más bajas posibles en cuanto a temperatura y tiempo, de esta manera se estará evitando el fisuramiento en la estructura del pavimento y la aplicación de cargas en tiempos prolongados estarán dispuestos a soportar las deformaciones.

Teniendo en consideración lo expuesto se puede decir que el asfalto puede ser modificado con: (caucho, clásticos, hidrocarburos, etc.) teniendo como principal objetivo que el asfalto al ser modificado con estos elementos u otros, mantenga su consistencia en cuanto a las diferentes temperaturas.

Teniendo como ejemplo a tomar: el uso de los polímeros son sustancias orgánicas que contengan un alto peso molecular, se puede determinar que al ser expuestos ante cambios de temperatura se produce un aumento de volumen dentro del asfalto.

Método de marshal

Según (JIMÉNEZ, 2017, P.62). Este método determina el contenido óptimo para las combinaciones adecuadas de los agregados; en la cual puedes determinar la estabilidad y fluencia de mezclas asfálticas preparadas en caliente, estableciendo densidades y contenidos óptimos utilizando el equipo Marshall, las cuales cumplen con lo establecido

con las normas de ensayo: ASTM D-1559; AASHTO T-245.

Según (MTC, 2013, P.583). Se denomina estabilidad de marshal a las deformaciones que puede sufrir la mezcla asfáltica, a consecuencia de una carga impuesta. En la cual se busca determinar la estabilidad y flujo de las muestras compactadas para la cual también esa basada en los tipos de agregados que se utilizó para la mezcla asfáltica

Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos – (Lavado asfáltico).

Según (MTC, 2013, P. 570). utilizados para la determinación el contenido de cemento o residuos asfálticos en la mezcla asfáltica en caliente y muestras de pavimentos que para la aceptación deben de cumplir con especificaciones establecidas en la norma.

1.3.10. El caucho natural.

Según (ESPINOZA, 2008, P.27). Proveniente de látex de ciertas variedades de plantas, pero en particular de una especie llamada Hevea Brasilienses que es oriunda del amazonas. se extrae por medio de un sistema llamado sangrado. La cual a simple vista tiene un aspecto lechoso en la cual esta compuesto del 30 al 36% de hidrocarburos.

1.3.11. El neumático.

Según (MONTIEL, 2008, Pag, 25). Se define como una pieza fundamental que sirve para el desplazamiento de los vehículos colocados en la rueda de los vehículos que al estar en contacto con el suelo hace que tenga un movimiento dinámico. Teniendo como característica fundamental la elasticidad. la cual en su mayoría está compuesta de caucho y otros elementos que son de gran importancia para el buen funcionamiento.

1.3.12. Polvo de neumático

Según VEGA, Danilo. (2016, Pg, 28). Proveniente de la trituración de las llantas, que en su mayoría ya no son utilizadas en la cual son pasados por un proceso de trituración. En la cual podemos llamar polvo aquellas partículas que sean inferiores a 0.063 y en este caso en particular no contendrá textiles ni materiales ferromagnéticos en la cual contamine

1.3.13. Composición y características de los neumáticos

Según ESTRADA, Juan. (2016, Pág. 05). Se denomina neumático la llanta de un vehículo y maquinas, así como: bicicletas, motocicletas, automóviles, camión, maquinarias de industria avión, etc. que este compuesto de goma. Que su función principal es de adherirse al pavimento permitiendo el arranque y frenado, también controla el empuje transitorio entre los ejes y la carretera, los componentes del neumático son:

- **Caucho.** Su principal función es permitir la adecuada alteración del neumático durante su utilización, este puede ser natural o sintético.
- **Negro de humo.** Llamado también “negro de carbón” la cual en este caso es suada como reforzante para el caucho. Se usa primordialmente en la obtención de neumáticos nuevos. Tiene como objetivo, proveer al neumático de tenacidad una mayor firmeza a torsión, tracción y desgaste ante las cargas abrasivas de las carreteras.
- **Óxido de zinc.** compuesto químico, que se encuentran en las baldosas de cerámicas y los vidrios y pinturas. su función principal en los neumáticos es dar blindaje para no permitir oxidaciones. También se usa como acelerador, activador para la vulcanización del caucho, añade fuerza para compuestos de goma, mejora y aumenta su resistencia al calor y degradación ultravioleta.
- **Fibras textiles.** Son de suma importancia para el neumático ya que estas aportan mayor rigidez y resistencia a la estructura de la llanta. Estos se pueden ser (poliéster, nylon, rayón, etc.) la cual en su mayoría son derivados del petróleo obtenidos por síntesis orgánica.
- **Fibras de acero.** tejido metálico que forma el armazón de la rueda que sirve como reducción de la fricción, de esta manera le permite mayor flexibilidad.
- **Azufre.** El azufre se utiliza para producir la combinación del azufre con caucho a la que se le denomina vulcanización, aportando elasticidad y aportando mayor resistencia en contra de ataques químicos.
- **Aditivos.** Los neumáticos necesariamente son fabricados con el uso de aditivos tales como vulcanizadores, plastificantes, retardantes, acelerantes,

entre otros, de esta manera de busca mejorar las propiedades físicas y químicas (durabilidad, resistencia, viscosidad etc) del neumático.

Tabla N° 1 *Composición física y química de neumáticos usados.*

NEUMATICO	
Caucho	62.00
Betún	3.00
Óxido de zinc	3.00
Negro de humo	25.00
Ácido Estearico	2.50
Alquitrán pino	1.30
Azufre	2.00
Antioxidante	0.60
Acelerador	0.60
Total	100.00

Fuente: *Adaptado de (FAJARDO, 2014, P. 66.*

1.4. Problema

Problema general

¿Es posible el diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma – 2018?.

Problemas específicos

P₁: - ¿Cuál será el índice medio diario (IMD) de tráfico vehicular en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma – 2018?

P₂: - ¿Con el levantamiento topográfico del, tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma; Se podrá determinar las pendientes máximas y mínimas necesarias para el diseño del pavimento flexible con polvo de neumático?

P₃: - ¿Cuál será la capacidad portante del suelo en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma?

P₄: - ¿Cuál será la dosificación adecuada que cumpla con la metodología de MARSHALL de la carpeta asfáltica con la adición del polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 70+60 caserío san José –

CP. Carhuapoma?

P5: - ¿cuál será los espesores necesarios de la estructura de pavimento flexible (base, sub base y capeta asfáltica) necesarios para su funcionamiento adecuado. ?

P6: - ¿cuál será la diferencia de costo entre un asfalto modificado con polvo de neumático a comparación del asfalto convencional?

1.5. Justificación del estudio

Justificación teórica

El estudio a realizarse se justifica teóricamente, en realizar un diseño de un pavimento flexible con la aplicación de polvo de neumático, donde se conocerá las proporciones y medidas adecuadas para el buen diseño del nuevo pavimento flexible. haciendo el uso de la norma del MTC, RNE establecidas en la norma CE 010 y bajo la norma AASHTO que está así orientado a validar la información obtenida.

Justificación práctica

En lo práctico, el proyecto a desarrollarse, evidenciará un progreso significativo y de suma consideración en lo que se refiere a pavimentos flexibles; la cual estará enfocada a mejorar la propiedades físicas y mecánicas de pavimento tradicional.

Justificación por conveniencia

Al realizar el siguiente diseño, de un pavimento flexible usando polvo de neumático, se estará haciendo el aporte y una nueva propuesta de diseño de gran utilidad en las infraestructuras viales.

Justificación social

En lo social el desarrollo de presente proyecto se justifica en dos motivos.

Primero, la realización de un proyecto de beneficio a la comunidad, que aporte y de solución una de las diversas carencias que tiene nuestro país (infraestructura vial), teniendo en cuenta que las carreteras son el medio de conectividad más importante en nuestro país, puesto que permite satisfacer las necesidades básicas de educación, trabajo, alimentación y salud. Además de su función primaria de permitir el traslado de las personas, bienes y servicios. que estas a su vez repercuten en la economía de nuestro país, donde se evidencia la carencia de este servicio público.

En segundo punto y no menos importantes, es de hacer un diseño de un pavimento

flexible, con el uso de polvo de neumático. teniendo en cuenta que la materia prima (neumático) a usar. Se evidencia un grave problema medioambiental para la sociedad, debido a la gran cantidad de desechos de neumáticos, donde se ve un cambio negativo en muchos ecosistemas contaminando agua, suelo e incluso el aire, teniendo en consideración estos fenómenos causados por el neumático se conllevará a realizar dicho proyecto que permita dar una solución y mitigación a uno de los principales problemas de contaminación.

Justificación metodológica

Desde el punto de vista metodológico, para poder lograr los objetivos de estudio para un buen diseño de pavimento flexible con la aplicación del polvo de neumático, se acude al empleo de técnicas de investigación como la observación para reconocimiento y ver en qué estado se encuentra actualmente el área en que vamos a diseñar dicho pavimento, así como también el análisis de suelo, topografía y IMD ya que es de vital consideración para el progreso de la investigación.

1.6. Hipótesis.

Hipótesis general.

Es posible diseñar un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 70+60 caserío san José – CP. Carhuapoma – 2018.

Hipótesis específica.

H₁: Al Identificar el índice medio diario (IMD) de tráfico vehicular en el área del proyecto, se contribuirá a determinar de manera óptima el volumen de vehículos que transitan por el tramo en estudio.

H₂: con el levantamiento topográfico del, tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma. Se determinarán las pendientes máximas y mínimas necesarias para el diseño del pavimento flexible con polvo de neumático.

H₃: mediante la determinación de la capacidad portante del terreno (CBR), de la carretera tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma; se podrá diseñara la estructura que soporte el peso del pavimento flexible y las cargas que serán impuestas por el volumen vehicular.

H₄: - Con la aplicación de la metodología de MARSHALL será posible el diseño de la carpeta asfáltica con la adición del polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 70+60 caserío san José – CP. Carhuapoma.

H₅: -Con los datos obtenidos es posible diseñar la estructura de pavimento flexible usando polvo de neumático se analizará el costo de un asfalto modificado con polvo de neumático a comparación del asfalto convencional.

H₆: -Con el diseño del pavimento flexible usando polvo de neumático se analizará el costo de un asfalto modificado con polvo de neumático a comparación del asfalto convencional.

1.7. Objetivos.

Objetivo general.

Diseñar un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma – 2018.

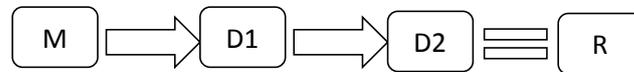
Objetivos específicos.

- Identificar el índice medio diario (IMD) de tráfico vehicular en el tramo del proyecto.
- Realizar el levantamiento topográfico de carretera tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma.
- Determinar la capacidad portante del terreno (CBR), de la carretera tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma.
- Realizar el diseño de mezcla asfáltica usando polvo de neumático por el método Marshall.
- Diseñar la estructura del pavimento flexible de la carretera tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma.
- Analizar el costo de un asfalto modificado con polvo de neumático a comparación del asfalto convencional.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de la investigación

La investigación a realizar tiene un diseño experimental-pre experimental. Por motivos que se hizo la manipulación de los equipos de laboratorio, para realizar los diferentes ensayos para cumplir con los objetivos trazados.



Donde:

M: Muestra de estudio

D1: Aplicación de polvo de neumático

D2: Diseño de pavimento flexible

R: Diseño de pavimento flexible

2.2. Variables, operacionalización

Variables

Variable independiente

- Aplicación del polvo de neumático.

Variable dependiente

- Diseño de un pavimento flexible.

Operacionalización de variable.

Tabla N° 2 Operacionalización de variable.

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Diseño de un pavimento flexible	Determinar la capacidad de carga a soportar.	Índice medio diario (IMD).	-Cantidad de vehículos diarios y anual. -Cantidad de vehículos proyectado. -Carga máxima de diseño. -ESAL.	Numérica
	Determinación de tipo de terreno.	Levantamiento topográfico	-Curvas de nivel -Alineamientos -Perfil longitudinal. -Sección transversal	
Adición del polvo de neumático	Determinar la capacidad portante del suelo.	Determinación del CBR.	-Determinación de la densidad y humedad. -Determinación de las propiedades expansivas del material. -Determinación de la resistencia a la penetración.	Numérica
	los ensayos que se realizarán, serán de gran importancia para determinar si cumplen con los requisitos de acuerdo a norma.	- Diseño de la carpeta asfáltica (Marshal). Diseño de la estructura del pavimento - Análisis de costos	- Densidad - % Vacíos (VTM) - % Vacíos del agregado mineral (VMA) - % Vacíos llenos de Asfalto (VFA) - Estabilidad -Flujo - carpeta asfáltica -Base -Sub base - Precios mano de obra, materiales y herramienta y/o equipos	

2.3. Población y Muestra.

2.3.1. Población.

La población a tomar en cuenta será todo el tramo que conecta a estas dos comunidades, (caserío san José – CP. Carhuapoma) que tiene una longitud de 5.651 km. Iniciando en el tramo un empalme a la margen derecha de la Carretera: Fernando Belaunde Terry. KM 707+310 de la ruta (PE-5N) pertenecientes al distrito de San Rafael, provincia Bellavista y departamento San Martín.

2.3.2. Muestra.

Teniendo como consideración la naturaleza del proyecto a investigar, se tomará la longitud total del tramo 5.650 km, Validos para los estudios que se realizara.

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

Seguidamente se muestra la tabla 3, dando a conocer la técnicas e instrumentos que se realizara para la recolección de datos en el proyecto de investigación denominado. Diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma – 2018.

Tabla N° 3 *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Análisis del tránsito vehicular.	Formato para realizar el conteo vehicular	- MTC 2013 manual de carreteras.
Levantamiento Topográfico.	Libreta de campo	- Recolección de campo.
Estudio de CBR	Fichas de laboratorio Equipo de laboratorio	- MTC, NTP

Validez y confiabilidad

Teniendo en consideración la magnitud del proyecto, los datos obtenidos de campo y laboratorio, la investigación tendrá el nivel de validación y el grado de confiabilidad dado que estarán de acuerdo a las normas y formatos ya establecidos en el RNE, NTP, MTC y AASHTO. La y las fichas de recolección de datos brindadas por el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos – UCV-Tarapoto.

2.5. Método de análisis de datos.

Teniendo en como prioridad el desarrollo de los objetivos del proyecto, y contando la información recolectada en campo para posteriormente ser analizadas en laboratorio, de acuerdo a los métodos y procedimientos técnicos establecidos. Se procederá al diseño del pavimento flexible usando polvo de neumático que está basado en mejor las propiedades físicas y mecánicas del pavimento convencional ya conocido.

2.5.1. Estudio del volumen de tráfico.

La realización del conteo de volumen del tráfico vehicular, se realizó para determinar la cantidad y el tipo de vehículos que transitan por el tramo en estudio. Por el cual se tuvo como guía de apoyo a los formatos ya establecidos en la norma del MTC, “manual de diseño geométrico de carreteras DG -2014”. Evidencias los resultados obtenidos de campo en la en el anexo N° **3.1. Estudio de volumen de tráfico**, figura N° 2 y tabla N°04. La cual han sido extraído del ANEXO N° 02: CONTEO VEHICULAR Mostrando el tipo de vehículo por cada día de la semana; de acuerdo a lo establecido en el MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.

2.5.2. Levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico se realizó con el uso de equipos topográfico como, (GPS, ESTACION TOTAL, WINCHA). Para determinar el trazado del terreno y las pendientes existentes en el tramo; teniendo como guía las libretas de campo y la norma del MTC, “manual de diseño geométrico de carreteras DG -2018”. Teniendo como resultados obtenidos la cual ser evidencian en el ítem N° **3.2. Estudio topográfico, Tabla N° 5, 6 y 7**. Extraídos del trabajo de campo en el ANEXO N° 07: ESTUDIO TOPOGRAFICO. De acuerdo al MTC con un tramo de topografía

plana, dado que las pendientes máximas no exceden del 3%.

2.5.3. Estudio de mecánica de suelos.

Los estudios de mecánica de suelos fueron de suma importancia ya que de ellos dependerá diseñar la estructura del pavimento flexible, para la cual se realizó los estudios de (humedad natural, granulometría, límite líquido, límite plástico y Proctor modificado) la cual se ven reflejados en los resultados de la TABLA N° 9 y 10, de acuerdo a los ANEXO N° 04 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS. Las cuales están establecidas de acuerdo al RNE Y MTC vigentes.

2.5.4. Determinar la capacidad portante del terreno (CBR).

los ensayos de laboratorio, en donde se determinó la capacidad portante del suelo (CBR): La cual se ven reflejados en el ítem N° **3.4. Determinar la capacidad portante del terreno (CBR), Tabla N°11** y ANEXO N° 04 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS. Las cuales están establecidas de acuerdo al RNE Y MTC vigentes.

2.5.5. Diseño de mezclas asfálticas por el método Marshall.

El diseño de pavimento se realizó para poder determinar las carteristas y el comportamiento que tiene este elemento modificado y poder determinar si cumple con lo establecido en la NTP y RNE. Como se puede apreciar en el ítem **3.5. Diseño del pavimento flexible**. En la cual se aprecia los resultados obtenidos entre un movimiento convencional y el pavimento modificado evidencian un extracto de los resultados **obtenidos en la** Tabla N° 12, 13 y 14. De acuerdo a los resultados obtenidos en el ANEXO N° 6 DISEÑO DE PAVIMENTOS. En donde se observan los resultados obtenidos de los diferentes ensayos realizados.

2.5.6. Costo de la mezcla asfáltica.

Para la determinación de costos unitarios para una carpeta asfáltica aplicando polvo de neumático, está basado en los costos unitarios de la mano de obra y materiales actualizados la cual se evidencian en el ítem; **3.6. Comparación de costos unitarios. y en la Tabla N° 11 y 12**. Teniendo en cuenta ambos diseños.

2.6. Aspectos éticos.

El presente proyecto de investigación, está respaldado en el uso de las normas ISO 690, teniendo como finalidad salvaguardar los derechos de auditoria, para la colocación de citas y referencias bibliográfica.

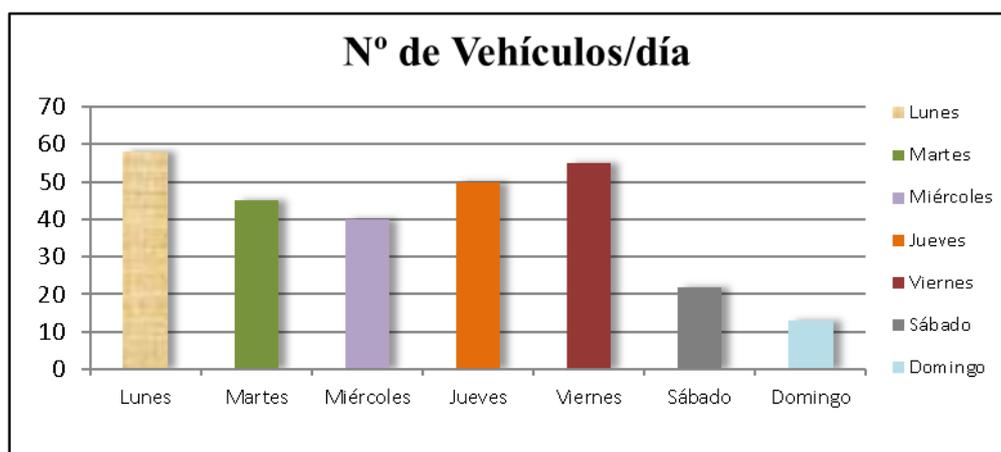
III. RESULTADOS

3.1. Identificar el índice medio diario (IMD).

Tabla N° 4 Resumen del conteo vehicular.

Tipo De Vehículo	Tráfico Vehicular Por Día						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Auto	3	8	10	4	8	1	1
Station Wagon				6			
Pick Up	20	13	9	16	19	9	2
Panel	7	1				2	2
Rural Combi			2		8	2	2
Micro				4	2		
Bus -2 E	10	10	10	10	10		
Camión - 2 E	1	8	1	2		4	2
Camión - 3 E	15	5	8		6	2	
Camión - 4 E							2
Semitrayler - 2s1/2s2	1			2			
Semitrayler >= 3s3				2			
Trayler 2t2	1			4		2	2
Trayler 3t3					2		
Total	58	45	40	50	55	22	13

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 2 Apreciación del volumen de tráfico vehicular.

Interpretación.

En la Tabla N° 04 y Figura N° 4, se muestran de forma resumida los resultados obtenidos del conteo vehicular. Teniendo en cuenta lo establecido en el MTC-Diseño Geométrico (DG-2018). En donde se determinó de acuerdo al conteo vehicular los días de mayor incidencia vehicular, también se determinó los tipos de vehículos de acuerdo a los ejes que tiene cada vehículo.

3.2. Estudio topográfico.

Tabla N° 5 Resumen de cotas de la carretera Caserío San José – CP. Carhuapoma.

N°	Progresivas	cotas
1	0+000	283.80
2	0+500	283.52
3	1+000	239.61
4	1+500	238.92
5	2+000	237.07
6	2+500	238.27
7	3+000	238.60
8	3+500	238.08
9	4+000	239.00
10	4+500	240.84
11	5+000	245.31
12	05+651	256.80

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

En la Tabla N° 5, se muestran de forma resumida los resultados obtenidos del levantamiento topográfico. En cuanto se refiere a cotas cada 500 metros. La cual se ve una incrementación en el último kilómetro.

Tabla N° 6 Resultado de pendientes.

Resultado de pendientes	
Kilometro	Pendientes L. (%)
0+00 - 1+00	1.50
	0.51
	0.26
	0.70
	0.01
1+00 - 2+00	0.05
	0.28
	1.20
	0.12
2+00 - 3+00	0.38
	0.33
	0.20
3+00 - 4+00	0.10
	-0.04
	0.25
4+00 - 5+00	0.25

	0.86
	0.92
5+00 - 5+562	2.47
	0.92

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

En la Tabla N° 6, se muestran de forma resumida los resultados obtenidos del levantamiento topográfico. En cuanto a las pendientes existentes en el tramo (Caserío San José – CP. Carhuapoma) en la cual no tenemos pendientes mayores al 3 %.

Tabla N° 7 Clasificación por orografía Caserío San José – CP. Carhuapoma.

Clasificación por orografía Caserío San José – CP. Carhuapoma.						
Clasificación	Pendientes máximas por Kilometro (%)					
	0 a 1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6
Terreno plano (<3%)	1.50	1.20	0.33	0.25	0.86	2.47
Terreno ondulado (3% y 6%)						
Terreno accidentado (6% y 8%)						
Terreno escarpado (>8%)						

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

En la Tabla N° 7, se muestran de forma resumida los resultados en cuanto a pendientes del terreno en el tramo Caserío San José – CP. Carhuapoma obtenidos del levantamiento topográfico. Teniendo en cuenta lo establecido en el MTC-2013. En donde se determinó de acuerdo a las pendientes longitudinales el tipo de orografía. Se clasifican en un terreno de (tipo plano). Donde las pendientes no exceden de 3% para todos los tramos de la vía en estudio.

Tabla N° 8 Curvas horizontales tramo caserío san José – cp. Carhuapoma.

curvas horizontales tramo caserío san José – cp. Carhuapoma.								
PI N°	RADIO	T	LC	PC	PI	PT	NORTE (Y)	ESTE (X)
1	20.32	9.05	19.32	1+312.88	1+321.80	1+303.83	9222774.02	333811.001

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

En La tabla N° 8, se precia los resultados de las curvas horizontales, en la cual se observa una curva en todo el tramo. Dado que el tramo en estudio está en forma recta y solo se tiene un quiebre en todo el tramo de 5+652.

3.3. Estudio de la capacidad portante del suelo (CBR)

Tabla N° 9 *Numero de calicatas y ubicación.*

Calicata	Profundidad (m)	Ubicación
C-1	1.50	0+000
C-2	1.50	1+000
C-3	1.50	2+000
C-4	1.50	3+000
C-5	1.50	4+000
C-6	1.50	5+652

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

En la Tabla N° 9. Se observa de forma resumida la explotación de campo inicio con la excavación de calicatas en el tramo: (Caserío San José – CP. Carhuapoma). En la cual se hizo la extracción del material por cada capa, con una profundidad de 1.50m y una distancia de separación de calicatas de 1000 m. De acuerdo a lo establecido en el MTC manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018. En la tabla 06 se presenta en síntesis resumida el trabajo de exploración realizado en campo.

Tabla N° 10 *Clasificación de suelos del tramo Caserío San José – CP. Carhuapoma.*

Clasificación de suelos del tramo Caserío San José – CP. Carhuapoma					
Calicata N°	Estrato N°	Prog.	AASHTO	SUCS	tipo de suelo
C-1	E-2	0+000	A-4(0)	SC-SM	Arena y suelos arenosos
C-2	E-2	1+000	A-7-6(17)	CL	
C-3	E-2	2+000	A-6(10)	CL	Arcilla inorgánica de mediana a baja plasticidad de color Marrón claro.
C-4	E-2	3+000	A-6(11)	CL	
C-5	E-2	4+000	A-7-6(19)	CL	
C-6	E-2	5+655	A-7-6(16)	CL	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

En la Tabla N° 9. se observa de forma resumida los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio en donde se clasifico de acuerdo a las normas internacionales de clasificación de suelos (AASHTO y SUCS) en donde se determinó dos tipos de suelos las cuales son. (CL y SC-SM) la cuales se encuentran en el tramo: (Caserío San José – Cp. Carhuapoma).

Tabla N° 11 Resultados de los ensayos de CBR.

Calicata N°	Prog.	Proctor Modificado ASTM D-1557		Ensayo de CBR (California Bering Ratio) ASTM - D 1883		Categoría de Subrasante CBR 0.1" de Penetración
		Max. Densidad Seca	Humedad Optima	Al 100% de la Max. Densidad Seca	Al 95% de la Max. Densidad Seca	
C-1	0+000	1.95	8.5	15.48	10.93	S3 Subrasante Buena
C-2	1+000	1.82	14.6	11.11	7.08	S2 Subrasante Regular
C-3	2+000	1.89	12.5	12.48	7.96	S2 Subrasante Regular
C-4	3+000	1.89	12.4	12.48	7.78	S2 Subrasante Regular
C-5	4+000	1.8	14.6	10.49	6.33	S2 Subrasante Regular
C-6	5+652	1.81	13.9	11.4	6.87	S2 Subrasante Regular

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

En la Tabla 11, se puede apreciar los resultados obtenidos de la mecánica de suelos. En la cual se realizó los ensayos correspondientes como. Humedad natural, granulometría, limite líquido, limite plástico y Proctor modificado y CBR de acuerdo con los objetivos específicos del proyecto.

De acuerdo a los ensayos, se tuvo como resultado de CBR se realizó la clasificación de las muestras de acuerdo a la norma SUCS se tuvieron los siguientes resultados: calicata C-01: S3 Subrasante Buena y para las calicatas C-02, C-03, C-04, C-05 y C-06 se clasifico como un S2 Subrasante.

3.4. Diseño de mezclas asfálticas por el método Marshall.

Tabla N° 12 Resumen del ensayo MARSHALL ASTM D-1559.

	Convencional	Modificado polvo de neumático	Espec.
Flujo	2.29 m	3.4 m	2 - 3
Estabilidad	1144 kg	1235 kg	Min. 815
Estabilidad/ Flujo	3461kg/cm	3635 kg/cm	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

En la Tabla N° 12, se muestran de forma resumida los resultados obtenidos de la del ensayo MARSHALL ASTM D-1559. la cual mide la resistencia de la Mezcala asfáltica teniendo valores de flujo (2.29 y 3.4) mm y estabilidad (1144 y 1235) Kg. para la mezcla asfáltica convencional y la modificada con polvo de neumático.

Tabla N° 13 Resultados del lavado asfáltico.

RESULTADOS DEL LAVADO ASFALTICO			
		CONVENCIONAL	MODIFICADO
Peso del asfalto	gr.	56.10	55.70
Contenido de asfalto	%	5.78	5.74
Relación Polvo - Asfalto		1.17	1.18

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

En la Tabla N° 13, se aprecia los resultados obtenidos por el lavado asfáltico, de las dos muestras (convención – modificado) en l cual se encuentras resultados del 5.78 y 5.74 en lo que respecta al contenido de asfalto.

Tabla N° 14 Cuadro resumen de dosificación usando polvo de neumático.

Dosificación	
agregados	Cantidad %
Gravilla Chancada Rio Huallaga 1/2"	38.0%
Arena Chancada Rio Huallaga 3/16"	40.0%
Arena Natural Rio Cumbaza	22.0%
Polvo Neumático	8.0%
Aditivo mejorador de adherencia Ricot Z	0.75% (peso en ligantes)
Cemento Asfáltico	PEN 60 - 70

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

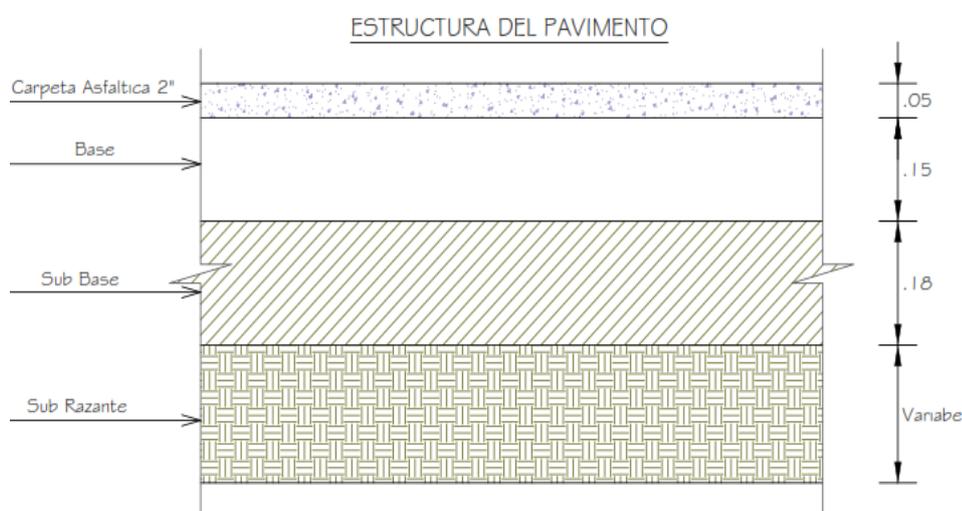
En la Tabla N° 14, se muestran de forma resumida los resultados obtenidos para lo dosificación adecuada, sin que la carpeta asfáltica tienda a fallar en la cual se encuentra los siguiente (Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMATICO 8.0%).

3.5. Diseño de la estructura del pavimento flexible.

Tabla N° 15 Espesores de la estructura del pavimento.

Espesores de la estructura del pavimento	
Carpeta de rodadura	5 cm
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	15 cm
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS	18 cm

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 5 Apreciación del volumen de tráfico vehicular.

Interpretación.

En la Tabla N° 15, se muestran los espesores que compondrán la estructura del pavimento de acuerdo a los cálculos obtenidos, tenemos una carpeta asfáltica de 5 c, base de 15 cm y una sub base de 18 cm.

3.6. Comparación de costos unitarios.

Tabla N° 15 *Carpeta asfáltica en caliente -convencional.*

CARPETA ASFALTICA -CONVENCIONAL					
Rendimiento: 10.00 m3/DIA			Costo por m3: 698.11		
Descripción Recurso	Unid.	Cuad.	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Capataz	hh	0.1000	0.0800	25.21	2.02
Oficial	hh	2.0000	1.6000	17.03	27.25
Peon	hh	6.0000	4.8000	15.33	73.58
					102.85
Materiales					
Grava chancada 1/2" - huallaga	m3		0.3800	70.00	26.60
Arena natural - cumbaza	m3		0.2200	50.00	11.00
Arena chancada 3/16" - huallaga	m3		0.4000	80.00	32.00
Mejorador de adherencia (quimibond)	kg		0.7500	31.00	23.25
Cemento asfaltico pen 60/70	gal		40.0000	11.00	440.00
					532.85
Equipos					
Herramientas manuales	% mo		5.0000	102.85	5.14
Rodillo neumatico autopulsado 5.5 - 20 ton	hm	0.0334	0.0267	175.00	4.67
Rodillo tandem	hm	0.0334	0.0267	170.00	4.54
Pavimentadora sobre llantas 10' - 16'	hm	0.3338	0.2670	180.00	48.06
					62.41

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 16 Carpeta asfáltica -modificada (polvo de neumático).

CARPETA ASFALTICA -MODIFICADA (POLVO DE NEUMATICO)					
Rendimiento: 10.00 m3/DIA			Costo por m3: 678.71		
Descripción Recurso	Unid.	Cuad.	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Capataz	hh	0.1000	0.0800	25.21	2.02
Oficial	hh	2.0000	1.6000	17.03	27.25
Peon	hh	6.0000	4.8000	15.33	73.58
					102.85
Materiales					
Grava chancada 1/2" - huallaga	m3		0.3800	70.00	26.60
Arena natural - cumbaza	m3		0.2200	50.00	11.00
Arena chancada 3/16" - huallaga	m3		0.4000	80.00	32.00
Polvo de neumático	kg		158.00	0.10	15.80
Mejorador de adherencia (quimibond)	kg		0.7500	31.00	23.25
Cemento asfáltico pen 60/70	gal		36.800	11.00	404.80
					513.45
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		5.0000	102.85	5.14
Rodillo neumático autoprepulsado 5.5 - 20 ton	hm	0.0334	0.0267	175.00	4.67
Rodillo tandem	hm	0.0334	0.0267	170.00	4.54
Pavimentadora sobre llantas 10' - 16'	hm	0.3338	0.2670	180.00	48.06
					62.41

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la Tabla N° 15 y 16. Se aprecia los análisis de costos unitarios, en la cual nos servirá para determinar el precio por metro cubico (m3); teniendo en cuenta los recursos (humanos, materiales y equipos) que servirán en la fabricación de la carpeta asfáltica. Teniendo en cuenta los precios actuales de las zonas en que nos encontramos. Esto nos servirá para saber las diferencias de costos entre una mezcla asfáltica convención y una mezcla asfáltica modificada con polvo de neumático que hacienden a (698.11 y 678.71) S/. viéndose una notable diferencia entre estas dos mezclas asfálticas.

3.7. Diferencia de Costos por m3.

Tabla N° 17 Comparación de precios asfalto convencional – asfalto modificado.

DIFERENCIA DE COSTOS POR M3		
descripción	pavimento convencional.	pavimento modificado usando polvo de neumático.
PRECIO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA	S/. 698.11	S/. 678.71

Fuente: *Elaboración propia.*

Interpretación

En la Tabla N° 19, se se puede apreciar los resultados obtenidos análisis de costos unitario por m3 de los diferentes pavimentos. Teniendo una diferencia de S/. 19.40 a favor del pavimento modificado con polvo de neumático.

IV. DISCUSIÓN

Teniendo como primer punto de acuerdo a los objetivos específicos, se realizó el estudio de (IMD). La cual, según “Planeamiento y diseño preliminar de carriles de sobrepaso para vías de primer orden en zonas accidentadas y de altura” (QUIÑONEZ, 2011, p.40). afirma que. “Los conteos volumétricos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico vehicular que soporta la carretera en estudio, así como su composición vehicular y la variación diaria”. por tanto, teniendo en consideración lo antes mencionado se realizó el estudio, evidenciándose un volumen de tráfico vehicular de 46 Veh/diarios y calculando un volumen proyectado a 15 años con 60 Veh/ diario. De acuerdo a la guía establecida en el MTC: DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018, la cual validan de forma interna los resultados obtenidos. Para cual esta carretera debe ser diseñada y satisfacer las necesidades a futuro sin ningún problema alguno. En consecuencia, como se evidencia un bajo volumen de tráfico vehicular y teniendo en cuenta la clasificación de acuerdo a norma: se identificó el tramo en estudio como trocha carrozable con un IMD menor a 400 Veh/día, con un ancho de 4.00 ml.

Siguiendo con las exigencias de la investigación, se realizó el levantamiento topográfico en la cual, según CASANOVA, Leonardo. Topografía Plana. afirma que dicho trabajo “se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre”. Es así que se realizó el levantamiento topográfico y se determinó las pendientes mínimas y máximos, la cual estos no superan el 3%. Por tanto, Mediante el MTC: DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018. Se identificar el tipo de topografía de acuerdo a los perfiles del tramo y de acuerdo a norma, se encuneta contemplado como (terreno plano) con pendientes longitudinales menores al 3%. En la cual es terreno presenta condiciones favorables y no representara la realización de mayores cortes ni rellenos.

Los estudios de mecánica de suelo en cuanto a los ensayos de CBR. la cual (BOTÍA 201, p.133). El método del CBR que en sus siglas significa California Bearing Ratio en la cual consiste en la colocación de cargas mediante un pistón metálico de 0.50 pulgadas donde es introducido en el suelo que se encuentra en el molde en

teniendo como objetivo determinar .Contenido de Humedad, Densidad Humedad, Densidad Seca y Porcentaje de Expansión; por tanto teniendo en cuenta lo antes mencionado se puede afirmar que el CBR, es un ensayo fundamental para determinar la resistencia del suelo. la cual se logró determinar las características físicas y mecánicas del suelo, como también la clasificación de estas mediante la norma SUCS. Según los ensayos realizados en laboratorio de acuerdo a RNE Y NTP se determinó dos tipos de suelos (S3 Subrasante Buena y S2 Subrasante Regular) de acuerdo a la categoría de subrasante. según el MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS-2014.

El diseño de la carpeta asfáltica polvo de neumático, y según QUIÑONEZ. Afirma que. La mezcla asfáltica es combinación de materiales pétreos, minerales y asfalto; las cuales están proporcionadas de forma exacta, dando como resultado el rendimiento adecuado y necesario para su funcionalidad. En la cual se hizo dicha combinación de esos materiales, rigiéndonos de acuerdo las normas establecidas en la cual cumple con los requisitos mínimos establecidos en ello. De acuerdo a los estudios de marshal SEGÚN (JIMÉNEZ, 2017, P.62). Este método determina el contenido óptimo para las combinaciones adecuadas de los agregados; en la cual puedes determinar la estabilidad y fluencia de mezclas asfálticas preparadas en caliente, estableciendo densidades y contenidos óptimos utilizando el equipo Marshall, las cuales cumplen con lo establecido con las normas de ensayo: ASTM D-1559; AASHTO T-245.). En la cual se tuvo resultados satisfactorios que cumplen con los requisitos mínimos establecidos en el MTC Diseño de pavimentos.

De acuerdo a la diferencia de costos por m³, en la producción de los asfaltos se pudo determinar que el costo del asfalto modificado con polvo de neumático, resulta más económico con una diferencia de S/.19.40. por tanto, también se muestra una diferencia en el tiempo de vida útil de pavimento modificado debido a la durabilidad y estabilidad que se muestra en los ensayos.

4.1. Contrastación de hipótesis.

En el proceso de la investigación se han realizado una serie de estudios para cumplir con el propósito del proyecto. entre los cuales tenemos. estudio de IMD, conociendo así la

cantidad y el tipo de tránsito que concurre por determinado tramo, el estudio topográfico, ya que permitió poder conocer todas las características del terreno como los desniveles y alineamientos.

Los estudios de mecánica de suelos fueron de gran importancia para poder determinar las características del suelo en la zona de estudio, la cual servirá como terreno de fundación para el diseño del pavimento.

Al realizar el diseño de carpeta asfáltica convencional y modificada con polvo de neumático se usó la metodología de Marshall, en la cual es de suma importancia para conocer la resistencia de la carpeta asfáltica y poder determinar que cumple las condiciones necesarias para ser empleada si problema alguno. Ante estos resultados obtenidos se procedió a ser el análisis de costos unitario en la cual nos ayudó a determinar el costo exacto por m³, de estos dos pavimentos para poder determinar cuál de ellos es más económico en su fabricación.

De acuerdo a los resultados encontrados y presentados en nuestra hipótesis, respalda al. Diseño de un pavimento un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 Caserío San José – CP. Carhuapoma.

V. CONCLUSIONES

- 5.1.** según el estudio del estudio de tráfico del tramo: (caserío San José - C.P. Carhuapoma). Se ha logrado identificar un índice medio diario de 46 Veh/día; la cual no superan los 400 Veh/diarios, por lo cual de acuerdo al MTC se clasifica como tocha carrozable.
- 5.2.** Mediante el levantamiento topográfico se determinó que el proyecto en estudio, tiene una topografía plana; teniendo pendiente que no sobrepasan de 3 %.
- 5.3.** la capacidad portante del suelo CBR, se encuentra en una categoría de S2 Subrasante regular. Mediante estos resultados encontrados gracias a los ensayos realizados en laboratorio.
- 5.4.** Mediante la realización de los ensayos de Marshall con diferentes porcentajes de caucho para encontrar el óptimo en el cual se demuestra que si se puede utilizar como elemento para la elaboración en la mezcla asfáltica, y que cumple con los requisitos establecidos demostrando así que el pavimento convencional tiene resultados favorables en cuanto a estabilidad y fujos.
- 5.5.** Se determinó las medidas adecuadas para el buen funcionamiento de la estructura del pavimento flexible. haciendo uso de la metodología AASHTO 93.
- 5.6.** Después de realizar los ensayos correspondientes se determinó el costo unitario de un pavimento convencional, la cual asciende a S/. 698.11 y un pavimento modificado con polvo de neumático con un costo de S/. 678.71 por m³. una diferencia entre estos dos pavimentos de (s/. 19.40),

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1.** Teniendo en cuenta la ejecución del proyecto a futuro, se debe realizar una verificación de los datos en función al volumen de tránsito, considerando que estos puedan tener ciertas variaciones a causa de la movilización tanto social y económica que se pueda percibir en la zona de investigación.
- 6.2.** Se recomienda usar topografía antes de dar comienzo a la ejecución del proyecto, con la intención de realizar un drenaje pluvial que cumpla con las expectativas esperadas, para evitar dañar a la estructura del pavimento.
- 6.3.** Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la mecánica de suelos, se recomienda la eliminación de todo el material de relleno y/o orgánico que pueda existir en el tramo. Para luego ser colocado el material seleccionado que cumpla con los requisitos establecidos de acuerdo a los resultados encontrados.
- 6.4.** Se recomienda que, al momento de realizar los estudios de Marshall, todos los materiales deben estar calentado para poder realizar un buen diseño.
- 6.5.** Se recomienda usar los espesores encontrados en la metodología AASHTO 93 usan los valores recomendados por el MTC por lo cual su valor está comprobado.
- 6.6.** Se recomienda que ante la ejecución de proyecto (diseño de pavimento flexible usando polvo de neumático) se realice un nuevo costo de presupuestos, debido a que los precios puedan variar en la mano de obra y materiales.

REFERENCIAS

ANGASPILCO, Cristhian. *Nivel de serviciabilidad en las avenidas; atahualpa, juan XXIII, independencia, de los héroes y san martín de la ciudad de Cajamarca*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De Cajamarca, Perú. 2014

BOTÍA, Wilmar. *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo*. (Tesis Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería. Bogotá, 2015. p 18.

DIAZ, César y CASTRO, Liliana. *Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá*. (tesis para optar el tito de ingeniero civil). Universidad santo Tomás, Bogotá, Colombia.2017.

ESPINOZA, Gustavo. *Validación del proceso productivo del caucho en base a ensayos de dureza*. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Industria) Pontificia universidad católica del Perú. Lima, Perú. 2008.

ESTRADA, Juan. En su investigación. *Estudio de propiedades físico mecánicas y de durabilidad del hormigón con caucho*. (Tesis pregrado). Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España. 2016.

FAJARDO, Luis y VERGARAY, Douglas. En su tesis. *Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas*. universidad san Martín de Porres. Lima, Perú. 2014.

GARCIA MARQUEZ, Fernando, Curso Básico de Topografía, México, 1994.

JIMÉNEZ, José. En su tesis. *Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET*". Universidad señor de Sipán. Pimentel, Perú. 2017.

MAILA, Manuel. En su trabajo de investigación. *comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímero etileno vinil acetato (eva)*. Universidad central del ecuador. Quito, Ecuador. 2013.

MONTIEL, Adolfo. en su trabajo de investigación. *Reciclaje de neumáticos y su aplicación en la construcción*. (Tesis para optar al Título de Ingeniero Constructor.). Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 2008.

MORALES pedro, CHAVEZ Oswaldo Y LOPEZ, Luiz. Efectos de la alta compactación de la capa de base en pavimentos flexibles, (tesis monográfica) universidad nacional de ingeniería, Managua. Nicaragua. 2009.

MTC. en su manual de carreteras “suelos geología, geotecnia y pavimentos”. Perú, 2013.

MTC. En su manual de carreteras “DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018”. Perú, 2018

MTC. En su manual de carreteras “Manual De Ensayo de Material – 2013”. Perú, 2018

ORELLANA, Susana. En su trabajo de investigación. *Análisis del comportamiento y beneficios de las mezclas asfálticas tibias*. Universidad nacional de ingeniería, Lima, Perú. 2016.

PEREDA, Danfer y CUBAS, Nahum. En su trabajo de investigación titulado: *Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales*. (tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. 2015.

PINCHI, Luis. En su trabajo de investigación. *Diseño de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente tramo banda de shilcayo – las palmas*. Universidad nacional de san martin-tarapoto, Peru.2017.

QUIÑONEZ, Elifio. En su tesis. *Planeamiento y diseño preliminar de carriles de sobrepaso para vías de primer orden en zonas accidentadas y de altura*. Universidad Nacional De Ingeniería, Perú, 2011.

SEGOVIA, Raul. En su trabajo de investigación titulado: *Estudio del efecto de la variación en la granulometría del caucho en mezclas asfálticas por vía seca*. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile. 2007.

VEGA, Danilo. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico*. Universidad Técnica De Ambato, Ambato, Ecuador. 2016.

VILLAGARAY, Edwin. En su trabajo de investigación titulado: *Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la avenida trapiche-comas (remanso) 2017*. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. 2017.

WULF, Fernando. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero*. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 2008.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma – 2018”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORE	METODOLOGÍA
¿Es posible el diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma – 2018?	OBJETIVO GENERAL	Es posible diseñar un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma – 2018.	DIÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE. -Cantidad de vehículos diarios y anual. -Cantidad de vehículos proyectado. -Carga máxima de diseño. -ESAL. -Curvas de nivel -Alineamientos -Perfil longitudinal. -Sección transversal -Determinación de la densidad y humedad. -Determinación de las propiedades expansivas del material. -Determinación de la resistencia a la penetración.	El presente proyecto de investigación es del tipo APLICADA, debido a que se cuenta con el conocimiento presente en bases teóricas, sustentadas en la NTP, RNE, ASSTHO, MTC las mismas que serán usadas en el Diseño de un pavimento flexible, su Nivel es EXPLICATIVO, pues se analizarán los resultados y fundamentarán en las pruebas de laboratorio, así mismo, se estableció un Diseño CUASI EXPERIMENTAL debido a que existe la manipulación de variables y la presencia de dos grupos, en tanto uno se configuró en el experimental, donde se aplica el estudio, y el; finalmente el Enfoque de la investigación sera Cualitativo puesto que, los resultados que se obtengan tras realizar los ensayos de laboratorio
	OBJETVO ESPECIFICOS			
	- Identificar el índice medio diario (IMD) de tráfico vehicular en el tramo del proyecto. - Realizar el levantamiento topográfico de carretera tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma.			

	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar la capacidad portante del terreno (CBR), de la carretera tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma. - Realizar el diseño de mezcla asfáltica usando polvo de neumático por el método Marshall. - Diseñar la estructura del pavimento flexible de la carretera tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 caserío san José – CP. Carhuapoma. - Analizar el costo de un asfalto modificado con polvo de neumático a comparación del asfalto convencional. 		<p style="text-align: center;">ADICIÓN DEL POLVO DE NEUMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Densidad - % Vacíos (VTM) - % Vacíos del agregado mineral (VMA) - % Vacíos llenos de Asfalto (VFA) - Estabilidad -Flujo - carpeta asfáltica -Base -Sub base - Precios mano de obra, materiales y herramienta y/o equipos 	<p>en cuanto a las proporciones de la mezcla y la resistencia de pavimento a proponer.</p>
--	--	--	---	--

ESTUDIO DE (IMD)

RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR

Para el siguiente proyecto de investigación se realizó el conteo vehicular, teniendo en consideración las horas punta; en donde se evidencia mayor cantidad de tráfico vehicular.

FIGURA N° 04. Formato de campo, utilizado en el conteo vehicular del día lunes en el tramo, caserío San José – cp. Carhuapoma. Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, San Martín.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		Tramo 01										ESTACION		E 01 - E 02 - E 03								
SENTIDO		Sur a Norte					Norte a Sur					DIA		Lunes								
UBICACIÓN		caserío san José – cp. carhuapoma.										FECHA		08 de Abril del 2019								
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
		PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E		2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
6:00 - 8:00	S - N			3	2			4			1											
	N - S	1		6				4			1											
11:00 - 1:00	S - N			3	1						4		1									
	N - S	1		1	1						3						1					
4:00 - 6:00	S - N			3	1			2			3											
	N - S	1		4	2			2		1	3											
TOTAL		3	0	20	7	0	0	10	0	1	15	0	1	0	0	0	1	0	0	0		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Formato de campo, utilizado en el conteo vehicular del día martes en el tramo, caserío San José – cp. Carhuapoma. Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, San Martín.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		Tramo 01										ESTACION		E 01 - E 02 - E 03							
SENTIDO		Sur a Norte					Norte a Sur					DIA		Martes							
UBICACIÓN		caserío san josé – cp. carhuapoma.										FECHA		09 de Abril del 2019							
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIO NETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	≥ 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
6:00 - 8:00	S - N	2		4				4		2	2										
	N - S	2		1	1			4		1	1										
11:00 - 1:00	S - N	2		3						2											
	N - S	1		3																	
4:00 - 6:00	S - N			2				2		2	2										
	N - S	1						2		1											
TOTAL		8	0	13	1	0	0	10	0	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Formato de campo, utilizado en el conteo vehicular del día miércoles en el tramo, caserío San José – cp. Carhuapoma.

Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, San Martín.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		Tramo 01										ESTACION		E 01 - E 02 - E 03							
SENTIDO		Sur a Norte					Norte a Sur					DIA		Miercoles							
UBICACIÓN		caserío san josé – cp. carhuapoma.										FECHA		10 de Abril del 2019							
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIO NETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	≥ 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
6:00 - 8:00	S - N	4	1	4		1		4			2				1						
	N - S		1					4			2										
11:00 - 1:00	S - N									1	2										
	N - S	4		4		1									1						
4:00 - 6:00	S - N							2													
	N - S	2		1				2			2										
TOTAL		10	0	9	0	2	0	10	0	1	8	0	0	0	2	0	0	0	0		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Formato de campo, utilizado en el conteo vehicular del día jueves en el tramo, caserío San José – cp. Carhuapoma. Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, San Martín.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		Tramo 01										ESTACION		E 01 - E 02 - E 03							
SENTIDO		Sur a Norte					Norte a Sur					DIA		Jueves							
UBICACIÓN		caserío san José – cp. carhuapoma.										FECHA		11 de Abril del 2019							
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIO NETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	≥ 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
6:00 - 8:00	S - N	2	3	4			1	4		1			1				2				
	N - S			3			1	4		1											
11:00 - 1:00	S - N		1				1														
	N - S	2	2	3			1					1									
4:00 - 6:00	S - N			2				2													
	N - S			4				2									2				
TOTAL		4	6	16	0	0	4	10	0	2	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Formato de campo, utilizado en el conteo vehicular del día viernes en el tramo, caserío San José – cp. Carhuapoma. Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, San Martín.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		Tramo 01										ESTACION		E 01 - E 02 - E 03							
SENTIDO		Sur a Norte					Norte a Sur					DIA		Viernes							
UBICACIÓN		caserío san josé – cp. carhuapoma.										FECHA		12 de Abril del 2019							
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIO NETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	≥ 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
6:00 - 8:00	S - N			4		4	2	4			1										
	N - S	4		2				4			1										
11:00 - 1:00	S - N	2		4							1								1		
	N - S			1							1								1		
4:00 - 6:00	S - N			2				2			1										
	N - S	2		6		4		2			1										
TOTAL		8		19	0	8	2	10	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Formato de campo, utilizado en el conteo vehicular del día sábado en el tramo, caserío San José – cp. Carhuapoma. Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, San Martín.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		Tramo 01										ESTACION		E 01 - E 02 - E 03							
SENTIDO		Sur a Norte					Norte a Sur					DIA		Sabado							
UBICACIÓN		caserío san josé – cp. carhuapoma.										FECHA		13 de Abril del 2019							
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIO NETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	≥ 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
6:00 - 8:00	S - N			1						1	1					1					
	N - S	1		1						1						1					
11:00 - 1:00	S - N			1	1	1					1										
	N - S			1	1	1															
4:00 - 6:00	S - N																				
	N - S																				
TOTAL		1		4	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Formato de campo, utilizado en el conteo vehicular del día domingo en el tramo, caserío San José – cp. Carhuapoma. Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, San Martín.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		Tramo 01										ESTACION		E 01 - E 02 - E 03							
SENTIDO		Sur a Norte					Norte a Sur					DIA		Domingo							
UBICACIÓN		caserío san José – cp. carhuapoma.										FECHA		14 de Abril del 2019							
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIO NETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	≥ 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
6:00 - 8:00	S - N										1					2					
	N - S	1									1					1					
11:00 - 1:00	S - N				1	1															
	N - S			1	1	1					1										
4:00 - 6:00	S - N			1												1					
	N - S															1					
TOTAL		1	0	2	2	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	3	0	0	0		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Formato de resumen semanal del estudio de clasificación vehicular en el tramo, Caserío San José – cp. Carhuapoma. Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, San Martín.

RESUMEN SEMANAL - ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		Tramo 01	
SENTIDO		Sur a Norte	Norte a Sur
UBICACIÓN		Caserío San José – CP. Carhuapoma.	

ESTACION	E 01 - E 02 - E 03
DIA	-
FECHA	-

DIA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
Lunes	3	0	20	7	0	0	10	0	1	15	0	1	0	0	0	1	0	0	0	58
Martes	8	0	13	1	0	0	10	0	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
Miercoles	10	0	9	0	2	0	10	0	1	8	0	0	0	0	2	0	0	0	0	42
Jueves	4	6	16	0	0	4	10	0	2	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	48
Viernes	8	0	19	0	8	2	10	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	55
Sabado	1		9	2	2	0	0	0	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	22
Domingo	1	0	2	2	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	13
TOTAL	35	6	88	12	14	6	50	0	18	36	2	3	0	0	2	9	0	0	2	283

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO

Para el proyecto de investigación, se realizará el cálculo del volumen de tránsito por el tipo de vehículo, donde se tendrá en cuenta los siguientes cálculos.

$$IMD = \left(\frac{5VDL + VS + VD}{7} \right) * VDS$$

VDL : Volumen promedio de días laborales

VS : Volumen del día sábado

VD : Volumen del día domingo

VDS : Factor de corrección estacional (1.13114)

CÁLCULO DE VEHÍCULOS DIARIOS LIGEROS (VDL)

Para el siguiente cálculo, se tomo en cuenta la sumatoria de los vehículos ligeros de cada día, que están comprendidos por: (Auto, Station Wagon, Pick Up, Panel y Rural Combi)

$$VDL = \left(\frac{VLL + VLm + VLm + VLj + VLv}{5} \right)$$

$$VDL = \left(\frac{30+22+21+26+35}{5} \right) = 26.80$$

$$VDL = 26.80$$

Remplazando el valor de (**VDL**) en la formula general para calcular el (**IMD**)

Sabemos que:

$$VS = 14$$

$$VLS = 7$$

$$IMD = \left(\frac{5(26.80) + 14 + 7}{7} \right) * 1.13114$$

$$IMD = 25 \frac{Veh}{Dia} \quad (Actual)$$

CÁLCULO DE VEHÍCULOS DIARIOS PESADOS (VDP)

$$VDP = \left(\frac{28+23+21+22+20}{5} \right) = 26.80$$

$$VDP = 19.22$$

Remplazando el valor de (VDP) en la formula general para calcular el (IMD)

Sabemos que:

$$VS = 8$$

$$VLS = 6$$

$$IMD = \left(\frac{5(19.22) + 8 + 6}{7} \right) * 1.33894$$

$$IMD = 21Veh/Dia(Actual)$$

POR TANO EL IMD TOTAL SERA (Suma de los IMD)

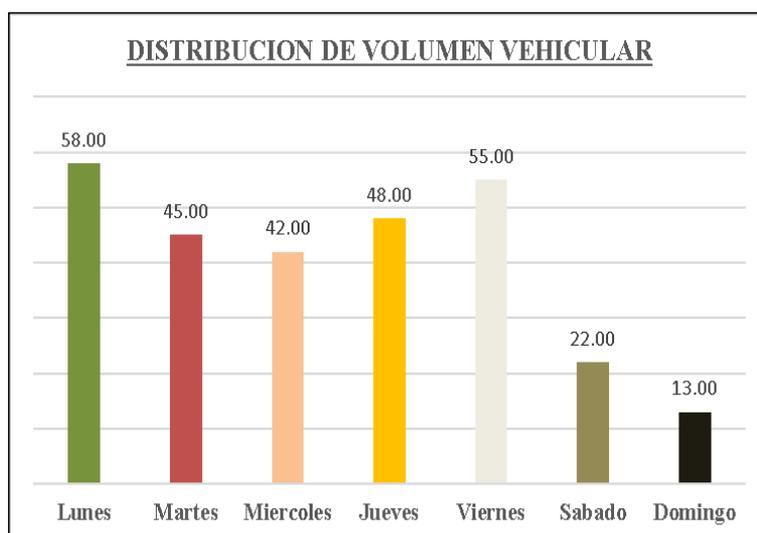
$$IMDT = 25 + 21 = 46 Veh/Dia (Actual)$$

Figura 9. Formato de resumen semanal del estudio de clasificación vehicular en el tramo, Caserío San José – cp. Carhuapoma. Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, San Martín.

DIA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION				SEMI TRAYLER		TRAYLER		TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	>= 3S3	2T2	3T3		
Lunes	3		20	7			10	1	15		1		1		58.00	
Martes	8		13	1			10	8	5						45.00	
Miercoles	10		9		2		10	1	8		2				42.00	
Jueves	4	6	16			4	10	2			2		4		48.00	
Viernes	8		19		8	2	10		6					2	55.00	
Sabado	1		9	2	2			4	2				2		22.00	
Domingo	1		2	2	2			2	0	2			2		13.00	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Distribución del Volumen Vehicular durante la semana.



Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL IMD PROMEDIO

Para los cálculos que se realizaron se tuvo en cuenta los factores de corrección las cuales serán aplicados para el calculo de IMDa.

F.C. Vehículos ligeros: 1.13113666

F.C. Vehículos pesados: 1.33894558

Figura 10. Cálculo del IMDa en el tramo, Caserío San José – cp. Carhuapoma. Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, San Martín.

TIPO DE VEHICULO	TRAFICO VEHICULAR POR DIA							TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDa
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO				
AUTO	3	8	10	4	8	1	1	35	5	1.1311367	6
STATION WAGON				6				6	1	1.1311367	1
PICK UP	20	13	9	16	19	9	2	88	13	1.1311367	14
PANEL	7	1				2	2	12	2	1.1311367	2
RURAL Combi			2		8	2	2	14	2	1.1311367	2
MICRO				4	2			6	1	1.3389456	1
BUS -2 E	10	10	10	10	10			50	7	1.3389456	10
CAMION - 2 E	1	8	1	2		4	2	18	3	1.3389456	3
CAMION - 3 E	15	5	8		6	2		36	5	1.3389456	7
CAMION - 4 E							2	2	0.3	1.3389456	0.4
SEMITRAYLER - 2S1/2S2	1			2				3	0.4	1.3389456	1
SEMITRAYLER >= 3S3				2				2	0.3	1.3389456	0.4
TRAYLER 2T2	1			4		2	2	9	1	1.3389456	2
TRAYLER 3T3					2			2	0.3	1.3389456	0.4
TOTAL	58	45	40	50	55	22	13	283	40	17.7062	50

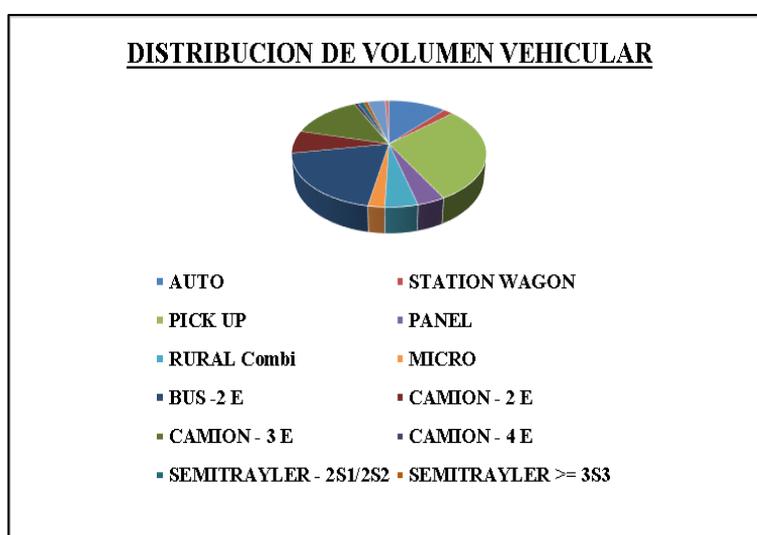
Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Demanda vehicular actual y sus composiciones en el tramo, Caserío San José – cp. Carhuapoma. Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, San Martín.

TIPO DE VEHICULO	IMDa	%
AUTO	6	11.42
STATION WAGON	1	1.96
PICK UP	14	28.71
PANEL	2	3.91
RURAL Combi	2	4.57
MICRO	1	2.32
BUS -2 E	10	19.31
CAMION - 2 E	3	6.95
CAMION - 3 E	7	13.90
CAMION - 4 E	0.4	0.77
SEMITRAYLER - 2S1/2S2	1	1.16
SEMITRAYLER >= 3S3	0.4	0.77
TRAYLER 2T2	2	3.48
TRAYLER 3T3	0.4	0.77
TOTAL	50	100

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Resumen del conteo vehicular (IMD) el tramo, Caserío San José – cp. Carhuapoma. Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, San Martín.



Fuente: Elaboración propia.

PROYECCION DEL TRAFICO

Para el siguiente cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

$$Tn = T0 * (1 + i)^{n-1}$$

Tn : tránsito proyectado

To : tránsito actual 46 Veh/día

n : Año de periodo de diseño

i : tasa anual del crecimiento del tránsito

$$Tn = 46 * (1 + 0.03)^{20-1}$$

$$Tn = 60 \text{ Veh/Diarios}$$

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata N° 01 - Estrato N° 02 (Km: 0+000)

Material : Arena arcillosa limosa de consistencia dura y de color marrón

Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible **Prof. de Muestra:** 0.20 - 1.50 m

Perforación : Cielo Abierto **Fecha:** Mayo del 2,019

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	66.30	66.10	69.70	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	166.00	166.40	170.10	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	163.10	163.30	166.40	grs
PESO DEL AGUA grs	2.90	3.10	3.70	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	96.80	97.20	96.70	grs
% DE HUMEDAD	3.00	3.19	3.83	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	3.34			%

PESO ESPECÍFICO : ASTM D - 854

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO FRASCO + AGUA + SUELO	1335.00	1365.00	1345.85	grs
PESO FRASCO + AGUA	1230.00	1230.00	1230.00	grs
PESO SUELO SECO	167.60	215.00	184.36	grs
PESO SUELO EN AGUA	105.00	135.00	115.85	grs
VOLUMEN DEL SUELO	62.60	80.00	68.51	cm3
PESO ESPECÍFICO	2.68	2.69	2.69	grs./cm3
PROMEDIO	2.69			grs./cm3



Ing. Gerardo Manuel Torres Cerna
 INGENIERO CIVIL
 CIP 17122



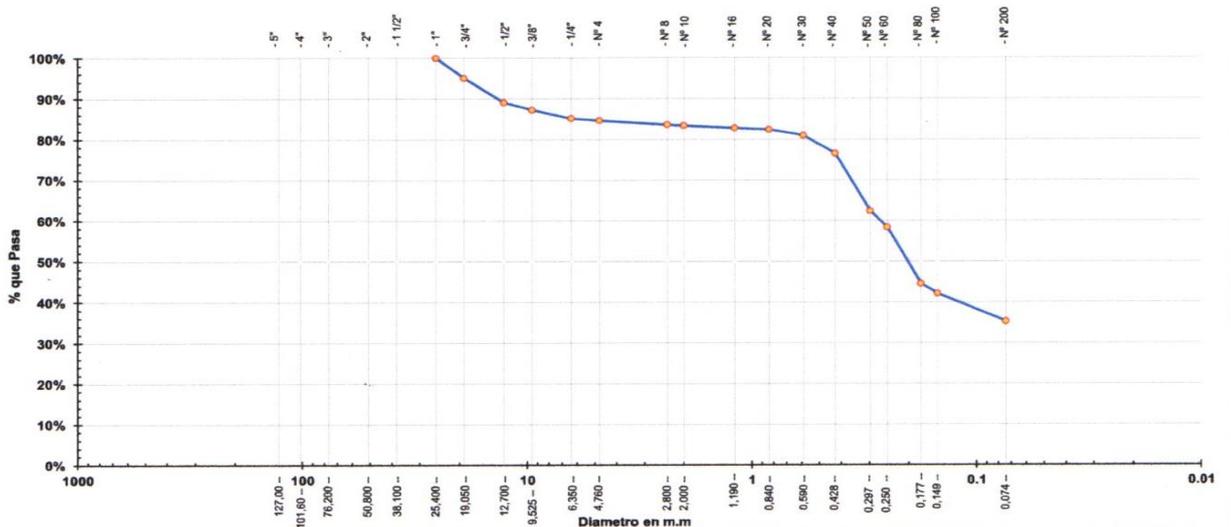
Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018
 Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
 Muestra : Calicata Nº 01 - Estrato Nº 02 (Km: 0+000)
 Material : Arena arcillosa limosa de consistencia dura y de color marrón
 Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible
 Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva
 Perforación: Cielo Abierto
 Profundidad de Muestra: 0.20 - 1.50 m
 Fecha: Mayo del 2,019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø	(mm)				
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40	0.00	0.00%	100.00%	
3/4"	19.050	49.36	4.94%	95.06%	
1/2"	12.700	59.90	5.99%	89.07%	
3/8"	9.525	18.26	1.83%	12.75%	
1/4"	6.350	20.44	2.04%	14.80%	
Nº 4	4.760	4.97	0.50%	15.29%	84.71%
Nº 8	2.380	10.92	1.09%	16.39%	83.62%
Nº 10	2.000	2.05	0.21%	16.59%	83.41%
Nº 16	1.190	5.80	0.58%	17.17%	82.83%
Nº 20	0.840	4.15	0.42%	17.59%	82.42%
Nº 30	0.590	14.11	1.41%	19.00%	81.00%
Nº 40	0.425	44.68	4.47%	23.46%	76.54%
Nº 50	0.297	141.68	14.17%	37.63%	62.37%
Nº 60	0.250	40.17	4.02%	41.65%	58.35%
Nº 80	0.177	138.28	13.83%	55.48%	44.52%
Nº 100	0.149	24.05	2.41%	57.88%	42.12%
Nº 200	0.074	68.18	6.82%	64.70%	35.30%
Fondo	0.01	353.00	35.30%	100.00%	0.00%
PESO INICIAL	1000.00				

Tamaño Máximo:	
Modulo de Fineza AF:	
Modulo de Fineza AG:	
Equivalente de Arena:	
Descripción Muestra:	
Grupo	: Suelo Fino
Sub Grupo	: Limosos
Material	: Arena arcillosa-limosa
SUCS =	SC-SM
AASHTO =	A-4(0)
LL =	22.44
LP =	16.32
IP =	6.12
IG =	0
D 90 =	
D 60 =	0.269
D 30 =	0.064
D 10 =	0.028
%GRAV. =	15.29
%AREN. =	49.41
%ARC. =	35.30
Cc =	0.55
Cu =	9.57
Observaciones :	
Arena arcillosa limosa de consistencia dura y de color marrón, con resistencia al corte de regular a buena y de baja plasticidad con 35.30% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Liq. = 22.44% e Ind. Plast. = 6.12%.	

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



Piedras mayores 3"	GRUESA		MEDIA		FINA		LIMO	ARCILLA
Clasificación - ASTM	GRAVA		ARENA		LIMO		ARCILLA	
Clasificación - AASHTO	GRAVA GRUESA	GRAVA MEDIA	GRAVA FINA	ARENA GRUESA	ARENA FINA	LIMO	ARCILLA	



Inj. Oscar Manuel Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP 14300



Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata N° 01 - Estrato N° 02 (Km: 0+000)

Material : Arena arcillosa limosa de consistencia dura y de color marrón

Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

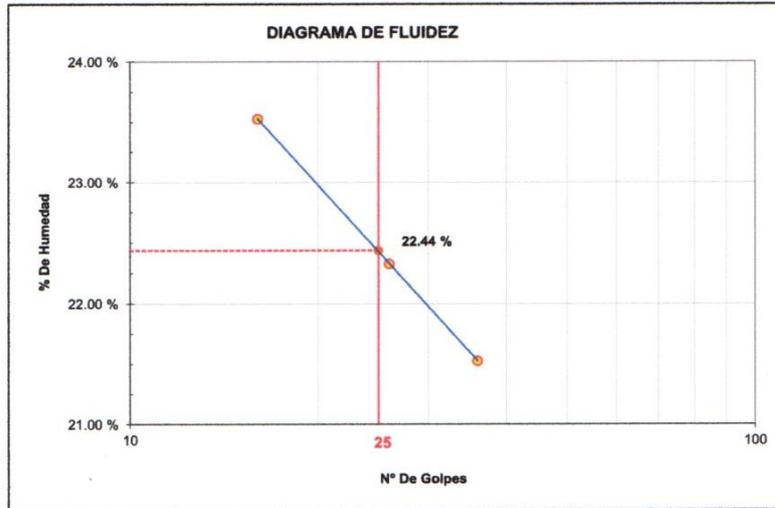
Perforación: Cielo Abierto

Profundidad de la Muestra: 0.20 - 1.50 m

Fecha: Mayo del 2,019

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	20.32	20.65	21.58	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	65.63	62.45	63.58	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	57.00	54.82	56.14	grs
PESO DEL AGUA grs	8.63	7.63	7.44	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	36.68	34.17	34.56	grs
% DE HUMEDAD	23.53	22.33	21.53	%
NUMERO DE GOLPES	16	26	36	



LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%)	22.44
Límite Plástico (%)	16.32
Índice de Plasticidad Ip (%)	6.12
Índice de consistencia Ic	3.12
Suelo Duro	

CLASIFICACIÓN	
Clasificación SUCS	SC-SM
Clasificación AASHTO	A-4(0)

LIMITE DE RETRACCION O CONTRACCION	
Límite de Contracción (%)	N.D
Índice de Retracción	N.D
Cambio Volumetrico (%)	N.D
Contracción Lineal (%)	N.D
Tipo de Suelo por el tipo de Contracción:	N.D

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	19.62	21.23	24.52	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	62.63	65.25	64.85	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	56.60	59.10	59.16	grs
PESO DEL AGUA grs	6.03	6.15	5.69	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	36.98	37.87	34.64	grs
% DE HUMEDAD	16.31	16.24	16.43	%
% PROMEDIO	16.32			%



Ing. *Manuel Flores*
 INGENIERO CIVIL
 CIP 12120

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserio San José - CP. Carhuapoma - 2018
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserio San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
Muestra : Calicata N° 01 - Estrato N° 02 (Km: 0+000) **Perforación:** Cielo Abierto
Material : Arena arcillosa limosa de consistencia dura y de color marrón **Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50 m
Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible **Fecha:** Mayo del 2,019
Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

N° Golpes / capa: 25 **N° Capas:** 5 **Peso del Martillo:** 10 Lbs.
Dimensiones del Molde: **Diametro:** 10.14 **Altura:** 11.54 **Vol.** 931.91
Sobrecarga: 10 Lbs.

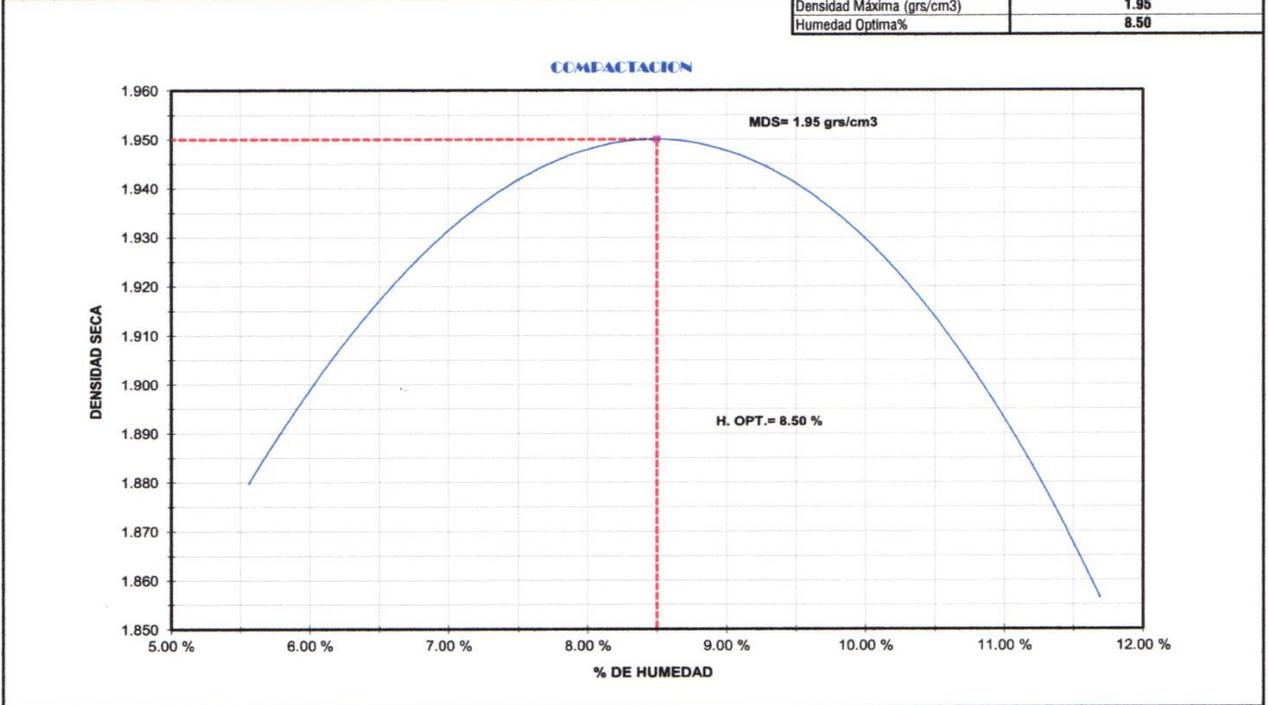
RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO - METODO "A") ASTM D-1557

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	30.31	25.32	25.31	21.45	28.64	30.52	24.45	30.52
PESO DEL TARRO + MUESTRA HUMEDA	158.42	160.20	133.50	160.52	125.60	145.52	135.40	145.32
PESO DEL TARRO + MUESTRA SECA (grs)	152.03	152.72	125.81	151.00	117.44	135.65	123.84	133.25
PESO DEL AGUA (grs)	6.39	7.48	7.69	9.52	8.16	9.87	11.56	12.07
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	121.7	127.4	100.5	129.6	88.8	105.1	99.4	102.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	5.25	5.87	7.65	7.35	9.19	9.39	11.63	11.75
% PROMEDIO	5.56		7.50		9.29		11.69	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	5.56	7.50	9.29	11.69
PESO DEL SUELO + MOLDE (grs)	3868	3964	3999	3951
PESO DEL MOLDE (grs)	2019	2019	2019	2019
PESO DEL SUELO (grs)	1849	1945	1980	1932
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	1.984	2.087	2.125	2.073
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.880	1.942	1.944	1.856
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.95
			Humedad Optima%	8.50



Ing. César Manuel Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP 20116



VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata N° 01 - Estrato N° 02 (Km: 0+000)

Material : Arena arcillosa limosa de consistencia dura y de color marrón

Fecha : Mayo del 2,019

Testista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

COMPACTACIÓN

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8985	9257	10120
Peso del molde (gramos)	4620	4660	5050
Peso del suelo húmedo (grs.)	4365	4597	5070
Volumen del molde (cc)	2286	2286	2396
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.91	2.01	2.12
Densidad seca (grs./cm3)	1.76	1.85	1.95
Tarro N°	10	12	16
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	202.36	203.53	205.70
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	188.25	189.02	191.30
Peso del agua (grs.)	14.11	14.51	14.40
Peso del tarro (grs.)	22.20	22.25	22.24
Peso del suelo seco (grs.)	166.05	166.77	169.06
% de humedad	8.50	8.70	8.52
PROMEDIO DE HUMEDAD			

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
		LECTURA	Mm.	%	LECTURA	mm	%	LECTURA	mm	%
06/05/2019	8:45 a. m.	DIAL 175	0	0	DIAL 325	0	0	DIAL 252	0	0
07/05/2019	9:00 a. m.	254	79	1.73	405	80	1.75	365	113	2.47
08/05/2019	8:50 a. m.	365	190	4.16	515	190	4.16	415	163	3.57
09/05/2019	9:00 a. m.	452	277	6.07	565	240	5.26	515	263	5.76
10/05/2019	9:00 a. m.	515	340	7.44	625	300	6.57	525	273	5.98

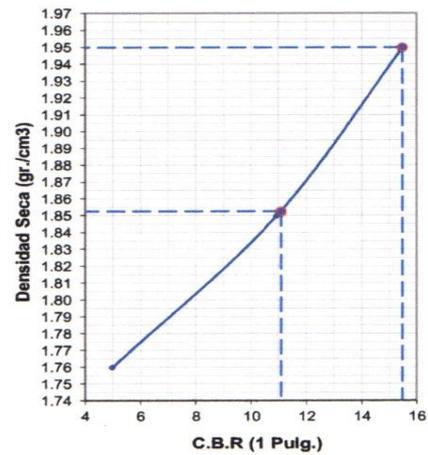
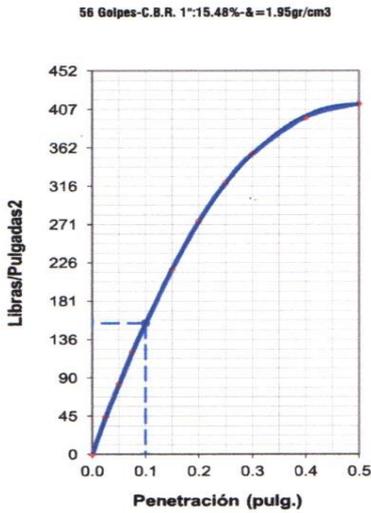
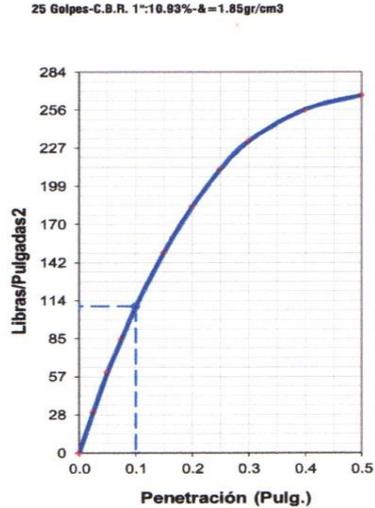
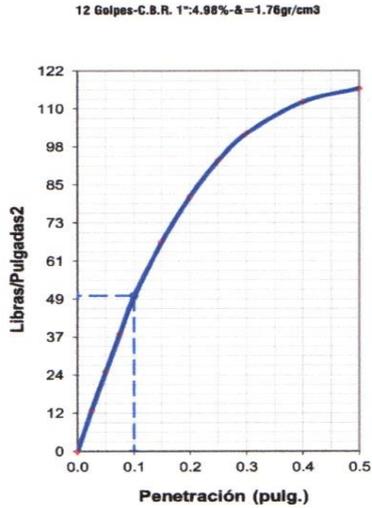
PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes 12			MOLDE N°02-N° de Golpes 25			MOLDE N°03-N° de Golpes 56		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	4	39	13	14	92	31	22	133	44
0.050	11	76	25	31	181	60	44	249	83
0.075	18	113	38	45	254	85	66	364	121
0.100	25	150	50	59	328	109	85	464	155
0.150	35	202	67	82	449	150	121	655	218
0.200	43	245	82	102	551	184	154	825	275
0.250	50	280	93	117	634	211	180	962	321
0.300	55	306	102	130	698	233	199	1064	355
0.400	61	336	112	143	768	256	224	1193	398
0.500	63	349	116	149	800	267	233	1241	414



[Handwritten Signature]
 Inge. José Gálvez Villanueva
 INGENIERO CIVIL

<p>Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018</p> <p>Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018</p> <p>Muestra : Calicata N° 01 - Estrato N° 02 (Km: 0+000)</p> <p>Material : Arena arcillosa limosa de consistencia dura y de color marrón</p> <p>Fecha : Mayo del 2,019</p>	<p>ENSAYO: C.B.R</p> <p>Humedad Óptima Porct.. Mod.: 8.50 %</p> <p>Max. Des. Porct.. Mod.: 1.95 gr/cm³</p>
---	--



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	8.50	1.76	7.44	90	4.98		95%	100%
25	8.70	1.85	6.57	95	10.93		10.93%	15.48
56	8.52	1.95	5.98	100	15.48			




 Ing. Cesar Manuel Rojas Celis
 INGENIERO CIVIL
 D.P. 19833



REGISTRO DE EXCAVACION

Estudio de Mecánica de suelos						Tesista	: Est. Ing. José Gálvez Villanueva		
Tesis						Reviso	: Jefe Lab. Ing. Cesar Manuel Flores Celis		
Localización						Fecha	: Mayo del 2,019		
Calicata						Progresiva	: Km: 0+000		
Cota As. (m)		Est.	Descripcion del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	Observ.
				AASHTO	SUCS	SIMBOLO			
0.00		I	Material de afirmado conformado por grava, arcilla limosa, con restos de raices y palos propia de la vegetación de la zona, de color amarillento	-	GC		0.20	-	Estrato no muestreado. Descripción visual acorde a la norma NTP 339.150:2001
-0.20		II	Arena arcillosa limosa de consistencia dura y de color marrón, con resistencia al corte de regular a buena y de baja plasticidad con 35.30% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Líq. = 22.44% e Ind. Plast. = 6.12%.	A-4(0)	SC-SM		1.30	3.34	-
-1.50									

VISTA PANORAMICA DE LA ZONA EN ESTUDIO (TRAMO: EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310, CASERIO SAN JOSÉ - CP. CARHUAPOMA)



Observaciones : Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM (Registro sin escala).



Ing. Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 19120

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata N° 02 - Estrato N° 02 (Km: 1+000)

Material : Arcilla inorgánica de consistencia semi dura y de color marrón claro

Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible **Prof. de Muestra:** 0.20 - 1.50 m

Perforación : Cielo Abierto **Fecha:** Mayo del 2,019

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	73.90	69.40	73.30	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	177.70	170.70	176.20	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	156.20	149.35	154.70	grs
PESO DEL AGUA grs	21.50	21.35	21.50	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	82.30	79.95	81.40	grs
% DE HUMEDAD	26.12	26.70	26.41	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	26.41			%

PESO ESPECÍFICO : ASTM D - 854				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO FRASCO + AGUA + SUELO	1432.52	1436.85	1440.15	grs
PESO FRASCO + AGUA	1215.00	1215.00	1215.00	grs
PESO SUELO SECO	338.65	344.95	350.35	grs
PESO SUELO EN AGUA	217.52	221.85	225.15	grs
VOLUMEN DEL SUELO	121.13	123.10	125.20	cm3
PESO ESPECÍFICO	2.80	2.80	2.80	grs./cm3
PROMEDIO	2.80			grs./cm3




 Ing. César Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP 11010

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata Nº 02 - Estrato Nº 02 (Km: 1+000)

Material : Arcilla inorgánica de consistencia semi dura y de color marrón claro

Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

Perforación: Cielo Abierto

Profundidad de Muestra: 0.20 - 1.50 m

Fecha: Mayo del 2,019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422						
Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø	(mm)					
5"	127.00					
4"	101.60					
3"	76.20					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760					
Nº 8	2.380	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
Nº 10	2.000	0.89	0.13%	0.13%	99.87%	
Nº 16	1.190	0.84	0.12%	0.25%	99.75%	
Nº 20	0.840	0.69	0.10%	0.35%	99.65%	
Nº 30	0.590	1.62	0.23%	0.58%	99.42%	
Nº 40	0.426	5.08	0.73%	1.30%	98.70%	
Nº 50	0.297	11.76	1.68%	2.99%	97.01%	
Nº 60	0.250	8.56	1.24%	4.22%	95.78%	
Nº 80	0.177	18.95	2.69%	6.92%	93.08%	
Nº 100	0.149	11.60	1.66%	8.57%	91.43%	
Nº 200	0.074	32.80	4.69%	13.26%	86.74%	
Fondo	0.01	607.18	86.74%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL		700.00				

Tamaño Máximo: _____

Modulo de Fineza AF: _____

Modulo de Fineza AG: _____

Equivalente de Arena: _____

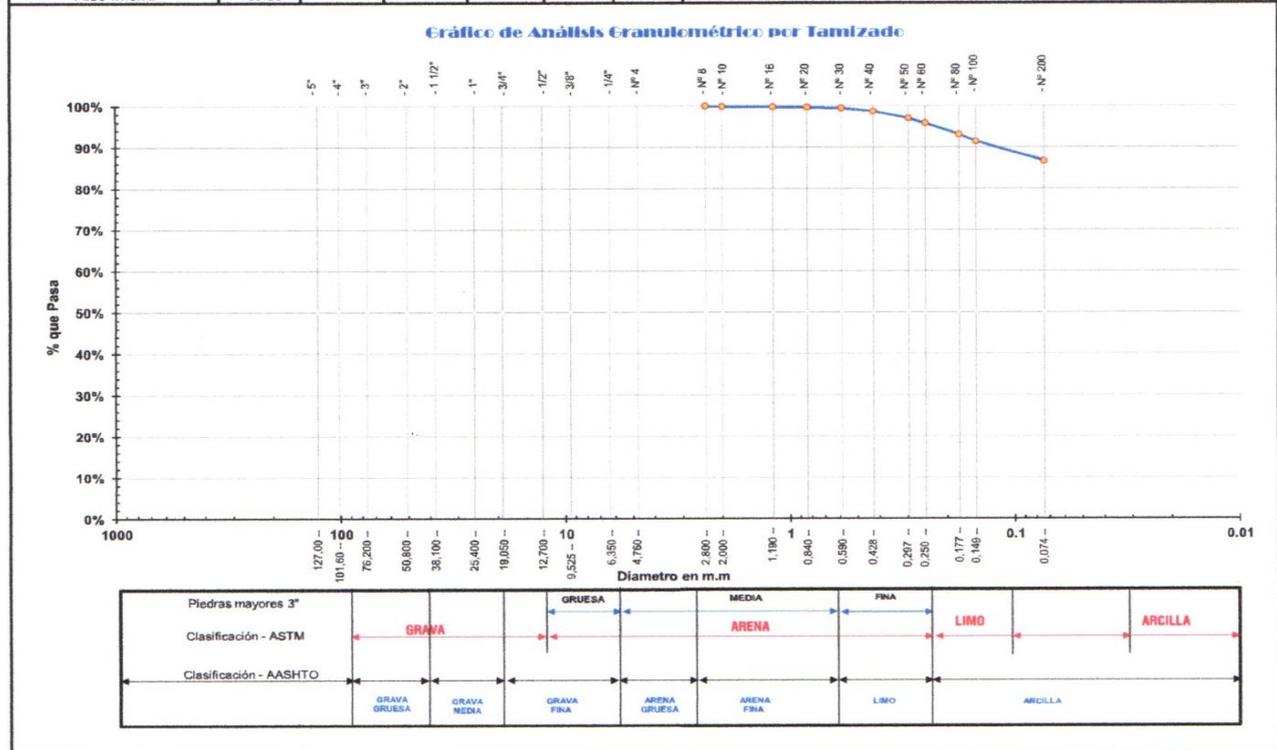
Descripción Muestra:

Grupo	:	Suelo Fino
Sub Grupo	:	Arcillosos
Material	:	Arcilla de mediana plasticidad

SUCS =	CL	AASHTO =	A-7-6(17)
LL =	43.49	%GRAV. =	0.00
LP =	25.31	%AREN. =	13.26
IP =	18.18	%ARC. =	86.74
IG =	17	Cc =	1.09
D 90 =		Cu =	3.12
D 60 =	0.054		
D 30 =	0.032		
D 10 =	0.017		

Observaciones: _____

Arcilla inorgánica de consistencia semi dura y de color marrón claro, con resistencia de regular a deficiente, de expansión elevada en estado saturado y de mediana plasticidad con 86.74% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Líq. = 43.49% e Ind. Plast. = 18.18%.



Ing. César Manuel Flores Gons
 INGENIERO CIVIL
 CIP 11605



Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserio San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserio San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata Nº 02 - Estrato Nº 02 (Km: 1+000)

Material : Arcilla inorgánica de consistencia semi dura y de color marrón claro

Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible

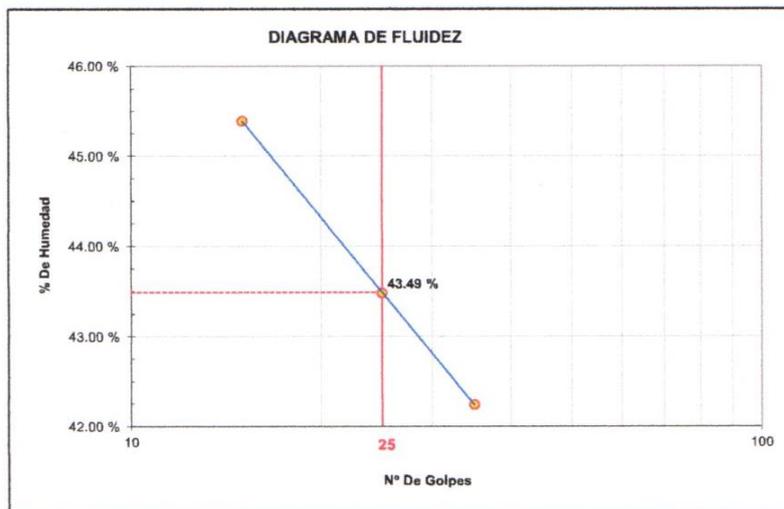
Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

Perforación: Cielo Abierto

Profundidad de la Muestra: 0.20 - 1.50 m

Fecha: Mayo del 2,019

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	14.41	14.97	19.63	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	44.39	42.39	59.90	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	35.03	34.08	47.94	grs
PESO DEL AGUA grs	9.36	8.31	11.96	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	20.62	19.11	28.31	grs
% DE HUMEDAD	45.39	43.49	42.25	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	



LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%)	43.49
Límite Plástico (%)	25.31
Índice de Plasticidad Ip (%)	18.18
Índice de consistencia Ic	0.94
Suelo Semi Duro	

CLASIFICACIÓN	
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(17)

LIMITE DE RETRACCION O CONTRACCION	
Límite de Contracción (%)	N.D
Índice de Retracción	N.D
Cambio Volumetrico (%)	N.D
Contracción Lineal (%)	N.D
Tipo de Suelo por el tipo de Contracción:	N.D

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	31.25	30.25	30.85	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	52.65	52.45	55.55	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	48.35	47.96	50.54	grs
PESO DEL AGUA grs	4.30	4.49	5.01	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	17.10	17.71	19.69	grs
% DE HUMEDAD	25.15	25.35	25.44	%
% PROMEDIO		25.31		%



Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserio San José - CP. Carhuapoma - 2018
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserio San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
Muestra : Calicata N° 02 - Estrato N° 02 (Km: 1+000) **Perforación:** Cielo Abierto
Material : Arcilla inorgánica de consistencia semi dura y de color marrón claro **Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50 m
Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible **Fecha:** Mayo del 2,019
Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

N° Golpes / capa: 25 **N° Capas:** 5 **Peso del Martillo:** 10 Lbs.
Dimensiones del Molde: **Diametro:** 10.14 **Altura:** 11.54 **Vol.** 931.91
 Sobrecarga: 10 Lbs.

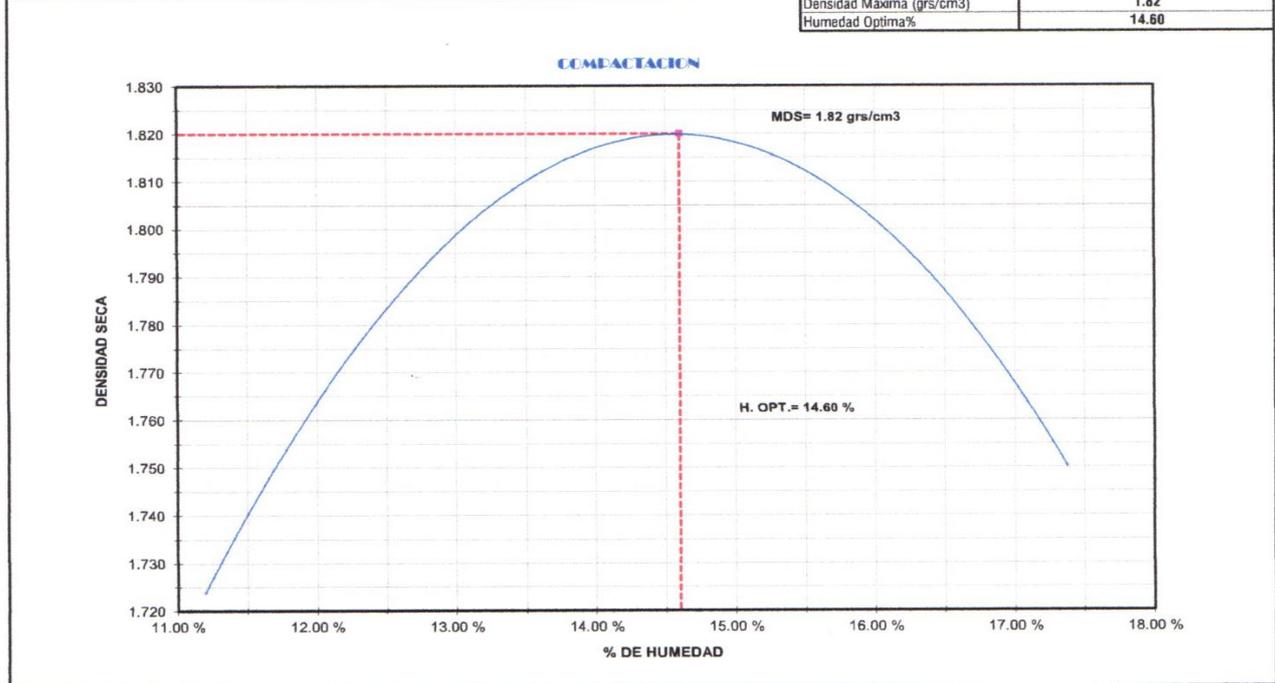
RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO - METODO "A") ASTM D-1557

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	20.15	23.36	18.54	21.55	28.13	21.65	26.72	20.41
PESO DEL TARRO + MUESTRA HUMEDA	133.36	145.32	117.23	152.32	127.89	165.52	111.63	145.85
PESO DEL TARRO + MUESTRA SECA (grs)	122.00	133.00	105.45	137.00	114.55	146.65	99.25	127.00
PESO DEL AGUA (grs)	11.36	12.32	11.78	15.32	13.34	18.87	12.38	18.85
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	101.9	109.6	86.9	115.5	86.4	125.0	72.5	106.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	11.15	11.24	13.55	13.27	15.44	15.10	17.07	17.68
% PROMEDIO	11.20		13.41		15.27		17.38	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.20	13.41	15.27	17.38
PESO DEL SUELO + MOLDE (grs)	3805	3930	3969	3933
PESO DEL MOLDE (grs)	2019	2019	2019	2019
PESO DEL SUELO (grs)	1786	1911	1950	1914
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	1.917	2.051	2.093	2.054
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.724	1.808	1.816	1.750
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.82
			Humedad Optima%	14.60



Ing. César Manuel Flores Córdova
 INGENIERO CIVIL



VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1583

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707 + 310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707 + 310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata N° 02 - Estrato N° 02 (Km: 1+000)

Material : Arcilla inorgánica de consistencia semi dura y de color marrón claro

Fecha : Mayo del 2,019

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

COMPACTACIÓN

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8913	9196	10058
Peso del molde (gramos)	4620	4660	5050
Peso del suelo húmedo (grs.)	4293	4536	5008
Volumen del molde (cc)	2286	2286	2396
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.88	1.98	2.09
Densidad seca (grs./cm3)	1.64	1.73	1.82
Tarro N°	10	12	16
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	133.65	111.23	136.45
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	119.98	100.04	121.94
Peso del agua (grs.)	13.67	11.19	14.51
Peso del tarro (grs.)	25.69	23.89	24.21
Peso del suelo seco (grs.)	94.29	76.15	97.73
% de humedad	14.50	14.69	14.85
PROMEDIO DE HUMEDAD			

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN	
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
06/05/2019	11:00 a. m.	270	0	0	360	0	0	351	0	0
07/05/2019	10:50 a. m.	366	96	2.10	454	94	2.06	448	97	2.12
08/05/2019	10:50 a. m.	452	182	3.99	541	181	3.96	528	177	3.88
09/05/2019	11:00 a. m.	505	235	5.15	596	236	5.17	589	238	5.21
10/05/2019	11:00 a. m.	537	267	5.85	628	268	5.87	620	269	5.89

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01- N° de Golpes 12			MOLDE N°02- N° de Golpes 25			MOLDE N°03- N° de Golpes 56		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	2	30	10	9	65	22	15	100	33
0.050	5	47	16	19	120	40	31	181	60
0.075	9	63	21	28	166	55	46	262	87
0.100	12	81	27	37	212	71	60	333	111
0.150	17	109	36	55	307	102	84	458	153
0.200	22	135	45	70	386	129	105	570	190
0.250	26	152	51	82	451	150	122	659	220
0.300	29	168	56	92	500	167	135	726	242
0.400	33	190	63	102	555	185	151	811	270
0.500	35	202	67	107	580	193	157	842	281

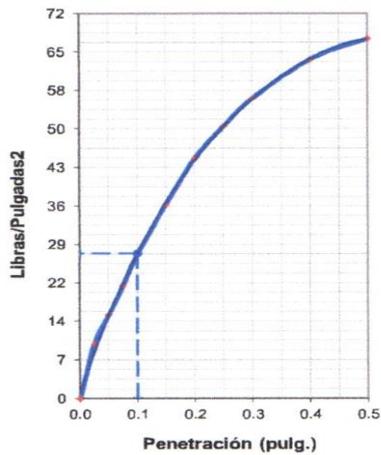


Ing. César Flores Colás
 INGENIERO CIVIL
 CIP 10800

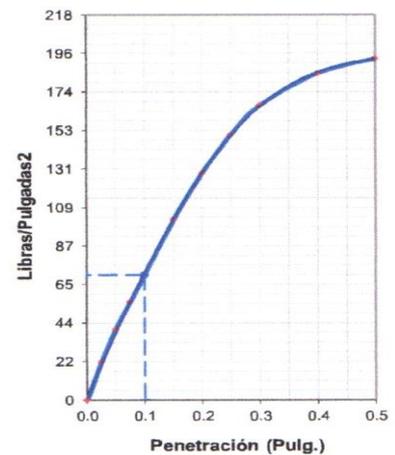


Tesis	: Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018	ENSAYO:	C.B.R
Localización	: Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310	Humedad Optima Porct.. Mod.:	14.60 %
Muestra	: Calicata N° 02 - Estrato N° 02 (Km: 1+000)	Max. Des. Porct.. Mod.:	1.82 gr/cm³
Material	: Arcilla inorgánica de consistencia semi dura y de color marrón claro		
Fecha	: Mayo del 2,019		

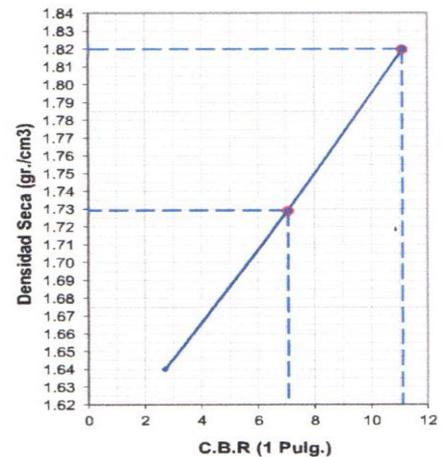
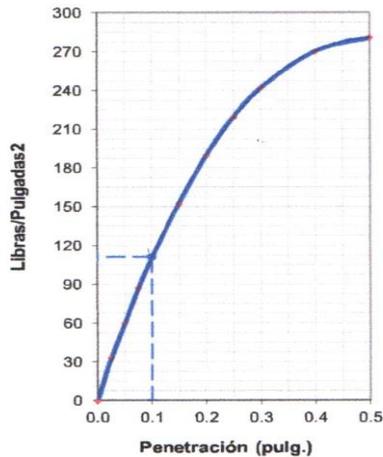
12 Golpes-C.B.R. 1":2.71%-&=1.64gr/cm3



25 Golpes-C.B.R. 1":7.08%-&=1.73gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1":11.11%-&=1.82gr/cm3



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	14.50	1.64	5.85	90	2.71		95%	100%
25	14.69	1.73	5.87	95	7.08		7.08%	11.11
56	14.85	1.82	5.89	100	11.11			



Inj. César Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL



REGISTRO DE EXCAVACION

Estudio de Mecánica de suelos						Tesista	: Est. Ing. José Gálvez Villanueva		
Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018						Reviso	: Jefe Lab. Ing. Cesar Manuel Flores Celis		
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín						Fecha	: Mayo del 2,019		
Calicata : C-02 Nivel freático: Prof. Exc.: 1.50 (m) Cota As. 0.00 (msnm)						Progresiva	: Km: 1+000		
						Para Uso	: Diseño de un Pavimento Flexible		
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	Observ.	
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
0.00	I	Material de afirmado conformado por grava, arcilla limosa, con restos de raíces y palos propia de la vegetación de la zona, de color amarillento	-	GC		0.20	-	Estrato no muestreado. Descripción visual acorde a la norma NTP 339.150:2001	
-0.20	II	Arcilla inorgánica de consistencia semi dura y de color marrón claro, con resistencia de regular a deficiente, de expansión elevada en estado saturado y de mediana plasticidad con 86.74% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq. = 43.49% e Ind. Plast. = 18.18%.	A-7-6(17)	CL		1.30	26.41	-	
-1.50									

VISTA PANORAMICA DE LA ZONA EN ESTUDIO (TRAMO: EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310, CASERIO SAN JOSÉ - CP. CARHUAPOMA)



Observaciones : Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM (Registro sin escala).



Ing. Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 12345

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata N° 03 - Estrato N° 02 (Km: 2+000)

Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color marrón claro

Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible **Prof. de Muestra:** 0.20 - 1.50 m

Perforación : Cielo Abierto **Fecha:** Mayo del 2,019

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	71.70	70.00	62.50	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	173.10	175.50	165.40	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	158.00	159.53	150.40	grs
PESO DEL AGUA grs	15.10	15.97	15.00	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	86.30	89.53	87.90	grs
% DE HUMEDAD	17.50	17.84	17.06	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.47			%

PESO ESPECÍFICO : ASTM D - 854				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO FRASCO+AGUA+SUELO	1425.95	1430.45	1410.85	grs
PESO FRASCO+AGUA	1215.00	1215.00	1215.00	grs
PESO SUELO SECO	331.85	338.45	308.00	grs
PESO SUELO EN AGUA	210.95	215.45	195.85	grs
VOLUMEN DEL SUELO	120.90	123.00	112.15	cm3
PESO ESPECÍFICO	2.74	2.75	2.75	grs./cm3
PROMEDIO	2.75			grs./cm3




 INGENIERO CIVIL
 CP. PERÚ



Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata Nº 03 - Estrato Nº 02 (Km: 2+000)

Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color marrón claro

Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

Perforación: Cielo Abierto

Profundidad de Muestra: 0.20 - 1.50 m

Fecha: Mayo del 2,019

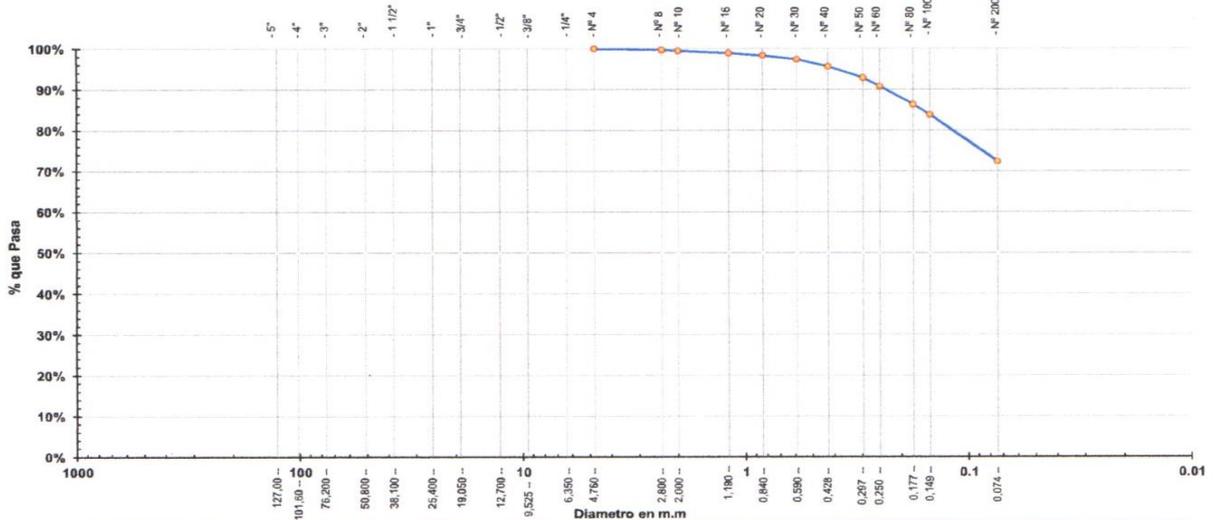
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:	
Ø	(mm)						Modulo de Fineza AF:	Modulo de Fineza AG:
5"	127.00							
4"	101.60							
3"	76.20							
2"	50.80							
1 1/2"	38.10							
1"	25.40							
3/4"	19.050							
1/2"	12.700							
3/8"	9.525							
1/4"	6.350							
Nº 4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
Nº 8	2.380	2.15	0.29%	0.29%	99.71%			
Nº 10	2.000	1.54	0.21%	0.50%	99.50%			
Nº 16	1.190	4.47	0.60%	1.10%	98.90%			
Nº 20	0.840	4.13	0.55%	1.65%	98.35%			
Nº 30	0.590	6.95	0.93%	2.58%	97.42%			
Nº 40	0.426	13.12	1.76%	4.34%	95.66%			
Nº 50	0.297	20.76	2.79%	7.13%	92.87%			
Nº 60	0.250	15.34	2.06%	9.19%	90.81%			
Nº 80	0.177	33.02	4.43%	13.62%	86.38%			
Nº 100	0.149	18.87	2.53%	16.16%	83.84%			
Nº 200	0.074	85.00	11.41%	27.57%	72.43%			
Fondo	0.01	539.63	72.43%	100.00%	0.00%			
PESO INICIAL		745.00						

SUCS =	CL	AASHTO =	A-6(10)
LL =	36.30	%GRAV. =	0.00
LP =	21.26	%AREN. =	27.57
IP =	15.04	%ARC. =	72.43
IG =	10	Cc =	1.12
D 90 =		Cu =	3.35
D 60 =	0.063		
D 30 =	0.037		
D 10 =	0.019		

Observaciones :
 Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color marrón claro, con resistencia de regular a deficiente, de expansión elevada en estado saturado y de mediana plasticidad con 72.43% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Liq. = 36.30% e Ind. Plast. = 15.04%.

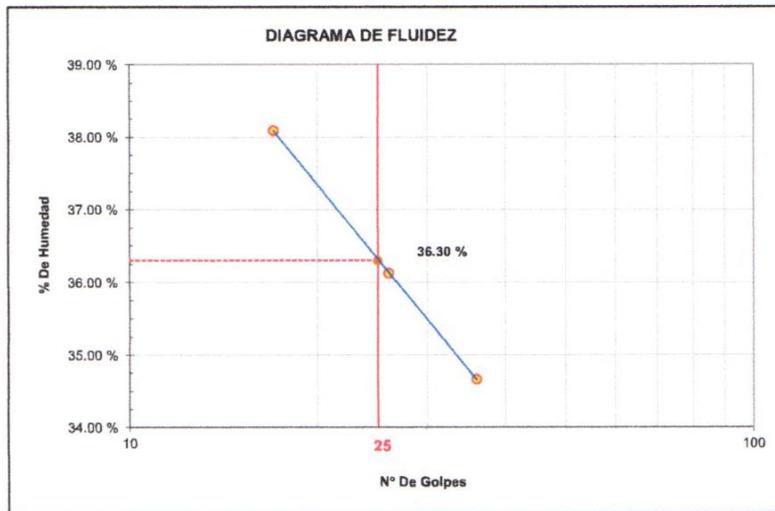
Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



Ing. José Manuel Villanueva
 INGENIERO CIVIL

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
Muestra : Calicata N° 03 - Estrato N° 02 (Km: 2+000)
Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color marrón claro
Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible
Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva
Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.20 - 1.50 m
Fecha: Mayo del 2,019

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	25.63	23.65	28.85	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	60.25	59.52	58.45	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	50.70	50.00	50.83	grs
PESO DEL AGUA grs	9.55	9.52	7.62	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	25.07	26.35	21.98	grs
% DE HUMEDAD	38.09	36.13	34.67	%
NUMERO DE GOLPES	17	26	36	



LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%)	36.30
Límite Plástico (%)	21.26
Índice de Plasticidad Ip (%)	15.04
Índice de consistencia Ic	1.25
Suelo Duro	

CLASIFICACIÓN	
Clasificación SUGS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(10)

LIMITE DE RETRACCION O CONTRACCION	
Límite de Contracción (%)	N.D
Índice de Retracción	N.D
Cambio Volumétrico (%)	N.D
Contracción Lineal (%)	N.D
Tipo de Suelo por el tipo de Contracción:	N.D

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	21.36	23.52	30.52	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	52.32	58.12	60.14	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	46.90	52.03	54.96	grs
PESO DEL AGUA grs	5.42	6.09	5.18	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	25.54	28.51	24.44	grs
% DE HUMEDAD	21.22	21.36	21.19	%
% PROMEDIO	21.26			%




 M. Celis Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
Muestra : Calicata Nº 03 - Estrato Nº 02 (Km: 2+000) **Perforación:** Cielo Abierto
Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color marrón claro **Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50 m
Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible **Fecha:** Mayo del 2,019
Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

Nº Golpes / capa: 25 **Nº Capas:** 5 **Peso del Martillo:** 10 Lbs.
Dimensiones del Molde: **Dámetro:** 10.14 **Altura:** 11.54 **Vol.** 931.91
 Sobrecarga: 10 Lbs.

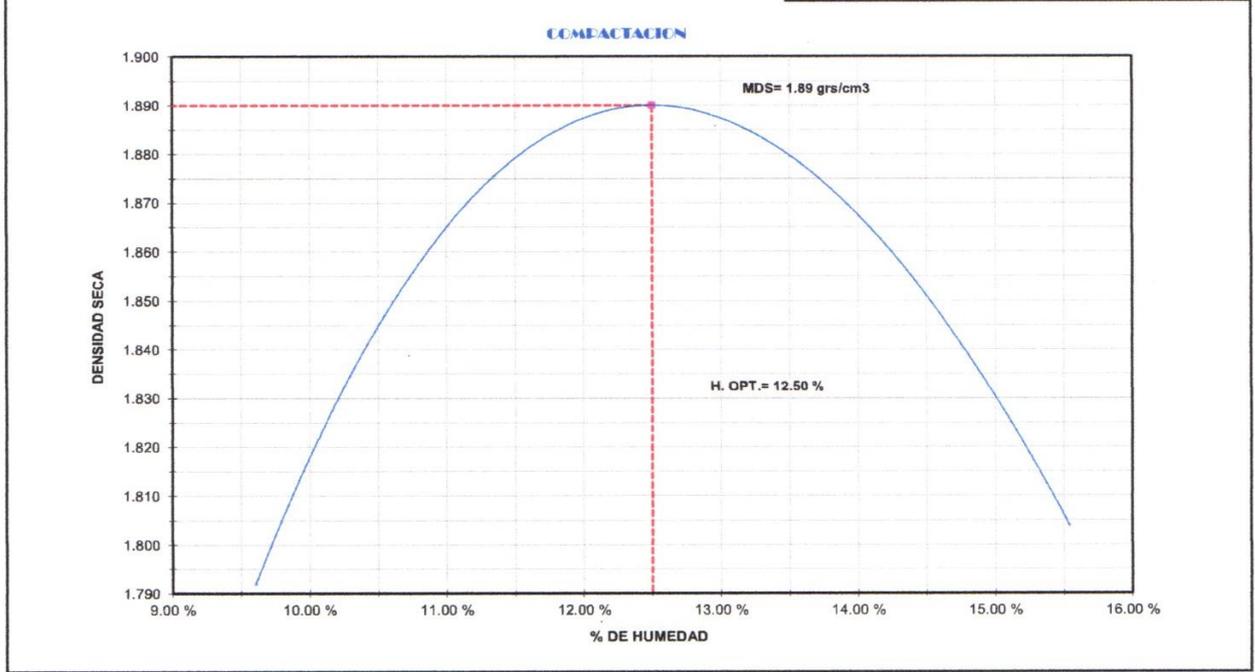
RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO - METODO "A") ASTM D-1557

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA Nº	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	33.56	23.36	25.56	30.12	21.26	25.85	23.85	24.41
PESO DEL TARRO + MUESTRA HUMEDA	116.46	125.20	120.56	115.65	117.56	121.12	122.75	124.52
PESO DEL TARRO + MUESTRA SECA (grs)	109.30	116.15	110.80	107.00	105.88	110.00	109.50	111.00
PESO DEL AGUA (grs)	7.16	9.05	9.76	8.65	11.68	11.12	13.25	13.52
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	75.7	92.8	85.2	76.9	84.6	84.2	85.7	86.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	9.45	9.75	11.45	11.25	13.80	13.21	15.47	15.61
% PROMEDIO	9.60		11.35		13.51		15.54	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.60	11.35	13.51	15.54
PESO DEL SUELO + MOLDE (grs)	3849	3965	4007	3961
PESO DEL MOLDE (grs)	2019	2019	2019	2019
PESO DEL SUELO (grs)	1830	1946	1988	1942
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	1.964	2.089	2.134	2.084
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.792	1.876	1.880	1.804
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.89
			Humedad Óptima%	12.50




 INGENIERO CIVIL
 CIP 14622



VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1583

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707 + 310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707 + 310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata N° 03 - Estrato N° 02 (Km: 2+000)

Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color marrón claro

Fecha : Mayo del 2,019

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

COMPACTACIÓN

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	9130	9451	10145
Peso del molde (gramos)	4620	4660	5050
Peso del suelo húmedo (grs.)	4510	4791	5095
Volumen del molde (cc)	2358	2366	2396
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.91	2.02	2.13
Densidad seca (grs./cm3)	1.70	1.80	1.89
Tarro N°	10	12	16
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	124.56	122.36	119.85
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	113.20	111.55	109.98
Peso del agua (grs.)	11.36	10.81	9.87
Peso del tarro (grs.)	22.46	25.12	31.05
Peso del suelo seco (grs.)	90.74	86.43	78.93
% de humedad	12.52	12.51	12.50
PROMEDIO DE HUMEDAD			

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
		LECTURA	Mm.	%	LECTURA	mm	%	LECTURA	mm	%
06/05/2019	3:00 p. m.	222	0	0	300	0	0	254	0	0
07/05/2019	3:50 p. m.	314	92	2.01	390	90	1.97	345	91	1.99
08/05/2019	3:00 p. m.	394	172	3.77	461	161	3.53	414	160	3.50
09/05/2019	3:00 p. m.	427	205	4.49	503	203	4.45	458	204	4.47
10/05/2019	3:00 p. m.	455	233	5.10	534	234	5.12	490	236	5.17

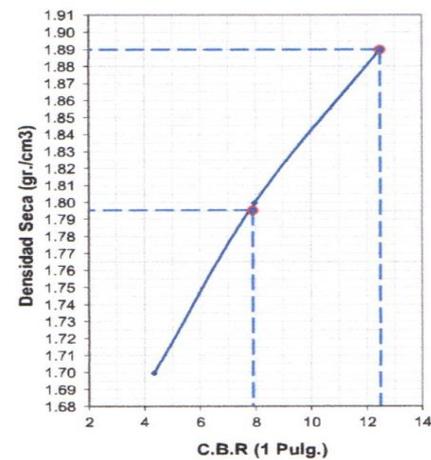
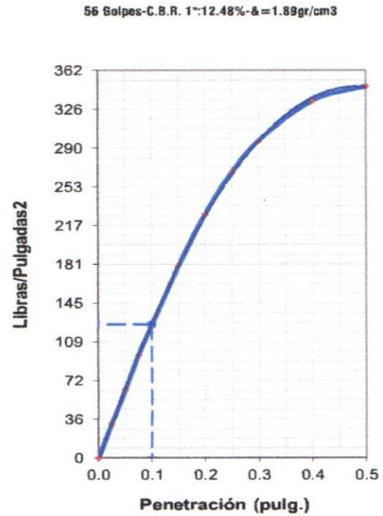
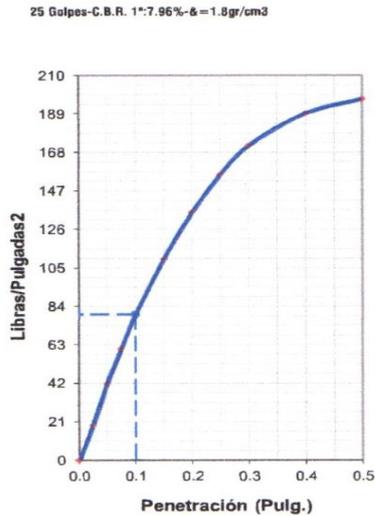
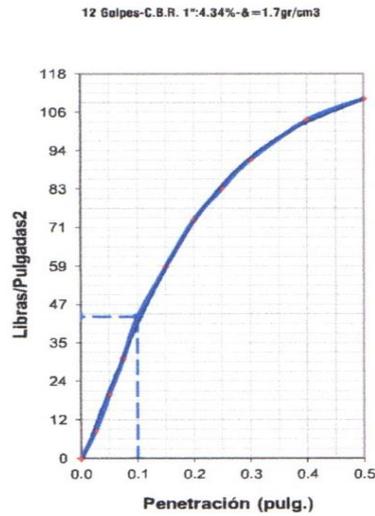
PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01- N° de Golpes 12			MOLDE N°02- N° de Golpes 25			MOLDE N°03- N° de Golpes 56			
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		
		DIAL	Libras.		Libras./pulg ²	DIAL		Libras.	Libras./pulg ²	DIAL
0.000			0.00			0.00				
0.025	5	25	8	10	57	19	18	97	32	
0.050	11	59	20	23	125	42	36	193	64	
0.075	17	92	31	34	182	61	53	290	97	
0.100	24	130	43	44	239	80	69	374	125	
0.150	32	176	59	61	329	110	99	538	179	
0.200	40	219	73	75	406	135	126	685	228	
0.250	46	249	83	86	468	156	148	802	267	
0.300	51	275	92	95	515	172	164	890	297	
0.400	57	311	104	105	568	189	184	1001	334	
0.500	61	331	110	109	592	197	192	1042	347	



José Gálvez Villanueva
 INGENIERO CIVIL
 CIP 11663

Tesis	Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018	ENSAYO:	C.B.R
Localización	Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707	Humedad Óptima Porct.. Mod.: 12.50 %	
Muestra	Calicata N° 03 - Estrato N° 02 (Km: 2+000)	Max. Des. Porct.. Mod.: 1.89 gr/cm ³	
Material	Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color marrón		
Fecha	Mayo del 2,019		



GOLPES	W. %	&gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	12.52	1.70	5.10	90	4.34		95%	100%
25	12.51	1.80	5.12	95	7.96		7.96%	12.48
56	12.50	1.89	5.17	100	12.48			



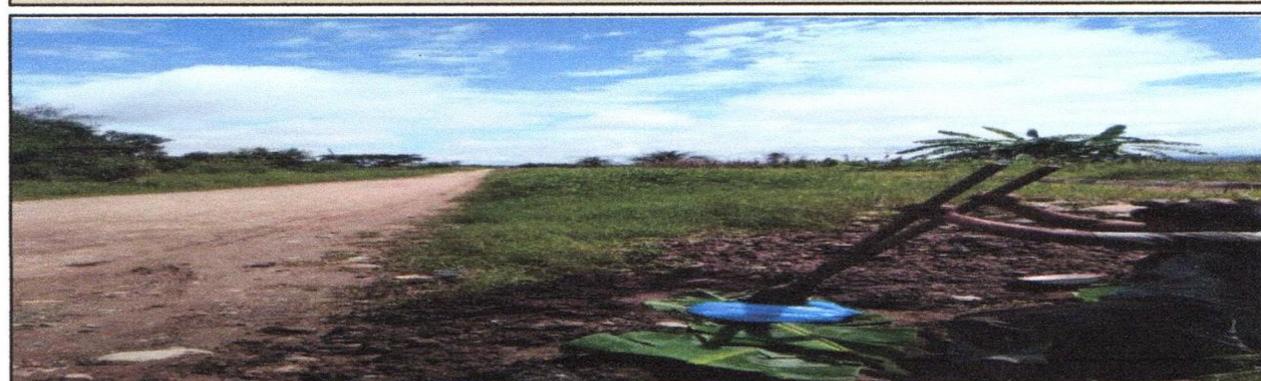

 INGENIERO CIVIL
 CIP 11050



REGISTRO DE EXCAVACION

Estudio de Mecánica de suelos						Testista	: Est. Ing. José Gálvez Villanueva		
Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018						Reviso	: Jefe Lab. Ing. Cesar Manuel Flores Celis		
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín						Fecha	: Mayo del 2,019		
Calicata : C-03 Nivel freático: Prof. Exc.: 1.50 (m) Cota As. 0.00 (msnm)						Progresiva	: Km: 2+000		
						Para Uso	: Diseño de un Pavimento Flexible		
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	Observ.	
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
0.00	I	Material de afirmado conformado por grava, arcilla limosa, con restos de raíces y paños propia de la vegetación de la zona, de color amarillento	-	GC		0.20	-	Estrato no muestreado. Descripción visual acorde a la norma NTP 339.150:2001	
-0.20									
-1.50	II	Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color marrón claro, con resistencia de regular a deficiente, de expansión elevada en estado saturado y de mediana plasticidad con 72.43% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq. = 36.30% e Ind. Plast. = 15.04%.	A-6(10)	CL		1.30	17.47	-	

VISTA PANORAMICA DE LA ZONA EN ESTUDIO (TRAMO: EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310, CASERIO SAN JOSÉ - CP. CARHUAPOMA)



Observaciones : Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM (Registro sin escala).



Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 N° 12345

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata N° 04 - Estrato N° 02 (Km: 3+000)

Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro

Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible **Prof. de Muestra:** 0.20 - 1.50 m

Perforación : Cielo Abierto **Fecha:** Mayo del 2,019

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	67.70	60.40	73.00	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	169.01	160.50	173.60	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	154.85	146.07	159.48	grs
PESO DEL AGUA grs	14.16	14.43	14.12	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	87.15	85.67	86.48	grs
% DE HUMEDAD	16.25	16.84	16.33	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.47			%

PESO ESPECÍFICO : ASTM D - 854				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO FRASCO+ AGUA + SUELO	1352.45	1319.65	1365.74	grs
PESO FRASCO+ AGUA	1215.00	1215.00	1215.00	grs
PESO SUELO SECO	215.05	163.85	235.45	grs
PESO SUELO EN AGUA	137.45	104.65	150.74	grs
VOLUMEN DEL SUELO	77.60	59.20	84.71	cm3
PESO ESPECIFICO	2.77	2.77	2.78	grs./cm3
PROMEDIO	2.77			grs./cm3




 Ing. Celis Daniel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP 12520



Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata N° 04 - Estrato N° 02 (Km: 3+000) Perforación: Cielo Abierto

Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro Profundidad de Muestra: 0.20 - 1.50 m

Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible Fecha: Mayo del 2,019

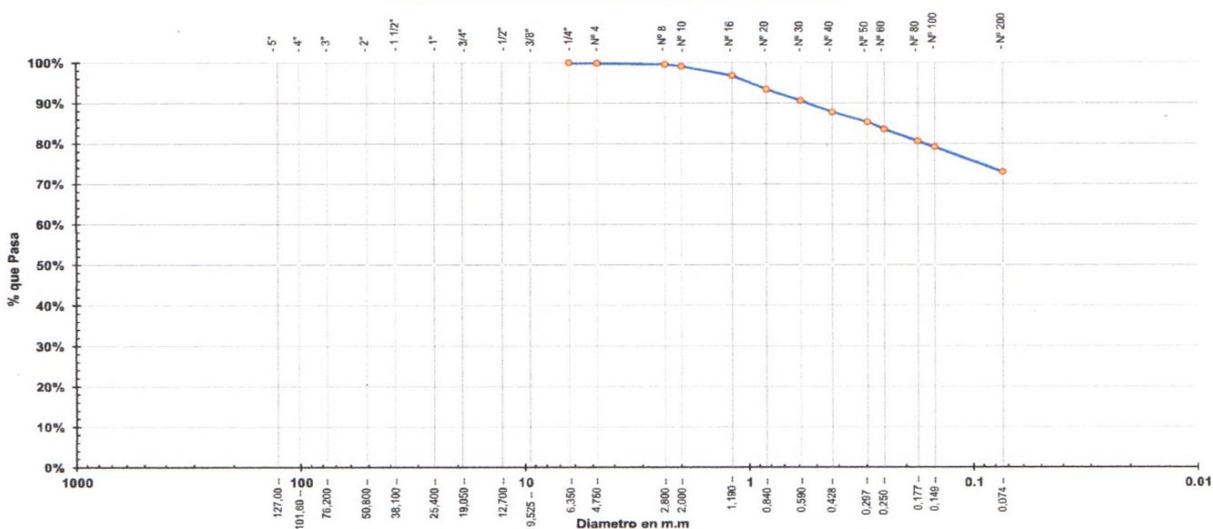
Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%	
N° 4	4.760	1.12	0.13%	99.87%	
N° 8	2.380	2.56	0.30%	99.57%	
N° 10	2.000	3.52	0.41%	99.15%	
N° 16	1.190	20.10	2.36%	96.80%	
N° 20	0.840	28.65	3.36%	93.43%	
N° 30	0.590	24.12	2.83%	90.60%	
N° 40	0.426	23.63	2.77%	97.83%	
N° 50	0.297	20.71	2.43%	85.40%	
N° 60	0.250	15.25	1.79%	16.39%	
N° 80	0.177	25.32	2.97%	19.36%	
N° 100	0.149	12.32	1.45%	20.81%	
N° 200	0.074	52.65	5.18%	26.99%	
Fondo	0.01	622.05	73.01%	100.00%	
PESO INICIAL		852.00			

Tamaño Máximo:			
Modulo de Fineza AF:			
Modulo de Fineza AG:			
Equivalente de Arena:			
Descripción Muestra:			
Grupo	: Suelo Fino		
Sub Grupo	: Arcillosos		
Material	: Arcilla de mediana plasticidad con arena		
SUCS =	CL	AASHTO =	A-6(11)
LL	= 36.58	%GRAV.	= 0.13
LP	= 20.32	%AREN.	= 26.86
IP	= 16.26	%ARC.	= 73.01
IG	= 11	Cc	= 1.12
D 90	=	Cu	= 3.34
D 60	= 0.063		
D 30	= 0.036		
D 10	= 0.019		
Observaciones:			
Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro, con resistencia de regular a deficiente, de expansión elevada en estado saturado y de mediana plasticidad con 73.01% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq. = 36.56% e Ind. Plast. = 16.26%.			

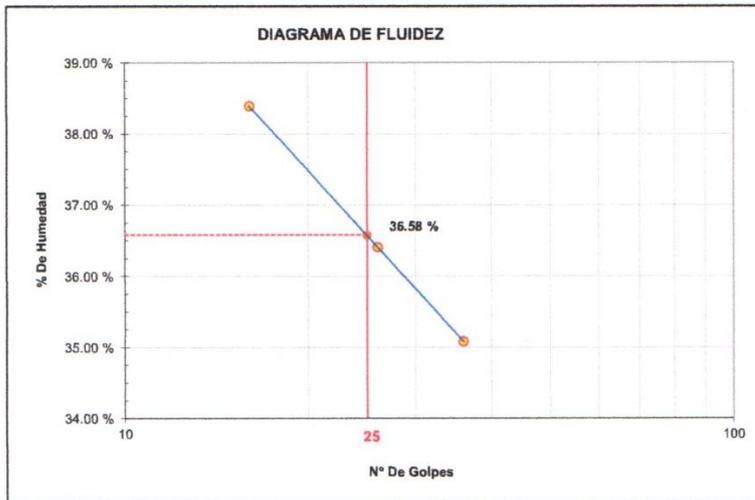
Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



Manuel Flores Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CP 12345

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
Muestra : Calicata N° 04 - Estrato N° 02 (Km: 3+000) **Perforación:** Cielo Abierto
Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro **Profundidad de la Muestra:** 0.20 - 1.50 m
Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible **Fecha:** Mayo del 2,019
Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	23.36	25.52	21.85	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	62.36	60.85	59.85	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	51.54	51.42	49.98	grs
PESO DEL AGUA grs	10.82	9.43	9.87	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	28.18	25.90	28.13	grs
% DE HUMEDAD	38.40	36.41	35.09	%
NUMERO DE GOLPES	16	26	36	



LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%)	36.58
Límite Plástico (%)	20.32
Índice de Plasticidad Ip (%)	16.26
Índice de consistencia Ic	1.24
Suelo Duro	

CLASIFICACIÓN	
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(11)

LIMITE DE RETRACCION O CONTRACCION	
Límite de Contracción (%)	N.D
Índice de Retracción	N.D
Cambio Volumetrico (%)	N.D
Contracción Lineal (%)	N.D
Tipo de Suelo por el tipo de Contracción:	N.D

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	23.36	25.21	21.85	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	60.23	59.58	61.41	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	54.00	53.82	54.68	grs
PESO DEL AGUA grs	6.23	5.76	6.73	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	30.64	28.61	32.83	grs
% DE HUMEDAD	20.33	20.13	20.50	%
% PROMEDIO		20.32		%




 INGENIERO CIVIL
 CIP 11533



Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata Nº 04 - Estrato Nº 02 (Km: 3+000) **Perforación:** Cielo Abierto

Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro **Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50 m

Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible **Fecha:** Mayo del 2,019

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

Nº Golpes / capa: 25 **Nº Capas:** 5 **Peso del Martillo:** 10 Lbs. **Altura:** 11.54 **Vol.** 931.91

Dimensiones del Molde: **Diametro:** 10.14 **Sobrecarga:** 10 Lbs.

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO - METODO "A") ASTM D-1557

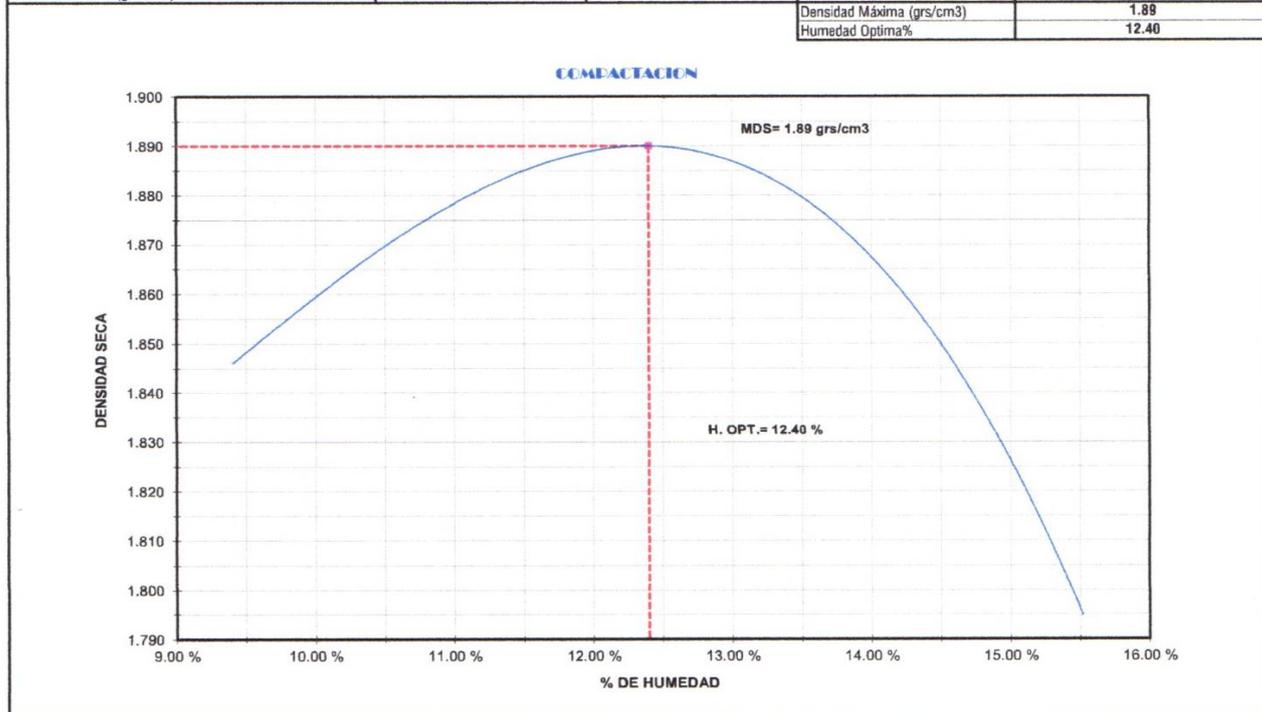
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	22.32	20.14	25.84	23.36
PESO DEL TARRO + MUESTRA HUMEDA	118.94	145.63	103.94	109.85
PESO DEL TARRO + MUESTRA SECA (grs)	110.70	134.75	95.84	101.00
PESO DEL AGUA (grs)	8.24	10.88	8.10	8.85
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	88.4	114.6	70.0	77.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	9.32	9.49	11.57	11.40
% PROMEDIO	9.41	11.49	13.28	15.52

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.41	11.49	13.28	15.52
PESO DEL SUELO + MOLDE (grs)	3901	3977	4007	3951
PESO DEL MOLDE (grs)	2019	2019	2019	2019
PESO DEL SUELO (grs)	1882	1958	1988	1932
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	2.020	2.101	2.134	2.073
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.846	1.885	1.883	1.795

Densidad Máxima (grs/cm3) **1.89**
 Humedad Optima% **12.40**



J. César Villanueva Flores
 INGENIERO CIVIL

VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata N° 04 - Estrato N° 02 (Km: 3+000)

Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro

Fecha : Mayo del 2,019

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

COMPACTACIÓN

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8989	9285	10140
Peso del molde (gramos)	4620	4660	5050
Peso del suelo húmedo (grs.)	4369	4625	5090
Volumen del molde (cc)	2286	2286	2396
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.91	2.02	2.12
Densidad seca (grs./cm3)	1.70	1.80	1.89
Tarro N°	10	12	16
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	153.61	162.85	135.54
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	138.87	148.04	123.22
Peso del agua (grs.)	14.74	14.81	12.32
Peso del tarro (grs.)	20.15	28.51	23.84
Peso del suelo seco (grs.)	118.72	119.53	99.38
% de humedad	12.42	12.39	12.40
PROMEDIO DE HUMEDAD			

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
		LECTURA	Mm.	%	LECTURA	mm	%	LECTURA	mm	%
06/05/2019	5:00 p. m.	368	0	0	307	0	0	166	0	0
07/05/2019	5:10 p. m.	455	87	1.91	397	90	1.97	258	92	2.01
08/05/2019	5:10 p. m.	537	169	3.70	474	167	3.66	334	168	3.68
09/05/2019	5:30 p. m.	579	211	4.62	515	208	4.55	371	205	4.49
10/05/2019	5:30 p. m.	597	229	5.01	539	232	5.08	401	235	5.15

PENETRACIÓN

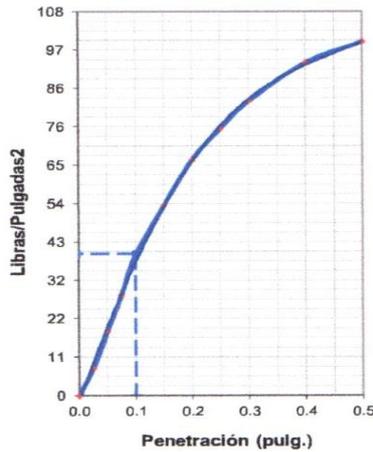
PENETRACIÓN	MOLDE N°01- N° de Golpes 12			MOLDE N°02- N° de Golpes 25			MOLDE N°03- N° de Golpes 56		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras.		Libras./pulg ²	DIAL		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	4	23	8	10	56	19	18	97	32
0.050	10	54	18	23	122	41	36	193	64
0.075	16	85	28	33	178	59	53	290	97
0.100	22	119	40	43	233	78	69	374	125
0.150	30	160	53	59	320	107	98	533	178
0.200	37	199	66	72	393	131	124	675	225
0.250	41	225	75	83	452	151	145	788	263
0.300	46	249	83	92	497	166	161	873	291
0.400	52	281	94	101	547	182	181	981	327
0.500	55	299	100	105	570	190	188	1020	340



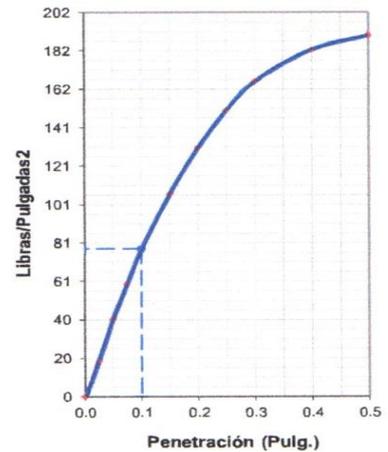

Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP 116 195

<p>Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018</p> <p>Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018</p> <p>Muestra : Calicata N° 04 - Estrato N° 02 (Km: 3+000)</p> <p>Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillo</p> <p>Fecha : Mayo del 2,019</p>	<p>ENSAYO: C.B.R</p> <p>Humedad Óptima Porct.. Mod.: 12.40 %</p> <p>Max. Des. Porct.. Mod.: 1.89 gr/cm³</p>
---	--

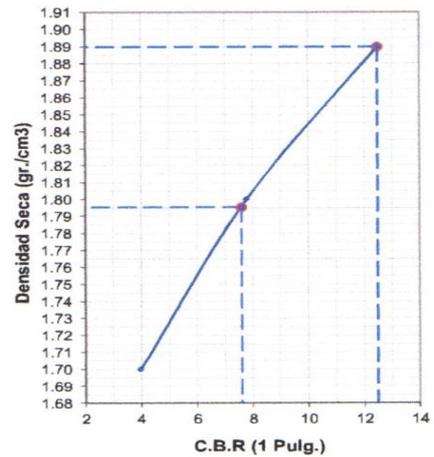
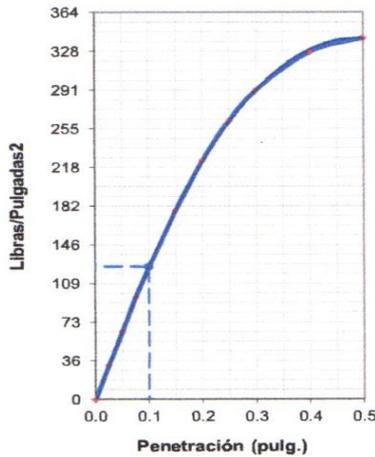
12 Golpes-C.B.R. 1":3.98%-&=1.7gr/cm3



25 Golpes-C.B.R. 1":7.78%-&=1.8gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1":12.48%-&=1.89gr/cm3



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	12.42	1.70	5.01	90	3.98		95%	100%
25	12.39	1.80	5.08	95	7.78		7.78%	12.48
56	12.40	1.89	5.15	100	12.48			




 INGENIERO CIVIL
 CIP 11655



REGISTRO DE EXCAVACION

Estudio de Mecánica de suelos						Tesista	: Est. Ing. José Gálvez Villanueva			
Tesis						Reviso	: Jefe Lab. Ing. Cesar Manuel Flores Celis			
Localización						Fecha	: Mayo del 2019			
Calicata						Progresiva	: Km: 3+000			
Cota As. (m)		Nivel freático:	Prof. Exc.:	Cota As.	CLASIFICACION	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	Observ.		
					AASHTO	SUCS	SIMBOLO			
0.00	I		1.50 (m)	0.00 (msnm)	-	GC		0.20	-	Estrato no muestreado. Descripción visual acorde a la norma NTP 339.150:2001
-0.20	II				A-6(11)	CL		1.30	16.47	-
-1.50										

VISTA PANORAMICA DE LA ZONA EN ESTUDIO (TRAMO: EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310, CASERIO SAN JOSÉ - CP. CARHUAPOMA)



Observaciones : Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM (Registro sin escala).



Ing. Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP 13512



Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata N° 05 - Estrato N° 02 (Km: 4+000)

Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia semi dura y de color amarillento claro

Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible **Prof. de Muestra:** 0.20 - 1.50 m

Perforación : Cielo Abierto **Fecha:** Mayo del 2,019

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	69.40	69.00	69.20	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	169.50	169.90	169.70	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	147.90	147.90	148.24	grs
PESO DEL AGUA grs	21.60	22.00	21.46	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	78.50	78.90	79.04	grs
% DE HUMEDAD	27.52	27.88	27.15	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	27.52			%

PESO ESPECÍFICO : ASTM D - 854

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO FRASCO+AGUA+SUELO	1445.25	1447.85	1447.12	grs
PESO FRASCO+AGUA	1215.00	1215.00	1215.00	grs
PESO SUELO SECO	359.00	362.85	362.00	grs
PESO SUELO EN AGUA	230.25	232.85	232.12	grs
VOLUMEN DEL SUELO	128.75	130.00	129.88	cm3
PESO ESPECIFICO	2.79	2.79	2.79	grs./cm3
PROMEDIO	2.79			grs./cm3



[Handwritten Signature]
 INGENIERO CIVIL
 CIP 17420

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserio San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserio San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata Nº 05 - Estrato Nº 02 (Km: 4+000)

Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia semi dura y de color amarillento claro

Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

Perforación : Cielo Abierto

Profundidad de Muestra : 0.20 - 1.50 m

Fecha : Mayo del 2,019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422						
Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø	(mm)					
5"	127.00					
4"	101.60					
3"	76.20					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
Nº 8	2.380	0.20	0.03%	0.03%	99.97%	
Nº 10	2.000	0.20	0.03%	0.07%	99.93%	
Nº 16	1.190	1.40	0.23%	0.30%	99.70%	
Nº 20	0.840	1.20	0.20%	0.50%	99.50%	
Nº 30	0.590	2.50	0.42%	0.92%	99.08%	
Nº 40	0.426	5.40	0.90%	1.82%	98.18%	
Nº 50	0.297	10.50	1.75%	3.57%	96.43%	
Nº 60	0.250	7.20	1.20%	4.77%	95.23%	
Nº 80	0.177	17.40	2.90%	7.67%	92.33%	
Nº 100	0.149	14.10	2.35%	10.02%	89.98%	
Nº 200	0.074	53.30	8.68%	18.90%	81.10%	
Fondo	0.01	486.60	81.10%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL		600.00				

Tamaño Máximo: _____
 Módulo de Fineza AF: _____
 Módulo de Fineza AG: _____
 Equivalente de Arena: _____

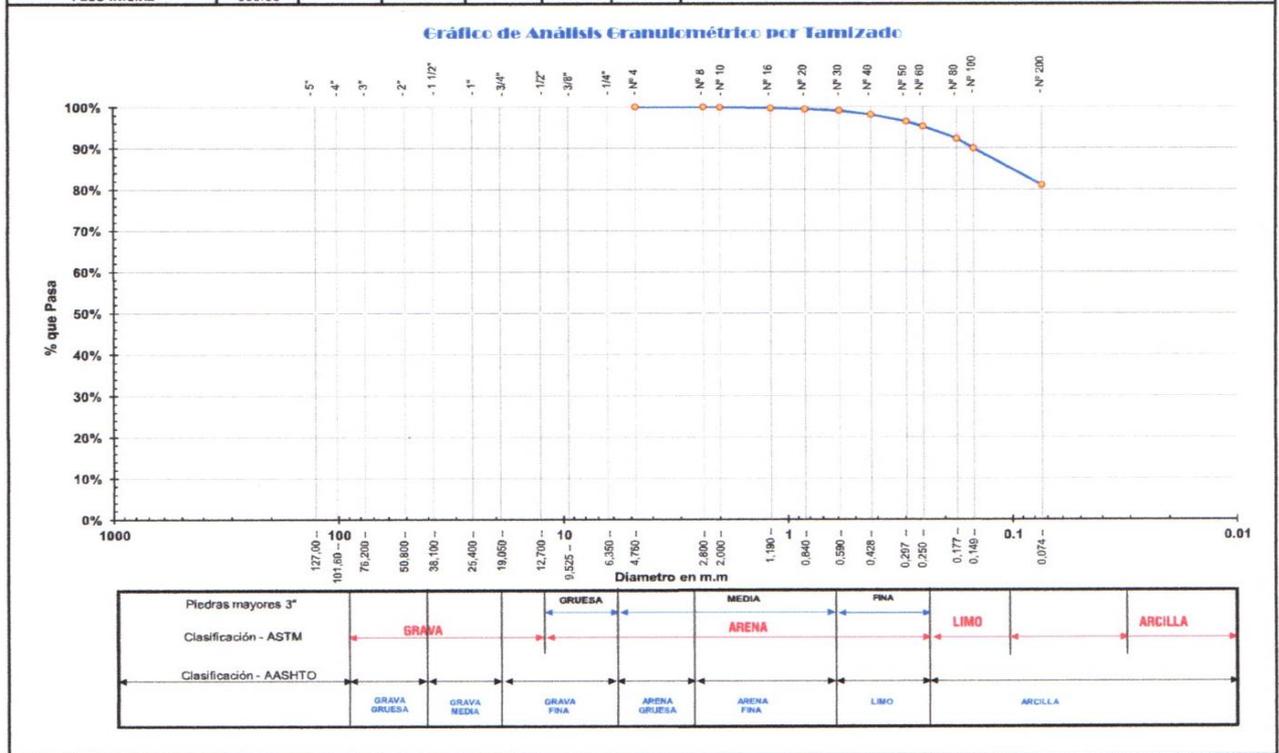
Descripción Muestra:

Grupo : Suelo Fino
 Sub Grupo : Arcillosos
 Material : Arcilla de mediana plasticidad con arena

SUCS =	CL	AASHTO =	A-7-6(19)
LL	48.74		
LP	27.34	%GRAV. =	0.00
IP	21.40		
IG	19	%AREN. =	18.90
D 90 =		%ARC. =	81.10
D 60 =	0.057		
D 30 =	0.034	Cc =	1.11
D 10 =	0.018	Cu =	3.21

Observaciones :

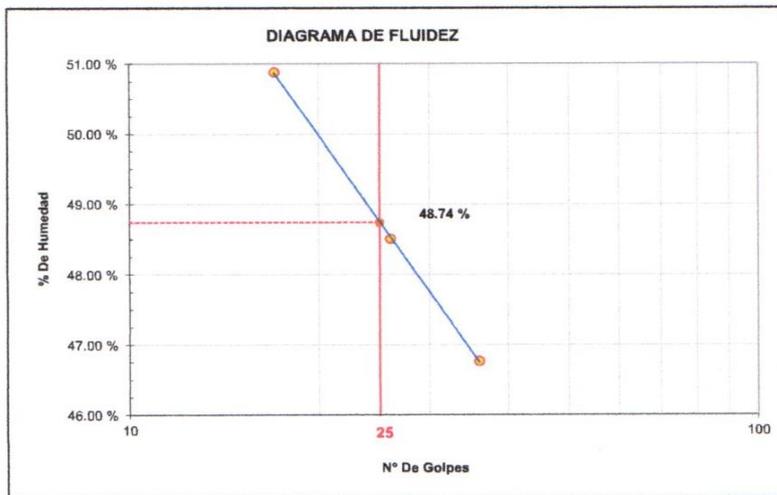
Arcilla inorgánica con arena de consistencia semi dura y de color amarillento claro, con resistencia de regular a deficiente, de expansión elevada en estado saturado y de mediana plasticidad con 81.10% de limos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Liq. = 48.74% e Ind. Plast. = 21.40%.



Manuel Flores C. S.
 INGENIERO CIVIL
 CIP 11222

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
Muestra : Calicata N° 05 - Estrato N° 02 (Km: 4+000)
Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia semi dura y de color amarillento claro
Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible
Testista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva
Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.20 - 1.50 m
Fecha: Mayo del 2,019

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	19.96	30.80	30.96	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	48.87	60.68	60.74	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	39.12	50.92	51.25	grs
PESO DEL AGUA grs	9.75	9.76	9.49	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	19.16	20.12	20.29	grs
% DE HUMEDAD	50.89	48.51	46.77	%
NUMERO DE GOLPES	17	26	36	



LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%)	48.74
Límite Plástico (%)	27.34
Índice de Plasticidad Ip (%)	21.40
Índice de consistencia Ic	0.99
Suelo Semi Duro	

CLASIFICACIÓN	
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(19)

LIMITE DE RETRACCIÓN O CONTRACCIÓN	
Límite de Contracción (%)	N.D
Índice de Retracción	N.D
Cambio Volumétrico (%)	N.D
Contracción Lineal (%)	N.D
Tipo de Suelo por el tipo de Contracción:	N.D

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	30.36	35.52	31.52	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	65.96	63.23	62.88	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	58.36	57.28	56.11	grs
PESO DEL AGUA grs	7.60	5.95	6.77	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	28.00	21.76	24.59	grs
% DE HUMEDAD	27.14	27.34	27.53	%
% PROMEDIO	27.34			%




 INGENIERO CIVIL
 CP. 10000

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserio San José - CP. Carhuapoma - 2018
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserio San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
Muestra : Calicata Nº 05 - Estrato Nº 02 (Km: 4+000) **Perforación:** Cielo Abierto
Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia semi dura y de color amarillento claro **Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50 m
Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible **Fecha:** Mayo del 2,019
Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

Nº Golpes / capa: 25 **Nº Capas:** 5 **Peso del Martillo:** 10 Lbs.
Dimensiones del Molde **Diametro:** 10.14 **Altura:** 11.54 **Vol.:** 931.91
Sobrecarga: 10 Lbs.

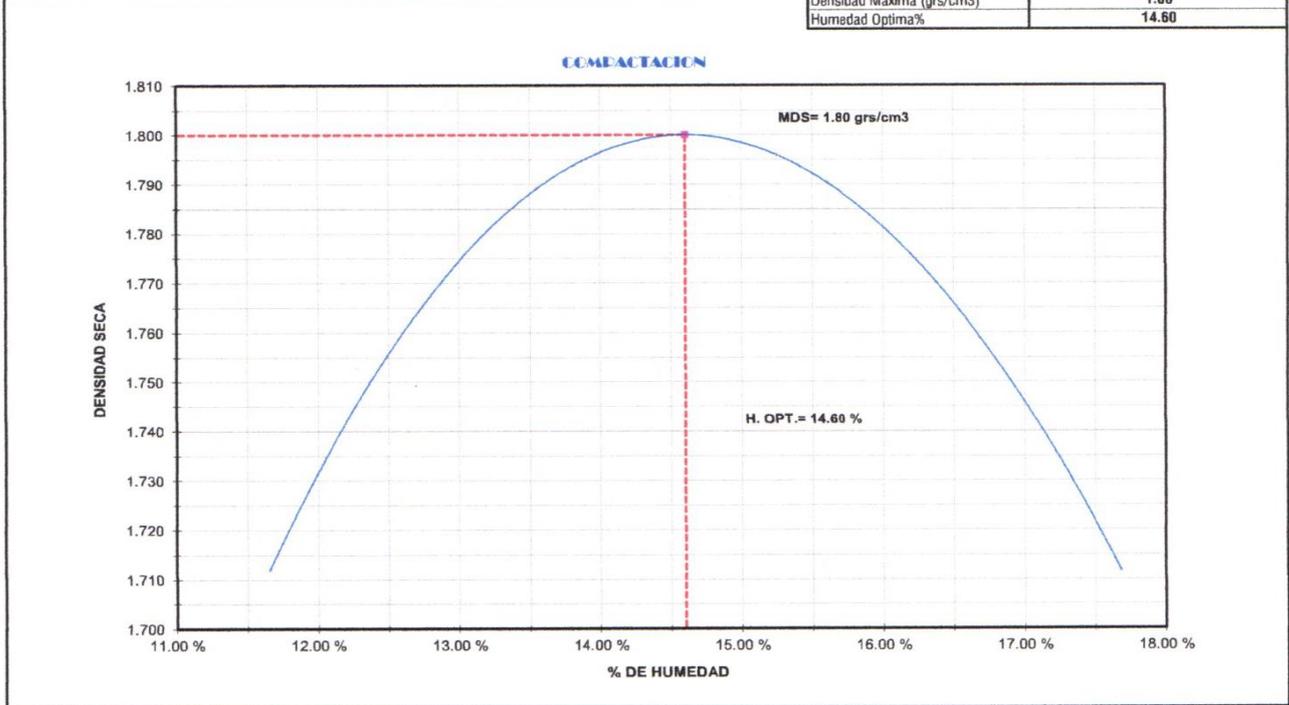
RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO - METODO "A") ASTM D-1557

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA Nº	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	31.25	30.36	30.23	32.41	28.46	29.45	26.41	28.41
PESO DEL TARRO + MUESTRA HUMEDA	126.95	130.85	124.88	129.85	131.46	140.15	135.20	136.65
PESO DEL TARRO + MUESTRA SECA (grs)	117.00	120.32	113.80	118.00	117.74	125.00	118.92	120.32
PESO DEL AGUA (grs)	9.95	10.53	11.08	11.85	13.72	15.15	16.28	16.33
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	85.8	90.0	83.6	85.6	89.3	95.6	92.5	91.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	11.60	11.71	13.26	13.85	15.37	15.86	17.60	17.77
% PROMEDIO	11.65		13.55		15.61		17.68	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.65	13.55	15.61	17.68
PESO DEL SUELO + MOLDE (grs)	3800	3912	3948	3896
PESO DEL MOLDE (grs)	2019	2019	2019	2019
PESO DEL SUELO (grs)	1781	1893	1929	1877
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	1.911	2.032	2.070	2.014
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.712	1.789	1.790	1.712
Densidad Máxima (grs/cm3)				1.80
Humedad Óptima%				14.60




 (C) Manuel Maza Celis
 INGENIERO CIVIL

VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
Muestra : Calicata Nº 05 - Estrato Nº 02 (Km: 4+000)
Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia semi dura y de color amarillento claro
Fecha : Mayo del 2,019
Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

COMPACTACIÓN

Molde Nº	04	05	06
Nº de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8520	8777	9384
Peso del molde (gramos)	4620	4660	5050
Peso del suelo húmedo (grs.)	3900	4117	4334
Volumen del molde (cc)	2101	2101	2101
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.86	1.96	2.06
Densidad seca (grs./cm3)	1.62	1.71	1.80
Tarro Nº			
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	164.95	146.12	161.84
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	148.00	131.13	144.58
Peso del agua (grs.)	16.95	14.99	17.26
Peso del tarro (grs.)	31.85	28.45	26.44
Peso del suelo seco (grs.)	116.15	102.68	118.14
% de humedad	14.59	14.60	14.61
PROMEDIO DE HUMEDAD			

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA	EXPANSIÓN			LECTURA	EXPANSIÓN			LECTURA	EXPANSIÓN		
			DIAL	Mm.	%		DIAL	mm	%		DIAL	mm	%
07/05/2019	4:30 p. m.	188	0	0	272	0	0	255	0	0			
08/05/2019	4:30 p. m.	285	97	2.12	371	99	2.17	350	95	2.08			
09/05/2019	5:00 p. m.	370	182	3.99	452	180	3.94	420	165	3.61			
10/05/2019	4:00 p. m.	438	250	5.47	520	248	5.43	502	247	5.41			
11/05/2019	4:00 p. m.	464	276	6.04	551	279	6.11	535	280	6.13			

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE Nº01- Nº de Golpes 12			MOLDE Nº02- Nº de Golpes 25			MOLDE Nº03- Nº de Golpes 56		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras.		Libras./pulg ²	DIAL		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	2	10	3	8	45	15	15	81	27
0.050	5	26	9	18	99	33	30	162	54
0.075	8	43	14	27	145	48	45	244	81
0.100	11	60	20	35	190	63	58	315	105
0.150	17	91	30	52	285	95	86	467	156
0.200	22	117	39	67	365	122	111	602	201
0.250	25	138	46	79	429	143	131	711	237
0.300	28	153	51	88	479	160	146	792	264
0.400	32	171	57	98	534	178	165	896	299
0.500	33	179	60	103	559	186	172	934	311

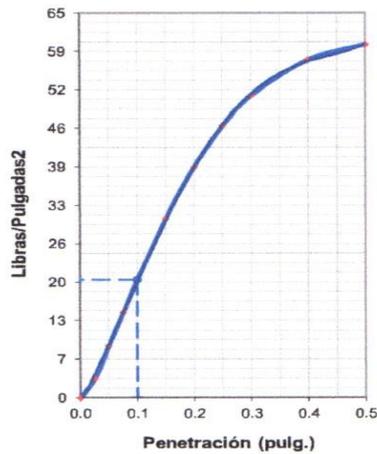



 Ing. Celis Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP 11552

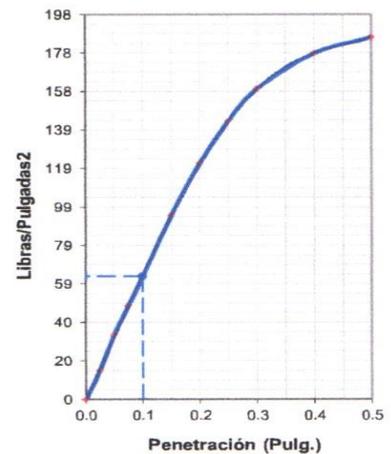


Tesis	: Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018	ENSAYO:	C.B.R
Localización	: Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310	Humedad Óptima Porct.. Mod.:	14.60 %
Muestra	: Calicata N° 05 - Estrato N° 02 (Km: 4+000)	Max. Des. Porct.. Mod.:	1.80 gr/cm ³
Material	: Arcilla inorgánica con arena de consistencia semi dura y de color amarrillado		
Fecha	: Mayo del 2,019		

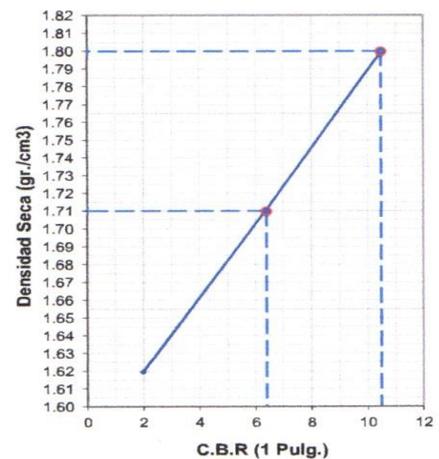
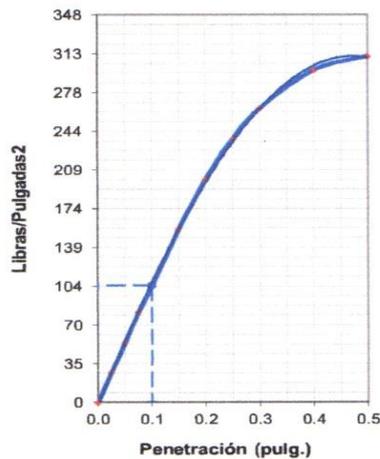
12 Golpes-C.B.R. 1":1.99%-&=1.62gr/cm3



25 Golpes-C.B.R. 1":6.33%-&=1.71gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1":10.48%-&=1.8gr/cm3



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	14.59	1.62	6.04	90	1.99		95%	100%
25	14.60	1.71	6.11	95	6.33		6.33%	10.49
56	14.61	1.80	6.13	100	10.49			



Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL



REGISTRO DE EXCAVACION

Estudio de Mecánica de suelos						Tesista	: Est. Ing. José Gálvez Villanueva		
Tesis						Revisó	: Jefe Lab. Ing. Cesar Manuel Flores Celis		
Localización						Fecha	: Mayo del 2,019		
Calicata						Progresiva	: Km: 4+000		
Cota As. 0.00 (msnm)						Para Uso	: Diseño de un Pavimento Flexible		
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	Observ.	
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
0.00	I	Material de afirmado conformado por grava, arcilla limosa, con restos de raíces y palos propia de la vegetación de la zona, de color amarillento	-	GC		0.20	-	Estrato no muestreado. Descripción visual acorde a la norma NTP 339.150:2001	
-0.20	II	Arcilla inorgánica con arena de consistencia semi dura y de color amarillento claro, con resistencia de regular a deficiente, de expansión elevada en estado saturado y de mediana plasticidad con 81.10% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Líq.= 48.74% e Ind. Plast.= 21.40%.	A-7-6(19)	CL		1.30	27.52	-	
-1.50									

VISTA PANORAMICA DE LA ZONA EN ESTUDIO (TRAMO: EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310, CASERIO SAN JOSÉ - CP. CARHUAPOMA)



Observaciones : Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM (Registro sin escala).



Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP 11533

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
Muestra : Calicata N° 06 - Estrato N° 02 (Km: 5+000)
Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro
Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible **Prof. de Muestra:** 0.20 - 1.50 m
Perforación : Cielo Abierto **Fecha:** Mayo del 2,019
Testista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	30.36	36.52	31.52	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	245.32	246.56	250.41	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	207.79	209.65	211.65	grs
PESO DEL AGUA grs	37.53	36.91	38.76	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	177.43	173.13	180.13	grs
% DE HUMEDAD	21.15	21.32	21.52	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	21.33			%

PESO ESPECÍFICO : ASTM D - 854				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO FRASCO+AGUA+SUELO	1462.23	1477.77	1470.12	grs
PESO FRASCO+AGUA	1215.00	1215.00	1215.00	grs
PESO SUELO SECO	386.75	410.66	399.00	grs
PESO SUELO EN AGUA	247.23	262.77	255.12	grs
VOLUMEN DEL SUELO	139.52	147.89	143.88	cm3
PESO ESPECIFICO	2.77	2.78	2.77	grs./cm3
PROMEDIO	2.77			grs./cm3

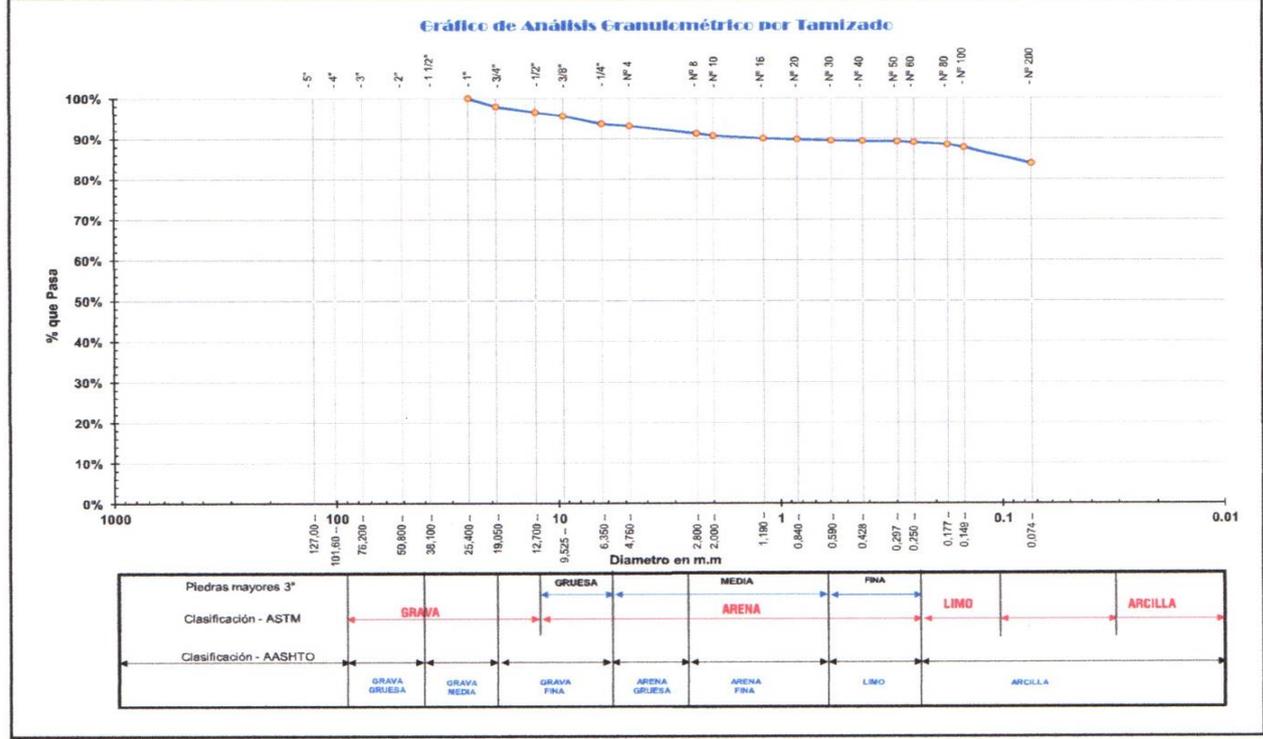



 ING. José Manuel Torres C.
 INGENIERO CIVIL
 CIP 12345

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
Muestra : Calicata N° 06 - Estrato N° 02 (Km: 5+000)
Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro
Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible
Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva
Perforación : Cielo Abierto
Profundidad de Muestra : 0.20 - 1.50 m
Fecha : Mayo del 2,019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422					
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø (mm)					
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40	0.00	0.00%	100.00%	
3/4"	19.050	18.74	2.12%	97.88%	
1/2"	12.700	12.00	1.36%	96.51%	
3/8"	9.525	7.93	0.90%	95.62%	
1/4"	6.350	16.80	1.90%	93.71%	
N° 4	4.760	4.52	0.51%	89.20%	
N° 8	2.380	16.92	1.92%	87.28%	
N° 10	2.000	4.44	0.50%	82.72%	
N° 16	1.190	5.91	0.67%	89.89%	
N° 20	0.840	1.96	0.22%	89.88%	
N° 30	0.590	2.65	0.32%	89.56%	
N° 40	0.426	1.44	0.16%	89.40%	
N° 50	0.297	0.97	0.11%	89.29%	
N° 60	0.250	1.75	0.20%	89.09%	
N° 80	0.177	4.55	0.52%	88.57%	
N° 100	0.149	5.94	0.67%	87.90%	
N° 200	0.074	35.29	4.00%	83.90%	
Fondo	0.01	739.99	83.90%	100.00%	
PESO INICIAL	882.00				

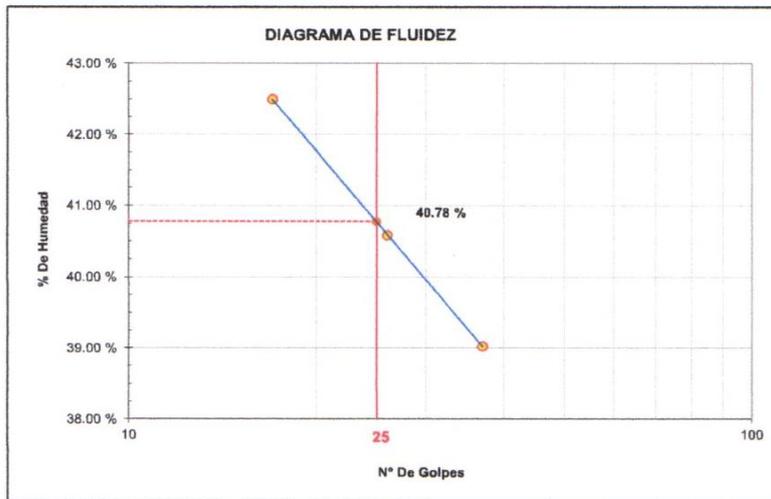
Tamaño Máximo:			
Modulo de Fineza AF:			
Modulo de Fineza AG:			
Equivalentes de Arena:			
Descripción Muestra:			
Grupo	: Suelo Fino		
Sub Grupo	: Arcillosos		
Material	: Arcilla de mediana plasticidad con arena		
SUCS =	CL	AASHTO =	A-7-6(16)
LL	= 40.78	%GRAV. =	6.80
LP	= 21.70	%AREN. =	9.30
IP	= 19.08	%ARC. =	83.90
IG	= 16	Cc =	1.10
D 90 =		Cu =	3.16
D 60 =	0.056		
D 30 =	0.033		
D 10 =	0.018		
Observaciones :			
<i>Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro, con resistencia de regular a deficiente, de expansión elevada en estado saturado y de mediana plasticidad con 83.90% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq. = 40.78% e Ind. Plast. = 19.08%.</i>			



Ing. Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
Muestra : Calicata N° 06 - Estrato N° 02 (Km: 5+000)
Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro
Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible
Testista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva
Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.20 - 1.50 m
Fecha: Mayo del 2,019

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	7.58	7.34	8.24	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	61.26	59.61	60.89	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	45.25	44.52	46.11	grs
PESO DEL AGUA grs	16.01	15.09	14.78	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	37.67	37.18	37.87	grs
% DE HUMEDAD	42.50	40.59	39.03	%
NUMERO DE GOLPES	17	26	37	



LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%)	40.78
Límite Plástico (%)	21.70
Índice de Plasticidad Ip (%)	19.08
Índice de consistencia Ic	1.02
Suelo Duro	

CLASIFICACIÓN	
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(16)

LIMITE DE RETRACCION O CONTRACCION	
Límite de Contracción (%)	N.D
Índice de Retracción	N.D
Cambio Volumetrico (%)	N.D
Contracción Lineal (%)	N.D
Tipo de Suelo por el tipo de Contracción:	N.D

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318				
LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	22.36	19.44	22.20	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	76.63	78.09	75.15	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	67.00	67.60	65.69	grs
PESO DEL AGUA grs	9.63	10.49	9.46	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	44.64	48.16	43.49	grs
% DE HUMEDAD	21.57	21.78	21.75	%
% PROMEDIO	21.70			%




 Ing. César Manuel Flores Cevallos
 INGENIERO CIVIL

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018
Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín
Muestra : Calicata Nº 06 - Estrato Nº 02 (Km: 5+000)
Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro
Para Uso : Diseño de un Pavimento Flexible
Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 0.20 - 1.50 m
Fecha: Mayo del 2,019

Nº Golpes / capa: 25 **Nº Capas:** 5 **Peso del Martillo:** 10 Lbs.
Dimensiones del Molde: **Diametro:** 10.14 **Altura:** 11.54 **Vol.:** 931.91
Sobrecarga: 10 Lbs.

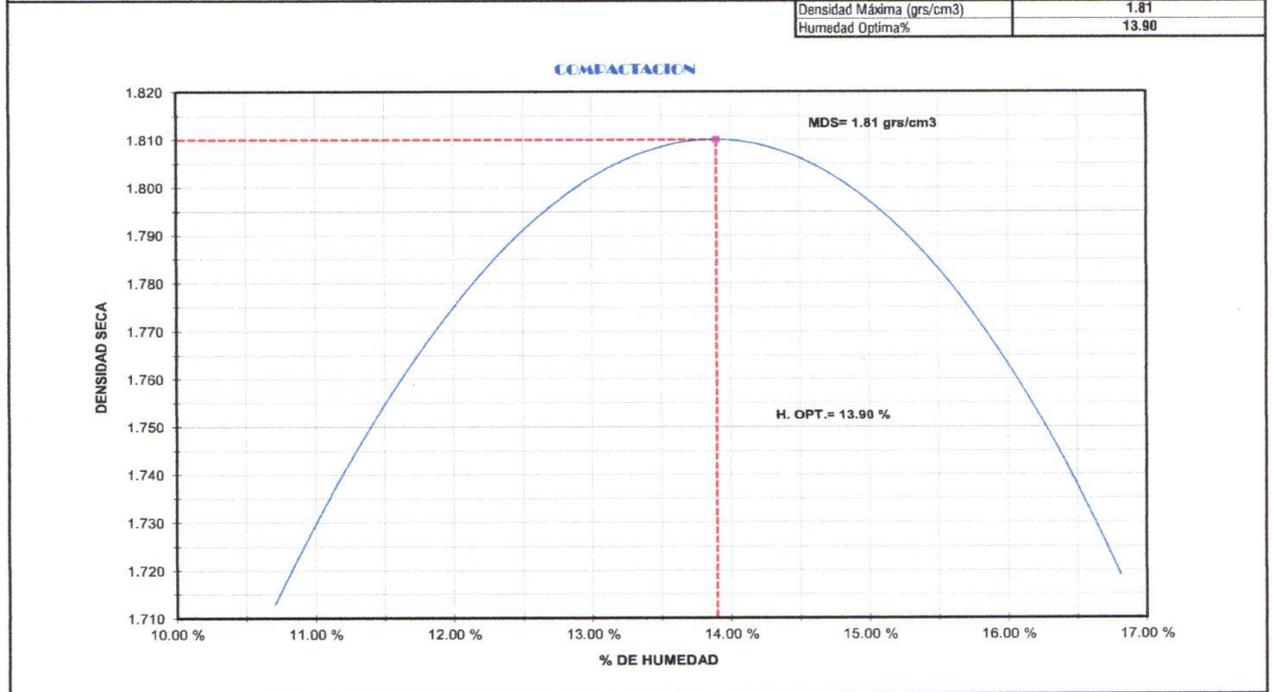
RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO - METODO "A") ASTM D-1557

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA Nº	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	25.86	15.36	20.39	18.85	28.45	19.32	24.21	23.63
PESO DEL TARRO + MUESTRA HUMEDA	136.25	142.85	133.46	145.32	146.25	142.25	150.35	160.85
PESO DEL TARRO + MUESTRA SECA (grs)	125.48	130.63	120.58	131.25	131.02	127.00	132.06	141.25
PESO DEL AGUA (grs)	10.77	12.22	12.88	14.07	15.23	15.25	18.29	19.60
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	99.6	115.3	100.2	112.4	102.6	107.7	107.9	117.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	10.81	10.60	12.86	12.52	14.85	14.16	16.96	16.66
% PROMEDIO	10.71		12.69		14.51		16.81	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.71	12.69	14.51	16.81
PESO DEL SUELO + MOLDE (grs)	3786	3905	3946	3890
PESO DEL MOLDE (grs)	2019	2019	2019	2019
PESO DEL SUELO (grs)	1767	1886	1927	1871
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	1.896	2.024	2.068	2.008
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.713	1.796	1.806	1.719
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.81
			Humedad Optima%	13.90



Ing. *Manuel Flores Celis*
 INGENIERO CIVIL

VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1553

Tesis : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707 + 310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018

Localización : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707 + 310, Caserío San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Muestra : Calicata N° 06 - Estrato N° 02 (Km: 5+000)

Material : Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro

Fecha : Mayo del 2,019

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

COMPACTACIÓN

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	9137	9139	10152
Peso del molde (gramos)	4620	4660	5050
Peso del suelo húmedo (grs.)	4517	4479	5102
Volumen del molde (cc)	2433	2286	2475
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.86	1.96	2.06
Densidad seca (grs./cm3)	1.63	1.72	1.81
Tarro N°	10	12	16
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	177.12	138.95	166.45
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	158.74	125.13	149.04
Peso del agua (grs.)	18.38	13.82	17.41
Peso del tarro (grs.)	26.42	25.75	23.77
Peso del suelo seco (grs.)	132.32	99.38	125.27
% de humedad	13.89	13.91	13.90
PROMEDIO DE HUMEDAD			

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
			Mm.	%		mm	%		mm	%
07/05/2019	9:00 a. m.	294	0	0	241	0	0	227	0	0
08/05/2019	9:15 a. m.	385	91	1.99	331	90	1.97	319	92	2.01
09/05/2019	9:00 a. m.	468	174	3.81	411	170	3.72	401	174	3.81
10/05/2019	9:00 a. m.	533	239	5.23	479	238	5.21	463	236	5.17
11/05/2019	10:00 a. m.	566	272	5.96	512	271	5.93	497	270	5.91

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01- N° de Golpes 12			MOLDE N°02- N° de Golpes 25			MOLDE N°03- N° de Golpes 56		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	3	16	5	9	49	16	16	88	29
0.050	7	37	12	20	108	36	33	176	59
0.075	11	58	19	29	157	52	49	265	88
0.100	15	81	27	38	206	69	63	342	114
0.150	22	120	40	58	314	105	89	481	160
0.200	29	156	52	74	404	135	111	604	201
0.250	33	181	60	88	477	159	130	703	234
0.300	37	203	68	98	534	178	143	778	259
0.400	43	233	78	110	596	199	161	872	291
0.500	46	250	83	115	624	208	167	906	302

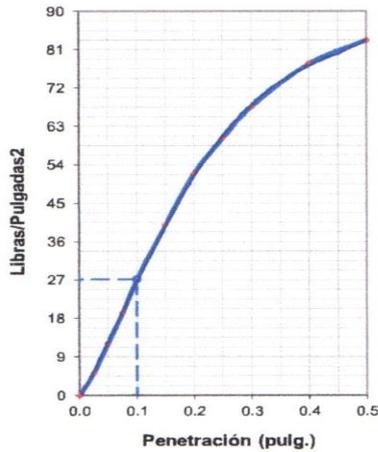


Ing. César Manuel Flores Cevallos
 INGENIERO CIVIL
 CIP 11053

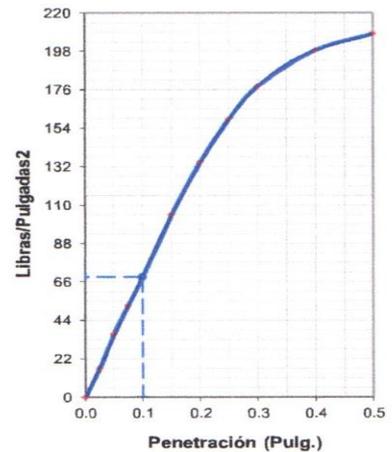


Tesis	: Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserío San José - CP. Carhuapoma - 2018	ENSAYO:	C.B.R
Localización	: Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310	Humedad Optima Porct.. Mod.:	
Muestra	: Calicata N° 06 - Estrato N° 02 (Km: 5+000)		13.90 %
Material	: Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillo	Max. Des. Porct.. Mod.:	
Fecha	: Mayo del 2,019		1.81 gr/cm³

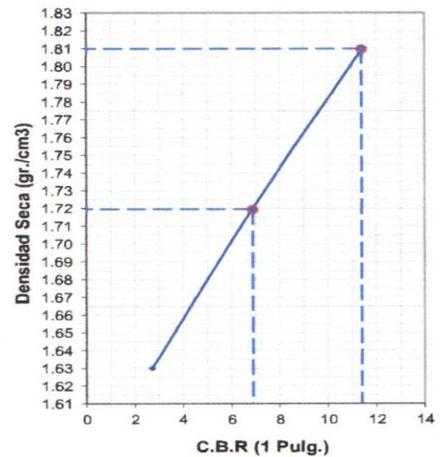
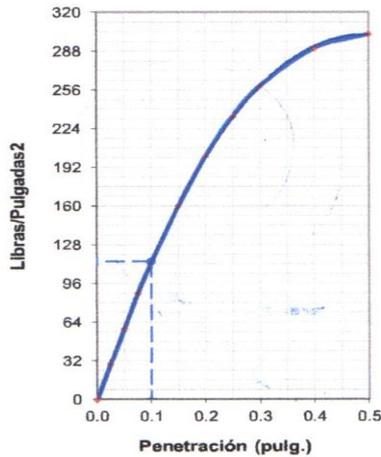
12 Golpes-C.B.R. 1"=2.71%-&=1.63gr/cm3



25 Golpes-C.B.R. 1"=6.87%-&=1.72gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1"=11.4%-&=1.81gr/cm3



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	13.89	1.63	5.96	90	2.71		95%	100%
25	13.91	1.72	5.93	95	6.87		6.87%	11.40
56	13.90	1.81	5.91	100	11.40			



Inj. César Manuel Flores Colón
 INGENIERA CIVIL



REGISTRO DE EXCAVACION

Estudio de Mecánica de suelos						Tesista	: Est. Ing. José Gálvez Villanueva		
Tesis						Reviso	: Jefe Lab. Ing. Cesar Manuel Flores Celis		
Localización						Fecha	: Mayo del 2.019		
Calicata						Prof. Exc.:	1.50 (m)		
Cota As. 0.00 (msnm) <td>Para Uso</td> <td colspan="3">: Diseño de un Pavimento Flexible</td>						Para Uso	: Diseño de un Pavimento Flexible		
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	Observ.	
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
0.00	I	Material de afirmado conformado por grava, arcilla limosa, con restos de raíces y palos propia de la vegetación de la zona, de color amarillento	-	GC		0.20	-	Estrato no muestreado. Descripción visual acorde a la norma NTP 339.150:2001	
-0.20	II	Arcilla inorgánica con arena de consistencia dura y de color amarillento claro, con resistencia de regular a deficiente, de expansión elevada en estado saturado y de mediana plasticidad con 83.90% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq. = 40.78% e Ind. Plast. = 19.08%.	A-7-6(16)	CL		1.30	21.33	-	
-1.50									

VISTA PANORAMICA DE LA ZONA EN ESTUDIO (TRAMO: EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707 +310, CASERIO SAN JOSÉ - CP. CARHUAPOMA)



Observaciones : Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM (Registro sin escala).



Ing. Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 SUELOS

DENSIDAD EN SITIO - METODO DEL CONO DE LA ARENA

ASTM D-1556 / MTC E117-2000

Proyecto : Diseño de un Pavimento Flexible Usando Polvo de Neumático en el Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserio San José - CP. Carhuapoma - 2018

Ubicación : Sector: Tramo: Empalme Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 707+310, Caserio San José - CP. Carhuapoma / Dist.: San Rafael / Prov.: Bellavista / Reg.: San Martín

Tesista : Est. Ing. José Gálvez Villanueva

Revisó : Jefe Lab. Ing. Cesar Manuel Flores Celis

Fecha : Mayo del 2019

Hoyo N°	01	02	03	04	05	06
Bloque N°	02	02	02	02	02	02
Ubicación	Cal. N° 01 Est. N° 02	Cal. N° 02 Est. N° 02	Cal. N° 03 Est. N° 02	Cal. N° 04 Est. N° 02	Cal. N° 05 Est. N° 02	Cal. N° 06 Est. N° 02
Progresiva	Km: 0+000	Km: 1+000	Km: 2+000	Km: 3+000	Km: 5+000	Km: 6+000
Espesor del Hoyo de Prueba (m)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5

Tramo	Bz Inicio					
	Bz Fin					
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-

Descripción	Unidad	Fecha de Muestreo					
		14/05/2019	14/05/2019	14/05/2019	14/05/2019	15/07/2019	15/07/2019
1.- Peso del suelo del hueco + Peso del depósito	g	3745	3625	3588	3841	3712	3685
2.- Peso del depósito	g	5	5	5	5	5	5
3.- Peso del suelo húmedo del hueco	g	3740	3620	3583	3836	3707	3680
4.- Peso de la arena + Frasco	g	7652	7645	7635	7620	7600	7600
5.- Peso de la arena que queda en el frasco	g	2985	2945	2899	2878	3152	3152
6.- Peso arena del hueco + Peso arena cono	g	4667	4700	4736	4742	4448	4448
7.- Peso arena del cono	g	1840	1840	1840	1840	1840	1840
8.- Peso arena del hueco	g	2827	2860	2896	2902	2608	2608
9.- Densidad de la arena	g/cm ³	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42
10.- Volumen del hueco	cm ³	1991	2014	2039	2044	1837	1837
11.- Peso de la grava retenida en malla 3/4"	g	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.- Densidad de la grava	g/cm ³	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.- Volumen de la grava por desolamiento	cm ³	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.- Peso del suelo húmedo	g	3740	3620	3583	3836	3707	3680
15.- Volumen del suelo	cm ³	1991	2014	2039	2044	1837	1837
16.- Densidad suelo húmedo	g/cm ³	1.88	1.80	1.76	1.88	2.02	2.00
17.- Humedad contenida del suelo	%	3.30	26.40	17.40	16.40	27.50	21.30
18.- Densidad del suelo seco	g/cm ³	1.82	1.42	1.50	1.61	1.58	1.65
19.- Máxima densidad determinada en curva	g/cm ³	1.95	1.82	1.89	1.89	1.80	1.81
20.- Porcentaje de compactación obtenido	%	93.26	78.13	79.18	85.32	87.95	91.26
21.- Porcentaje mínimo de compactación especificado	%	-	-	-	-	-	-
Aprobación		-	-	-	-	-	-

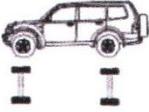
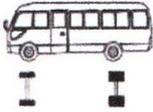
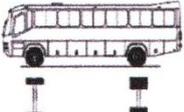
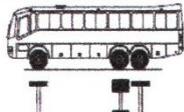
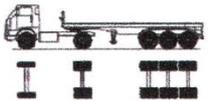
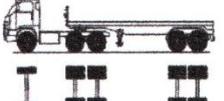
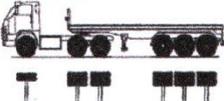
OBSERVACIÓN:



Ing. Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERIA CIVIL

DISEÑO DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA CARPETA ASFÁLTICA

1.- CONTEO VEHICULAR

VEHÍCULO		CONTEO								TOTAL	IMDs	%
COD	GRÁFICO	DIR	D	L	M	M	J	V	S			
VHL1_		IDA	1	3	8	10	10	8	1	41	12	50.00%
		VUE.	1	4	9	9	8	7	1	39		50.00%
VHL2_		IDA	2	20	13	9	16	19	9	88	25	52.00%
		VUE.	2	19	13	9	15	19	8	85		48.00%
B2_		IDA	0	0	0	2	4	10	0	16	4	50.00%
		VUE.	0	0	0	2	3	9	0	14		50.00%
B3_1		IDA	0	10	10	10	10	10	0	50	14	50.00%
		VUE.	0	10	10	10	10	10	0	50		50.00%
_C2		IDA	2	1	8	1	2	0	4	18	5	60.00%
		VUE.	2	1	7	1	2	0	4	17		40.00%
_C3		IDA	0	15	5	8	0	6	2	36	10	50.00%
		VUE.	0	15	4	8	0	6	2	35		50.00%
_C4		IDA	4	0	0	0	0	0	0	4	2	50.00%
		VUE.	4	0	0	0	0	0	0	4		50.00%
_8X4		IDA	0	2	0	0	2	0	0	4	2	50.00%
		VUE.	0	2	0	0	2	0	0	4		50.00%
T2S3		IDA	0	0	4	0	0	0	0	4	1	100.00%
		VUE.	0	0	3	0	0	0	0	3		0.00%
T3S2		IDA	2	0	0	0	4	0	2	8	2	50.00%
		VUE.	2	0	0	0	4	0	2	8		50.00%
T3S3		IDA	2	0	0	0	0	0	2	4	2	50.00%
		VUE.	2	0	0	0	0	0	2	4		50.00%

2.- FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y DE CARRIL

2.00 FACTOR DIRECCIONAL Y DE CARRIL

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico normalmente corresponde a la mitad del total del tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunas ocasiones puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo vehicular del tráfico

NÚMERO DE CALZADAS	NÚMERO DE SENTIDOS	NÚMERO DE CARRILES POR SENTIDO	FACTOR DIRECCIONAL (FD)	FACTOR DE CARRIL (FC)	FACTOR PONDERADO (FD x FC)
1 Calzada	1 Sentido	1	1	1	1
	1 Sentido	2	1	0.8	0.8
	1 Sentido	3	1	0.6	0.6
	1 Sentido	4	1	0.5	0.5
	2 Sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 Sentidos	2	0.5	0.8	0.4
2 Calzadas	2 Sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 Sentidos	2	0.5	0.8	0.4
	2 Sentidos	3	0.5	0.6	0.3
	2 Sentidos	4	0.5	0.5	0.25

Número de Calzadas :	1 Calzada
Número de Sentidos :	2 Sentidos
Numero de Carriles :	1 Carril

Factor de Dirección (FD) = **0.50**

Factor de Carril (FC) = **1.00**

TASA DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente de crecimiento de tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente de tránsito de vehículos de carga

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

PERIODO DE DISEÑO (n) = 15 Años

2.01 FACTOR DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL (r1) = 0.90% $Fca_1 = 15.983$

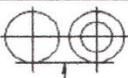
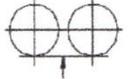
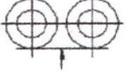
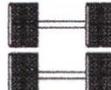
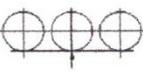
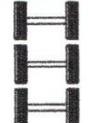
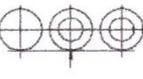
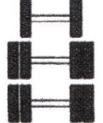
2.02 FACTOR DE CRECIMIENTO ECONÓMICO

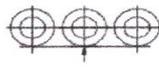
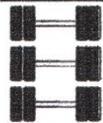
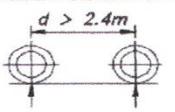
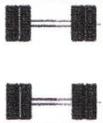
TASA DE CRECIMIENTO ECONÓMICO (r2) = 1.35% $Fca_2 = 16.504$

3.- CALCULO DE EJES EQUIVALENTES

3.00 NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida por AASHTO, como ejes equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño timado en el análisis. AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 Ton de peso, con neumáticos a la presión de 80lbs/pulg². Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

NOMENCLATURA	CONJ. DE EJES	SIMBOLOGIA	N° DE NEUMATIC.	GRÁFICO	PESO
_1VL	SIMPLE		2		1
_2VL	SIMPLE		2		2
_4VL	SIMPLE		4		4
_1RS	SIMPLE		2		7
_1RD	SIMPLE		4		11
_1RS_1RD	TANDEM		6		16
_2RS	TANDEM		4		12
_2RD	TANDEM		8		18
_3RS	TRIDEM		6		16
_1RS_2RD	TRIDEM		10		23

NOMENCLATURA	CONJ. DE EJES	SIMBOLOGIA	N° DE NEUMATIC.	GRÁFICO	PESO
_3RD	TRIDEM		12		25
_1RD_1RD	SIMPLE		8		22

Para el calculo de ejes equivalentes utilizamos las siguientes formulas dadas en el manual AASHTO93

3.01 CÁLCULO DEL FACTOR DE EQUIVALENCIA PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

$$\log\left(\frac{1}{FEE}\right) = 4.79 \times \log(18 + 1) - 4.79 \times \log(L_x + L_2) + 4.33 \times \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \log\left(\frac{4.2 - P_t}{4.2 - 1.5}\right) \quad \beta_x = 0.40 + \frac{0.081 \times (L_x + L_2)^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} \times L_2^{3.23}}$$

3.02 CÁLCULO DEL FACTOR DE EQUIVALENCIA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

$$\log\left(\frac{1}{FEE}\right) = 4.62 \times \log(18 + 1) - 4.62 \times \log(L_x + L_2) + 3.28 \times \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \log\left(\frac{4.5 - P_t}{4.5 - 1.5}\right) \quad \beta_x = 1.00 + \frac{3.63 \times (L_x + L_2)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46} \times L_2^{3.52}}$$

Donde:

FEE = factor de ejes equivalentes

L_x = peso del eje en kips (kilo Libras)

L_2 = código del eje: (simple = 1, tandem = 2, Tridem = 3)

β_x = Factor que depende del tipo y codigo de eje y del número estructural

P_t = Índice de serviciabilidad final

S_N = Número estructural en pulgadas D = Espesor de la losa en pulgadas

4.03 CÁLCULO DEL FACTOR DE EQUIVALENCIA PARA AFIRMADO

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE
Eje Simple de Ruedas Simples	$EE = (P/6.6)^4$
Eje Simple de Ruedas Dobles	$EE = (P/8.2)^4$
Eje tandem (1 Eje Ruedas Dobles + 1 Eje Ruedas Simples)	$EE = (P/14.8)^4$
Eje Tandem (2 Ejes de Ruedas Dobles)	$EE = (P/15.1)^4$
Eje Tridem (2 Ejes Ruedas Dobles + 1 Eje Ruedas Simples)	$EE = (P/20.7)^{3.9}$
Eje Tridem (3 Ejes Ruedas Dobles)	$EE = (P/21.8)^{3.9}$

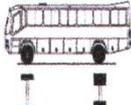
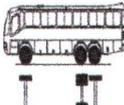
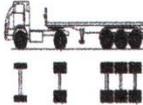
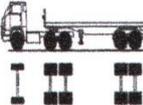
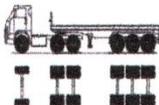
Para el cálculo de ejes equivalentes en **Pavimentos Flexibles**

$P_t = 2.5$

$S_N = 5.0$ pulg

CÁLCULO DE FACTOR DE EJES EQUIVALENTES									
NOMENCLATURA	GRÁFICO	Peso (ton)	Lx kips	L2	β_x	β_{18}	G_t	$\log\left(\frac{1}{FEE}\right)$	FEE
_1VL		1	2.2	1	0.400	0.5001	-0.2009	3.60246	0.00025
_2VL		2	4.41	1	0.402	0.5001	-0.2009	2.51517	0.00305
_4VL		4	8.82	1	0.412	0.5001	-0.2009	1.2873	0.05161
_1RS		7	15.4	1	0.463	0.5001	-0.2009	0.2695	0.53765
_1RD		11	24.3	1	0.651	0.5001	-0.2009	-0.4986	3.15234
_2RS		14	30.9	2	0.463	0.4988	-0.2009	0.13202	0.73787
_1RS_1RD		16	35.3	2	0.494	0.5001	-0.2009	-0.1033	1.2684
_2RD		18	39.7	2	0.535	0.5001	-0.2009	-0.3047	2.0172
_1RS_2RD		23	50.7	3	0.483	0.5001	-0.2009	-0.1102	1.28892
_3RD		25	55.1	3	0.507	0.5001	-0.2009	-0.2547	1.79749
_1RD_1RD		22	48.5	2	0.651	0.500	-0.201	-0.499	6.305

4.- CÁLCULO DE NUMERO DE REPETICIONES DE EJE EQUIVALENTE

Vehículo		Factores de Eje Equivalente por Eje						F.E.E. TOTAL	Factor Direc. (FD)	Factor Carril (FC)	Año	(Fca)	ESAL
Tipo	Gráfico	IMDs	Delant.	Eje N° 01	Eje N° 02	Eje N° 03	Eje N° 04						
VHL1_		12	0.00025	0.00025				0.0005	50.00%	1	365	15.9829	17
VHL2_		25	0.00305	0.05161				0.0547	52.00%	1	365	15.9829	4145
B2_		4	0.53765	3.15234				3.6900	50.00%	1	365	15.9829	43053
B3_1		14	0.53765	1.26840				1.8061	50.00%	1	365	15.9829	73752
_C2		5	0.53765	3.15234				3.6900	60.00%	1	365	16.5039	66685
_C3		10	0.53765	2.01720				2.5548	50.00%	1	365	16.5039	76951
_C4		2	0.53765	1.28892				1.8266	50.00%	1	365	16.5039	11003
_8X4		2	0.73787	2.01720				2.7551	50.00%	1	365	16.5039	16596
T2S3		1	0.53765	3.15234	1.79749			5.4875	100.00%	1	365	16.5039	33056
T3S2		2	0.53765	2.01720	2.01720			4.5720	50.00%	1	365	16.5039	27542
T3S3		2	0.53765	2.01720	1.79749			4.3523	50.00%	1	365	16.5039	26218
ESAL =												3.79E+05	

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

El diseño del pavimento flexible involucra el análisis de diversos factores: Tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel, de serviciabilidad deseado, el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para producir un comportamiento confiable del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance en nivel de colapso durante su vida de servicio.

$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_o + 9,36 \log_{10}(SN+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} M_R - 8,07$$

Desviación estándar normal → Z_R *Desviación estándar global* → S_o *Número estructural* → $(SN+1)$ *Cambio en la Serviciabilidad* → ΔPSI
Ejes equivalentes → $ESAL$ *Módulo de resiliencia* → M_R

05. VARIABLES DE DISEÑO

05.01 VARIABLES DE TIEMPO

Se considerará dos variables: periodo de análisis y vida útil del pavimento.

para efectos de diseño se considera el periodo de vida útil, mientras que el periodo de análisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto:

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

Pavimentada de bajo volumen de tráfico

15 Años

05.02 TRÁNSITO

En el método AASHTO los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cual origina distintas fallas en éste. Para tener en cuenta esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) ó ESAL (Equivalent Single Axle Load). de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

De acuerdo al estudio de tráfico el número de repeticiones es: **379,019**

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
	BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 150001	A 300000
De 300001		A 500000	TP2
De 500001		A 750000	TP3
De 750001		A 1000000	TP4
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es:

TP2

05.03 SUBRASANTE

Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos el CBR de la subrasante es:

7.70%

CBR DE LA SUBRASANTE		CATEGORIA DE LA SUBRASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		S0	Subrasante Inadecuada
De CBR = 3%	A CBR < 6%	S1	Subrasante Pobre
De CBR = 6%	A CBR < 10%	S2	Subrasante Regular
De CBR = 10%	A CBR < 20%	S3	Subrasante Buena
De CBR = 20%	A CBR < 30%	S4	Subrasante Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		S5	Subrasante Extraordinaria

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos:

S2

05.04 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad esta asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

a) DESVIACIÓN ESTANDAR (S_0)

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

$$S_o = 0.45$$

b) FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	95%
TP13	De 20000001	A 25000000	95%
TP14	De 25000001	A 30000000	95%

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico TP2 es:

75%

c) PROBABILIDAD (Z_R)

Es el valor "Z" (Área bajo la curva de distribución normal correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad "R")

$$Z_R = -0.674$$

06. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

06.01 SERVICIABILIDAD

la serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

a) **INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)**

El índice de serviciabilidad inicial (P_0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos flexibles un valor inicial deseable de 4.2, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)
TP1	De 150001	A 300000	3.8
TP2	De 300001	A 500000	3.8
TP3	De 500001	A 750000	3.8
TP4	De 750001	A 1000000	3.8
TP5	De 1000001	A 1500000	4.0
TP6	De 1500001	A 3000000	4.0
TP7	De 3000001	A 5000000	4.0
TP8	De 5000001	A 7500000	4.0
TP9	De 7500001	A 10000000	4.0
TP10	De 10000001	A 12500000	4.0
TP11	De 12500001	A 15000000	4.0
TP12	De 15000001	A 20000000	4.2
TP13	De 20000001	A 25000000	4.2
TP14	De 25000001	A 30000000	4.2

El Índice de Serviciabilidad Inicial P_0 para el tipo de tráfico TP2 es:

3.8

b) **INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)**

El índice de serviciabilidad final (P_t), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la siguiente tabla

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PF)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

El Índice de Serviciabilidad Final PF para el tipo de tráfico TP2 es:

2

07. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

07.01 MODULO RESILIENTE (M_R)

Es calculado por el ensayo T274 de la AASHTO, que viene a ser un método muy difícil de realizar en muchos lugares porque no se cuenta con los equipos que efectuen este ensayo, por lo tanto existen relaciones que pueden calcular dicho módulo aproximadamente, tomando como parámetro principal el CBR, dato que se puede calcular mediante ensayos de la AASHTO y ASTM.

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

El Módulo Resiliente en PSI para un CBR DE 7.7% es:

9435 psi

SN Requerido	G_t	N18 Nominal	N18 Calculado
2.43	-0.176	5.579	5.579

Correcto!!!

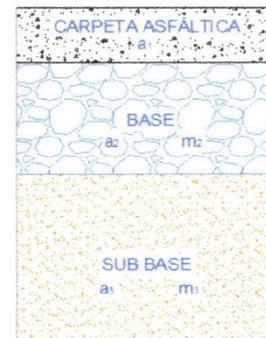
08. COEFICIENTES ESTRUCTURALES

$$SN = D_1 \times a_1 + D_2 \times a_2 \times m_2 + D_3 \times a_3 \times m_3$$

D_i = Espesor de la capa en pulgadas

a_i = Coeficiente estructural de la capa

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa



08.01 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA a_i

Es la capacidad estructural del material para resistir las cargas actuantes. Estos coeficientes están basados en correlaciones obtenidas a partir de los ensayos AASHTO de 1958 - 60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales para generalizar la aplicación del método.

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUPERIOR DEL PAVIMENTO		
COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a_1)	OBSERVACIÓN
Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	0.170	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	0.130	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Tratamiento superficial Bicapa	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, con curvas pronunciadas
Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, y frenado de vehículos

La componente de pavimento sera de:

Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C

Por lo tanto el coeficiente estructural a_1 será:

0.170

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE		
COMPONENTE DE LA BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a2)	OBSERVACIÓN
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	0.052	Capa de base recomendada para tráfico menor a 5'000,000 EE
Base granular 100% CBR compactada al 100% de la MDS	0.054	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 5'000,000 EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad mrshall=1500lb)	0.115	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos
Base granular tratada con cemento (f'c= 35 kg/cm2 a los 7 dias)	0.070	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos
Base granular tratada con cal (f'c= 12 kg/cm2 a los 7 dias)	0.080	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos

La componente de la Base será de: **Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a1 será: **0.052**

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB-BASE		
COMPONENTE DE LA SUB-BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a3)	OBSERVACIÓN
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS	0.047	Recomendada para todos los tipos de Tráfico
Sub-Base granular 60% CBR compactada al 100% de la MDS	0.050	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 15'000,000 EE

La componente de la Sub-Base será de: **Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a1 será: **0.047**

por lo tanto: $a_1 = 0.170$ $a_2 = 0.052$ $a_3 = 0.047$

08.02 COEFICIENTE DE DRENAJE DE LA CAPA m_i

TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE

C_d	Tiempo en que tarda el agua en ser avacuada	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
BUENO	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
POBRE	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
MUY POBRE	El agua no evacua	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

El coeficiente de drenaje para base será: $m_2 = 1.00$
 El coeficiente de drenaje para sub-base será: $m_3 = 1.00$

08.03 CALCULO DE LOS ESPESORES DE LA CAPA

SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPEORES EN CM		
		D_1	D_2	D_3
2.430	2.476	5	15	18

Correcto!!

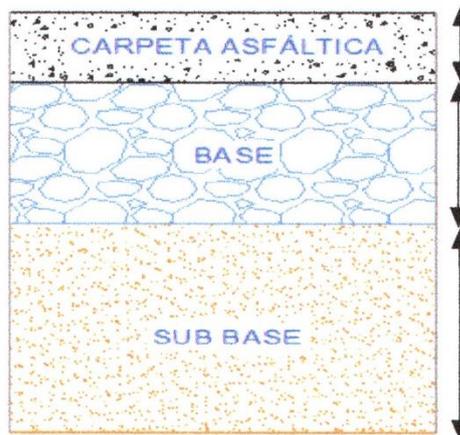
09. CONCLUSIONES

a) El dimensionamiento del paimento flexible será:

$$D_1 = 5 \text{ cm}$$

$$D_2 = 15 \text{ cm}$$

$$D_3 = 18 \text{ cm}$$



$$D_1 = 2 \text{ Pulg.}$$

$$D_2 = 6 \text{ Pulg.}$$

$$D_3 = 7 \text{ Pulg.}$$

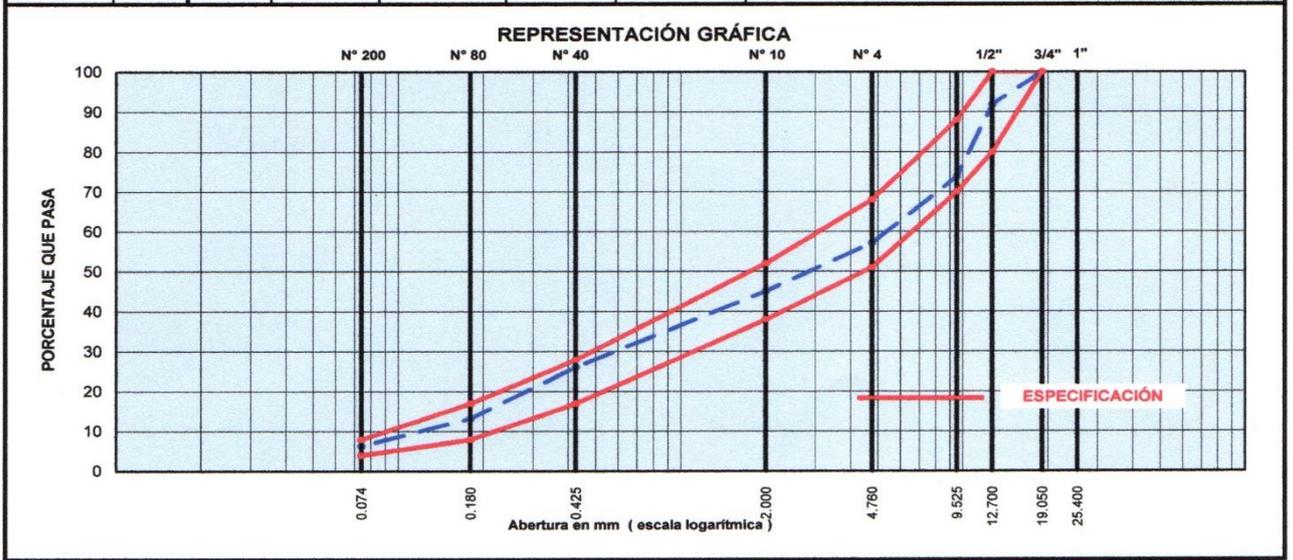
DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLE CONVENCIONAL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR : J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/2019
MUESTRA : 01	
CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	

COMBINACION DE MATERIAL

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MAXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100							
1"	25.400						PESO INICIAL	4803.0 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de fracción	600.0 gr
1/2"	12.700	389.8	8.1	8.1	91.9	80 - 100	Humedad Natural	5.7
3/8"	9.525	866.7	18.0	26.2	73.8	70 - 88	PROPORCIONES	
N°4	4.760	800.0	16.7	42.8	57.2	51 - 68	Grava Chancada	40.0 %
N° 10	2.000	126.6	12.1	54.9	45.1	38 - 52	Arena Chancada	40.0 %
N° 40	0.425	199.0	19.0	73.8	26.2	17 - 28	Arena Natural	20.0 %
N° 80	0.180	135.2	12.9	86.7	13.3	8 - 17		%
N° 200	0.074	72.4	6.9	93.6	6.4	4 - 8	OBSERVACION:	
< 200	-	66.8	6.4	100.0				



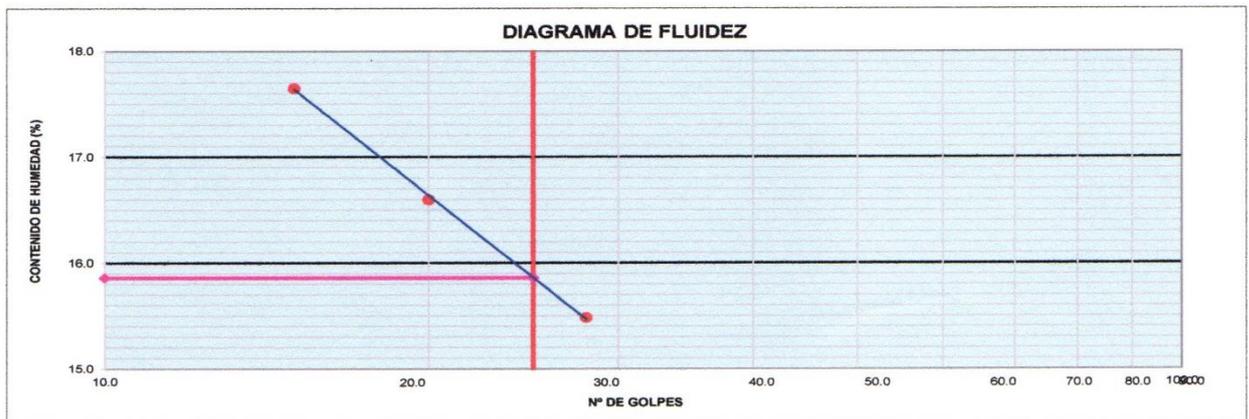
Ing. Gerardo Manuel Flores Colla
 INGENIERO CIVIL

LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO I : J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO PASANTE: La malla N° 40	FECHA : 10/05/2019
MUESTRA : 01	
CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Río Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Río Huallaga) + Arena Natural 22% (Río Cumbaza)	

LÍMITE LÍQUIDO			
N° TARRO	4	5	6
TARRO + SUELO HÚMEDO	31.52	33.65	36.65
TARRO + SUELO SECO	28.99	30.38	33.20
AGUA	2.53	3.27	3.45
PESO DEL TARRO	12.65	10.68	13.65
PESO DEL SUELO SECO	16.34	19.70	19.55
% DE HUMEDAD	15.48	16.60	17.65
N° DE GOLPES	28	20	15

LÍMITE PLÁSTICO			
N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			

NP



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	15.86
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

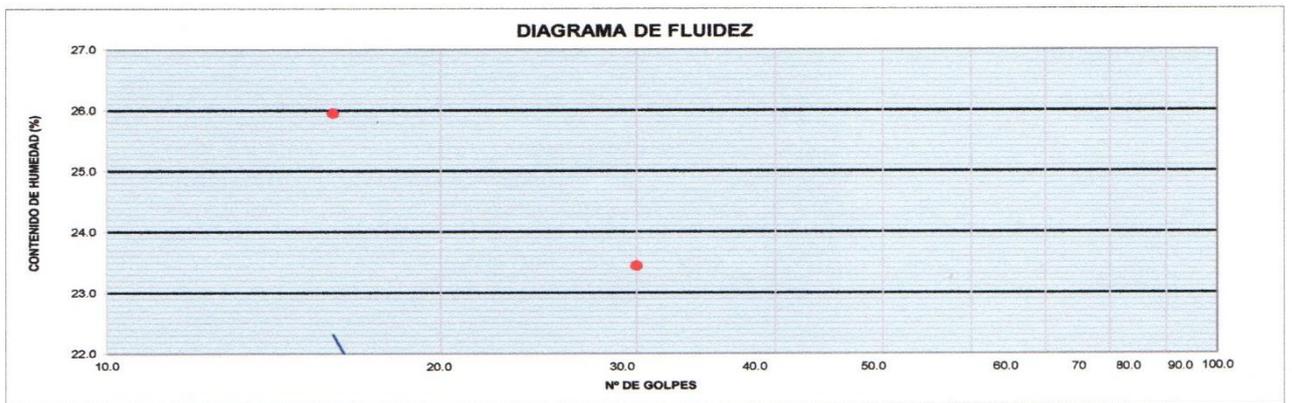



 INGENIERO CIVIL

LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO PC : J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO PASANTE: La malla N° 200	FECHA : 10/05/2019
MUESTRA : 01	
CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	10	11	12	
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.68	38.65	32.85	
TARRO + SUELO SECO	31.99	P	29.58	
AGUA	3.69	# VALOR!	3.27	
PESO DEL TARRO	16.25	15.96	16.98	
PESO DEL SUELO SECO	15.74	# VALOR!	12.60	
% DE HUMEDAD	23.44	# VALOR!	25.95	
N° DE GOLPES	30	23	16	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	19	20		
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.63	23.95		
TARRO + SUELO SECO	24.05	23.00		
AGUA	1.58	0.95		
PESO DEL TARRO	16.58	18.65		
PESO DEL SUELO SECO	7.47	4.35		
% DE HUMEDAD	21.15	21.84		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	# VALOR! 21.50
LÍMITE PLÁSTICO	# VALOR!
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	# VALOR!

OBSERVACIONES



Ing. Cesar Manuel Flores Cár.
 INGENIERO CIVIL



**ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS DE LOS AGREGADOS
 (NORMA MTC E - 210)**

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR : J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	FECHA : 10/05/2019
MATERIAL : Diseño de asfalto	
MUESTRA : 01	
CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Río Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Río Huallaga) + Arena Natural 22% (Río Cumbaza)	

A.- CON UNA CARA FACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	Peso muestra	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas ((B/A)*100)	Retenido gradación original (%)	Promedio de caras fracturadas C'D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	389.8	380.4	97.6	8.1	792.0
1/2"	3/8"	866.7	799.8	92.3	18.0	1665.2
TOTAL		1256.5			26.16	2457.2
Porcentaje % =						93.9

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	Peso muestra	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas ((B/A)*100)	Retenido gradación original (%)	Promedio de caras fracturadas C'D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	389.8	296.5	76.1	8.1	617.3
1/2"	3/8"	866.7	679.3	78.4	18.0	1414.3
TOTAL		1256.5			26.16	2031.6
Porcentaje % =						77.7

C.- CHATAS Y ALARGADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	Peso muestra	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas ((B/A)*100)	Retenido gradación original (%)	Promedio de caras fracturadas C'D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	389.8	18.5	4.7	8.1	38.5
1/2"	3/8"	866.7	50.5	6.8	18.0	122.7
TOTAL		1256.5			26.16	161.2
Porcentaje % =						6.2



Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL



EQUIVALENTE DE ARENA
MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNADO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/2019
MUESTRA : 01	
CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Río Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Río Huallaga) + Arena Natural 22% (Río Cumbaza)	

MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Hora de entrada a saturación		11:31	11:33	11:35	
Hora de salida de saturación (más 10')		11:41	11:43	11:45	
Hora de entrada a decantación		11:43	11:45	11:47	
Hora de salida de decantación (más 20')		12:03	12:05	12:07	
Altura máxima de material fino	cm	125.00	128.00	129.00	
Altura máxima de la arena	cm	86.00	85.00	86.00	
Equivalente de arena	%	69	66	67	
Equivalente de arena promedio	%	67.3			
Resultado equivalente de arena	%	68			

Observaciones:



Manuel Flores Colla
INGENIERO CIVIL

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	FECHA : 10/05/2019
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO	
MUESTRA : 01	
CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	

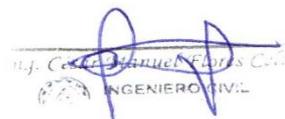
DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	537.9	534.1		
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	335.7	333.6		
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	202.2	200.5		
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	533.9	530.2		
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	198.2	196.6		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.640	2.644		2.642
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.660	2.664		2.662
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.694	2.697		2.695
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.749	0.736		0.74%

AGREGADO FINO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	696.6	695.6		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	996.6	995.6		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	882.2	880.9		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	114.4	114.7		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	299.4	299.6		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	113.8	114.3		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.617	2.612		2.615
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.622	2.616		2.619
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.631	2.621		2.626
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.200	0.134		0.17%

OBSERVACIONES:




 Ing. Cesar Manuel Flores Córdova
 INGENIERO CIVIL



ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO PC : J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/2019
MUESTRA : 01	
CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"		2500.0		
1/2" - 3/8"		2500.0		
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total		5000.0		
(%) Retenido en la malla N° 12		3976.0		
(%) Que pasa en la malla N° 12		1024.0		
N° de esferas		11		
Peso de las esferas (gr)		4584 ± 25		
% Desgaste		20.5%		

OBSERVACIONES :




 M. César Manuel Flores
 INGENIERO CIVIL



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

MTC 219 - 2000

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/2019
MUESTRA : 01	
CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	

MUESTRA :	IDENTIFICACION				Promedio
ENSAYO N°	1	2	3	4	
(1) Peso muestra (gr)	500.00	550.00	580.00		
(2) Volumen aforo (ml)	500.00	500.00	500.00		
(3) Volumen alicuota (ml)	50.00	50.00	50.00		
(4) Peso masa cristalizada (gr)	0.022	0.020	0.020		
(5) Porcentaje de sales (%) $(100/((3) \times (1)/(4) \times (2)))$	0.04	0.04	0.03		0.038%

Observaciones :



Ing. Cesar Manuel Flores C.
 INGENIERO CIVIL

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

MTC E 209 - ASTM C 88 - AASHTO T-104

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO MUESTRA : 01 CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	HECHO POR : J.G.V FECHA : 10/05/2019
--	---

ANÁLISIS CUANTITATIVO

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada	Nº de partículas	Peso ret. después de ensayo	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/4"	1/2"	52.2	670±10	660	652.0	8.0	1.2	0.63		
1/2"	3/8"	25.7	330±5	325	278.5	46.5	14.3	3.68		
3/8"	Nº 4	22.1	300±5	280	275.0	5.0	1.8	0.40		
TOTALES		100.0		1265.0		1205.5		4.70		

AGREGADO FINO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso mín. requerido (g)	Peso fracción ensayada	Nº de partículas	Peso ret. después de ensayo	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	Nº 4	16.7	100	100	--	96.5	3.5	3.5	0.6	--
Nº 4	Nº 8	16.7	100	100	--	93.6	6.4	6.4	1.1	--
Nº 8	Nº 16	16.7	100	100	--	93.0	7.0	7.0	1.2	--
Nº 16	Nº 30	16.7	100	100	--	92.2	7.8	7.8	1.3	--
Nº 30	Nº 50	16.7	100	100	--	92.5	7.5	7.5	1.3	--
Nº 50	Nº 100	16.7	100	100	--	90.8	9.2	9.2	1.5	--
< Nº 100										
TOTALES				600.0		558.6			6.90	

OBSERVACION



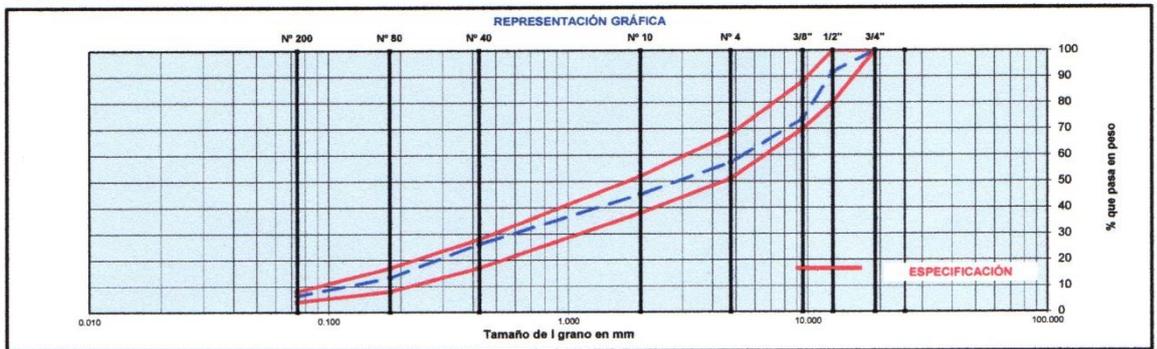

 Ing. Cesar Manuel Flores Córdova
 INGENIERO CIVIL

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01

PROYECTO :	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V
TESISTA :	:EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL :	DISEÑO DE ASFALTO	FECHA: 10/05/2019
MUESTRA :	01	
CANTERA :	Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	

Diseño C.A. 4.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200	
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.180	0.074		
PESO RETENIDO gr.	0	389.8	866.7	800.0	126.6	199.0	135.2	72.4	66.8	
RETENIDO PARCIAL %	0.0	8.1	18.0	16.7	12.1	19.0	12.9	6.9	6.4	
RETENIDO ACUMULADO %	0.0	8.1	26.2	42.8	54.9	73.8	86.7	93.6	100.0	
PASA %	100.0	91.9	73.8	57.2	45.1	26.2	13.3	6.4		
ESPECIFICACIÓN	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 62	17 - 28	8 - 17	4 - 8		
ASFALTO LÍQUIDO									FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO									PESO TOTAL	gr.
									Metros Lineales:	
										600.0
										4803.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	4.5	4.5	4.5	4.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	40.89	40.89	40.89		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	54.61	54.61	54.61		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.642	2.642	2.642		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.615	2.615	2.615		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1212.3	1210.6	1211.7		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1207.4	1206.7	1209.3		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	680.4	679.8	680.9		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	527.0	526.9	528.4		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	527.0	526.9	528.4		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.300	2.298	2.293	2.299	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.450	2.450	2.450		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	8.1	8.2	8.4	6.2	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.626	2.626	2.626		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	16.4	16.5	16.6	16.4	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	62.7	62.2	61.5	62.5	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.629	2.629	2.629		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	0.03	0.03	0.03		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4.47	4.47	4.47		
25 FLUJO	mm	2.7	3.6	3.1	3.1	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1244	1546	1055		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	0.96		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1244	1546	1013	1395	Mm. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	4877	4259	3299	4468	1700 - 4000

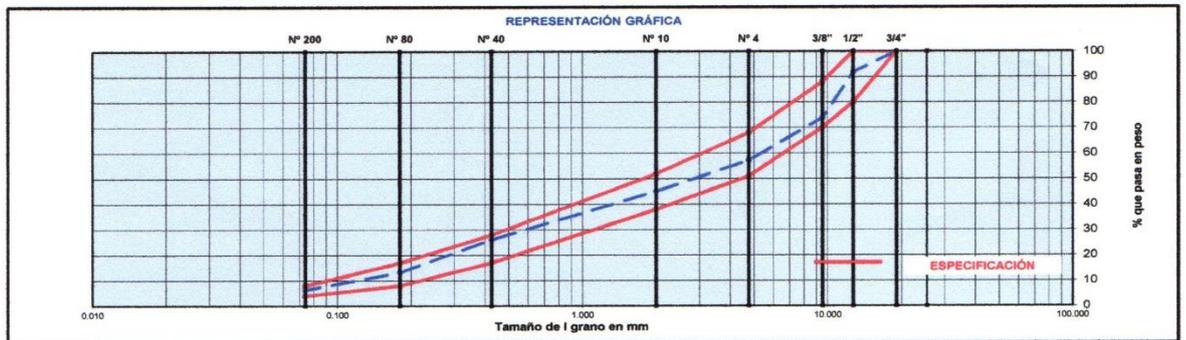


Ing. César Manuel Flores Col.
 INGENIERO CIVIL

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01	
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO	FECHA: 10/05/2019
MUESTRA : 01	
CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	

Diseño C.A. 5.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO												
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200		
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074			
PESO RETENIDO	gr.	0	389.8	866.7	800.0	126.6	199.0	135.2	72.4	66.8		
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	8.1	18.0	16.7	12.1	19.0	12.9	9.9	6.4		
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	8.1	26.2	42.8	54.9	73.8	86.7	93.6	100.0		
PASA	%	100.0	91.9	73.8	57.2	45.1	26.2	13.3	6.4			
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8			
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%	600.0
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.	4803.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.0	5.0	5.0	5.0	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	40.68	40.68	40.68		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	54.32	54.32	54.32		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.642	2.642	2.642		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.615	2.615	2.615		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1209.0	1209.3	1208.4		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1213.1	1216.1	1210.0		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	690.6	695.2	689.6		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	522.5	520.9	520.4		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	522.5	520.9	520.4		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.314	2.322	2.322	2.318	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.444	2.444	2.444		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	5.3	5.0	5.0	5.2	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.626	2.626	2.626		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	16.3	16.0	16.0	16.2	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	67.3	68.7	68.8	68.2	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.645	2.645	2.645		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/((22*19))	%	0.26	0.26	0.26		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4.75	4.75	4.75		
25 FLUJO	mm	3.6	3.4	3.5	3.5	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1602	918	1106		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	0.96	1.00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1602	881	1106	1242	Min. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	4425	2577	3178	3501	1700 - 4000



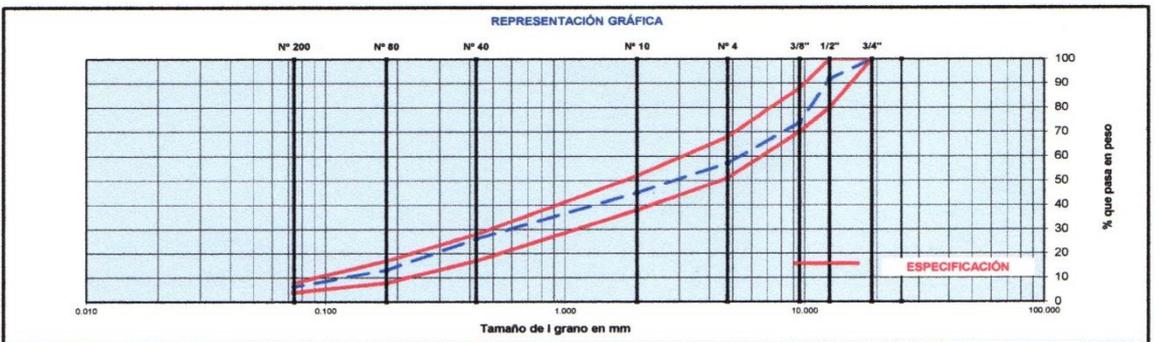
Ing. Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO MUESTRA : 01 CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	HECHO POR: J.G.V FECHA: 10/05/2019
---	---

Diseño C.A. 5.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO												
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200		
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074			
PESO RETENIDO	gr.	0	389.8	866.7	800.0	126.6	199.0	135.2	72.4	66.8		
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	8.1	18.0	16.7	12.1	19.0	12.9	6.9	6.4		
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	8.1	26.2	42.8	54.9	73.8	86.7	93.6	100.0		
PASA	%	100.0	91.9	73.8	57.2	45.1	26.2	13.3	6.4			
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8			
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%	600.0
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.	4803.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.5	5.5	5.5	5.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	40.46	40.46	40.46		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	54.04	54.04	54.04		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.642	2.642	2.642		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.615	2.615	2.615		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1211.2	1202.8	1209.8		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1215.0	1203.7	1211.4		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	689.8	682.6	685.4		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	525.2	521.1	526.0		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	525.2	521.1	526.0		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.306	2.308	2.300	2.307	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.420	2.420	2.420		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.7	4.6	4.9	4.7	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.626	2.626	2.626		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/19)	%	17.0	17.0	17.2	17.0	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	72.4	72.8	71.3	72.6	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.637	2.637	2.637		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(22-19))/(22*19)	%	0.15	0.15	0.15		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)		5.36	5.36	5.36		
25 FLUJO	mm	3.2	3.7	3.9	3.4	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	959	1532	1288		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.95	1.00	1.00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	921	1532	1288	1228	Min. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	2923	4197	3345	3560	1700 - 4000



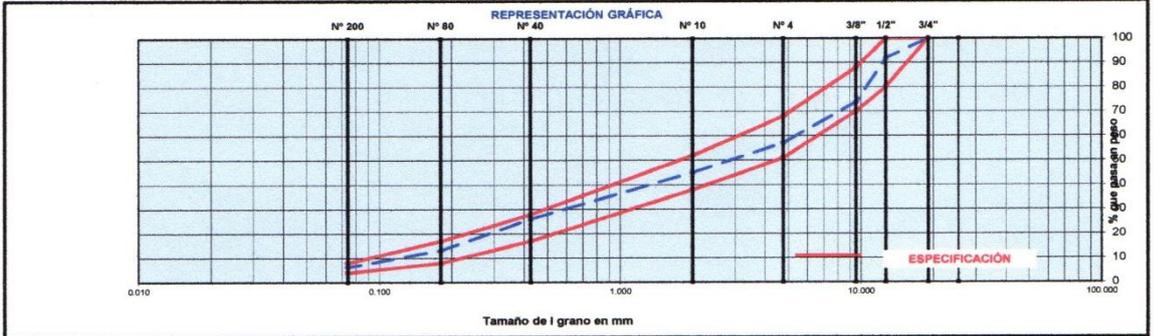
Ing. Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 N.º 11479

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESTISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO MUESTRA : 01 CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Hualлага) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Hualлага) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	HECHO POR: J.G.V FECHA: 10/05/2019
---	---

Diseño C.A. 6.0 %

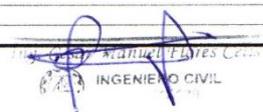
ENSAYO GRANULOMÉTRICO													
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200			
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074				
PESO RETENIDO	gr.	0	389.8	866.7	800.0	126.6	199.0	135.2	72.4	66.8			
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	8.1	16.0	16.7	12.1	19.0	12.9	6.9	6.4			
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	8.1	26.2	42.8	54.9	73.8	86.7	93.6	100.0			
PASA	%	100.0	91.9	73.8	57.2	45.1	26.2	13.3	6.4				
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 62	17 - 28	8 - 17	4 - 8				
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	%	600.0
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	gr.	4803.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.0	6.0	6.0	6.0	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	40.25	40.25	40.25		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	53.75	53.75	53.75		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.642	2.642	2.642		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.615	2.615	2.615		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1203.7	1202.0	1204.7		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1205.2	1206.7	1205.9		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	685.9	687.6	685.9		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	519.3	519.1	520.0		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	519.3	519.1	520.0		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.318	2.316	2.317	2.317	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.401	2.401	2.401		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	3.5	3.6	3.5	3.5	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.626	2.626	2.626		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(18/19)	%	17.0	17.1	17.1	17.1	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	79.6	79.1	79.4	79.4	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.636	2.636	2.636		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))	%	0.14	0.14	0.14		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	5.87	5.87	5.87		
25 FLUJO	mm	2.9	4.7	4.0	3.8	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1101	1165	1467		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1101	1165	1467	1133	Min. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3810	2495	3640	3182	1700 - 4000

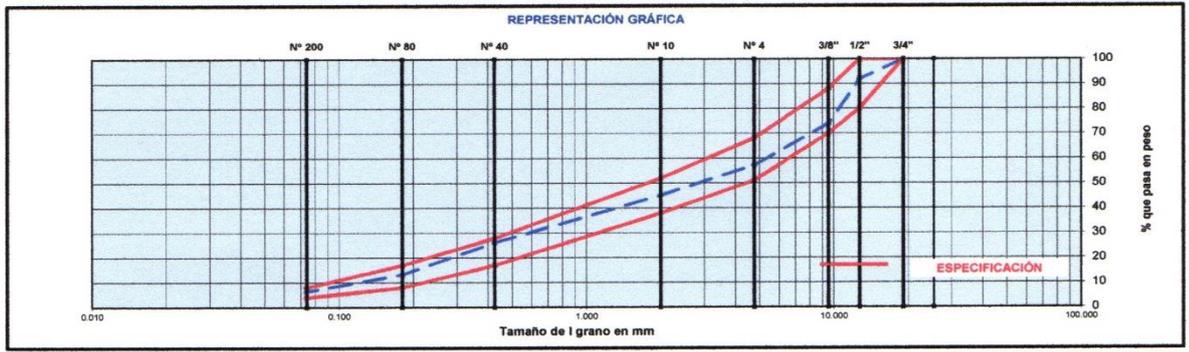



 INGENIERO CIVIL

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01	
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO MUESTRA : 01 CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Río Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Río Huallaga) + Arena Natural 22% (Río Cumbaza)	FECHA: 10/05/2019

Diseño C.A. 6.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074	
PESO RETENIDO	gr.	0	389.8	866.7	800.0	126.6	199.0	135.2	72.4	66.8
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	8.1	18.0	16.7	12.1	19.0	12.9	6.9	6.4
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	8.1	26.2	42.8	54.9	73.8	86.7	93.6	100.0
PASA	%	100.0	91.9	73.8	57.2	45.1	26.2	13.3	6.4	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN % 600.0
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL gr 4803.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.5	6.5	6.5	6.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	40.03	40.03	40.03		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	53.47	53.47	53.47		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.642	2.642	2.642		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.615	2.615	2.615		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1201.6	1198.4	1189.9		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1202.1	1198.5	1190.3		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	686.2	684.1	678.8		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	515.9	514.4	511.5		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	515.9	514.4	511.5		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.329	2.330	2.326	2.329	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.379	2.379	2.379		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	2.1	2.1	2.2	2.1	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.626	2.626	2.626		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	17.1	17.1	17.2	17.1	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	87.7	87.9	87.1	87.8	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.630	2.630	2.630		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	0.06	0.06	0.06		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.45	6.45	6.45		
25 FLUJO	mm	4.9	4.8	5.2	4.9	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1188	1136	1158		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.04	1.04		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1186	1181	1204	1184	Min. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	2420	2441	2338	2431	1700 - 4000

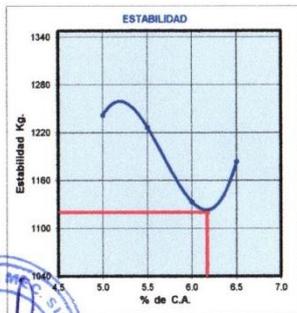
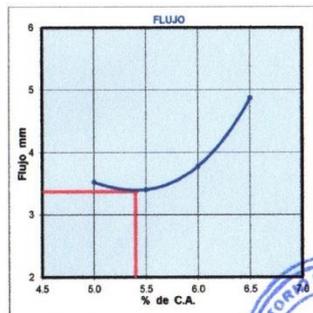
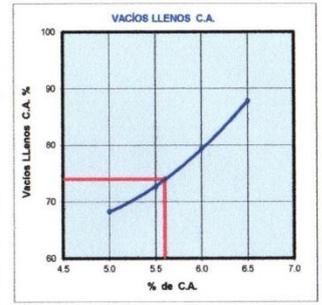
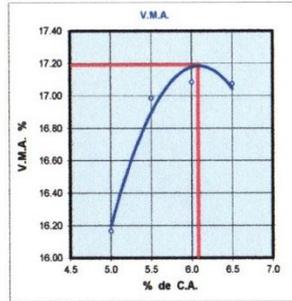
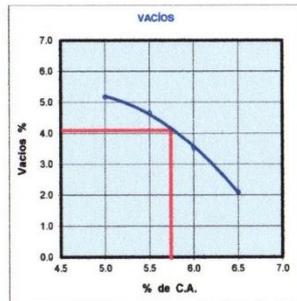
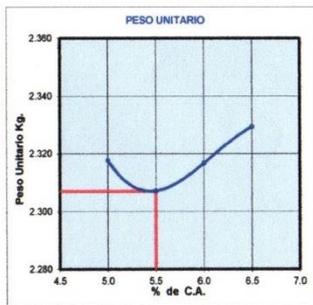


Ing. *Manuel Flores C.*
 INGENIERO CIVIL



DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - MAC-2-05

PROYECTO :	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V
TESISTA :	EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	FECHA: 10/05/2019
MATERIAL :	DISEÑO DE ASFALTO	
MUESTRA :	01	
CANTERA :	Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	



RESUMEN DE RESULTADOS

	-0.3%	ÓPTIMO %C.A.	+0.3%	ESPECIFIC.
GOLPES POR LADO	75	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	5.48	5.73	6.08	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	2.007	2.307	2.607	
VACIOS	3.8	4.1	4.4	3 - 5
V.M.A.	16.9	17.2	17.5	Min 14
VACIOS LLENOS CON C.A.	73.7	74.0	74.3	
FLUJO	3.07	3.37	3.7	2 - 4
ESTABILIDAD	1119.7	1120	1120.3	Min. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	3647.2	3323	3053	1700 - 4000
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	6.50	6.8	7.1	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA	91.3	91.6	91.9	Min. 75

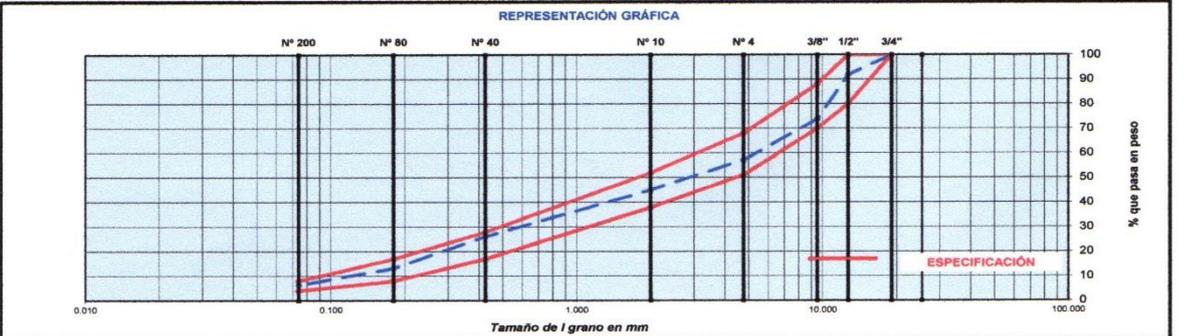
DOSIFICACIÓN	
Grava Chancada Río Huallaga	38.0%
Arena Chancada Río Huallaga	40.0%
Arena Natural Río Cumbaza	22.0%
Aditivo mejorador de adherencia Ricot Z	0.75% (En peso del ligante)
Cemento Asfáltico	PEN 60 - 70



Inj. Cesar Manuel Flores Cobos
 INGENIERO CIVIL
 CIP 10744

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01		
PROYECTO :	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V
TESISTA :	EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL :	DISEÑO DE ASFALTO	TESISTA: EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA
MUESTRA :	01	FECHA: 10/05/2019
CANTERA :	Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		19.060	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.07	
PESO RETENIDO	gr.	0	389.8	866.7	800.0	126.6	199.0	135.2	72.4	66.8
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	8.1	18.0	16.7	12.1	19.0	12.9	6.9	6.4
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	8.1	26.2	42.8	54.9	73.8	86.7	93.6	100.0
PASA	%	100.0	91.9	73.8	57.2	45.1	26.2	13.3	6.4	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	35 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN % 600.0
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL gr. 4803.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.78	5.78	5.78	5.78	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	40.34	40.34	40.34		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	53.88	53.88	53.88		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.642	2.642	2.642		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.615	2.615	2.615		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1212.9	1212.6	1213.6		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1215.0	1213.8	1215.1		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	692.8	688.2	691.9		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	522.2	525.6	523.2		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	522.2	525.6	523.2		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.323	2.307	2.320	2.316	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.411	2.411	2.411		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	3.7	4.3	3.8	3.9	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.626	2.626	2.626		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(18/19)	%	16.7	17.2	16.8	16.9	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	78.0	74.9	77.4	76.8	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.639	2.639	2.639		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	0.18	0.18	0.18		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	5.61	5.61	5.61		
25 FLUJO	mm	3.7	2.9	3.3	3.29	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1384	1003	1150		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	0.96	0.96		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1384	963	1104	1144	Min. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3696	3320	3366	3461	1700 - 4000




 INGENIERO CIVIL



DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO MUESTRA : 01 CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	HECHO POR: J.G.V FECHA : 10/05/2019
--	--

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE - MAC-02

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	5.78
Peso del material	gr	1480.20	1489.30	1482.80	1484.00	1466.40	1500.00
Peso del agua + frasco Rice	gr	20180.00	20180.00	20180.00	20180.00	20180.00	20180.00
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	21660.20	21669.30	21662.80	21664.00	21646.40	21680.00
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	21056.00	21060.00	21050.00	21046.00	21030.00	21057.90
Volumen del material	cc	604.20	609.30	612.80	618.00	616.40	622.10
Peso Específico Máximo	gr/cc	2.450	2.444	2.420	2.401	2.379	2.411
Temperatura de ensayo	°C	25	25	25	25	25	25
Grava Chancada Rio Huallaga	%	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Arena Chancada Rio Huallaga	%	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Arena Natural Cantera Santa Rosa	%	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Aditivo mejorador de adherencia Ricot Z	%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Tiempo de ensayo	Min.	15	15	15	15	15	15
Factor de Corrección							

Observaciones:



Ing. César Manuel Reyes Celis
INGENIERO CIVIL



PROYECTO DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNADO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO MUESTRA : 01 CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	HECHO POR: J.G.V FECHA : 10/05/2019
--	--

ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - MAC-2-05

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	Nº	75	75	75		75	75	75	
Cemento asfáltico	%	5.78	5.78	5.78		5.78	5.78	5.78	
Peso de la briqueeta al aire	gr	1212.9	1212.6	1213.6		1180.0	1190.5	1198.0	
Peso de la briqueeta + parafina al aire	gr	1215.0	1213.8	1215.1		1185.6	1198.0	1208.5	
Peso de briqueeta + parafina en agua	gr	692.8	688.2	691.9		696.0	701.2	701.0	
Volumen de la briqueeta	cc	522.2	525.6	523.2		489.6	496.8	507.5	
Peso de la parafina	gr								
Volumen de la parafina	cc								
Volumen de la briqueeta	cc	522.2	525.6	523.2		489.6	496.8	507.5	
Peso especifico Bulk de la briqueeta	gr/cc	2.323	2.307	2.320		2.410	2.396	2.361	
Flujo	mm	3.50	3.75	3.25	3.5	3.70	3.60	3.60	3.6
Estabilidad sin corregir	kg	1181	1017.3	1100		1056	1003	1065	
Factor de corrección		1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	
Estabilidad corregida	kg	1181	1017	1100	1099	1056	1003	1065	1041
ESTABILIDAD CORREGIDA	%					94.72			

ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD

BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1a	2a	3a	PROMEDIO
Golpes	Nº	50	50	50		5	5	5	
Cemento Asfáltico	%	5.78	5.78	5.78		5.78	5.78	5.78	
Peso de la briqueeta al aire	gr	1213.9	1219.0	1218.2		1200.0	1204.6	1196.1	
Peso de la briqueeta + parafina al aire	gr	1217.3	1221.2	1222.5		1208.3	1216.6	1200.0	
Peso de la briqueeta + parafina al agua	gr	695.2	697.7	699.4		656.6	662.0	655.3	
Volumen de la briqueeta + parafina	cc	522.1	523.5	523.1		551.7	554.6	544.7	
Peso de la parafina	gr								
Volumen de la parafina	cc								
Volumen de la briqueeta	cc	522.1	523.5	523.1		551.7	554.6	544.7	
Peso especifico Bulk de la briqueeta	gr/cc	2.325	2.329	2.329	2.327	2.175	2.172	2.196	2.181
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	%					6.82			




 Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Tel.: (042) 582200 Anx: 3118 - Correo: dfernandezf@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI-TARAPOTO- PERÚ



ANGULARIDAD DE LA ARENA
MTC E 222

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR : J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/2019
MUESTRA : 01	
CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO SECO (Gsb)	2.618	2.618	2.618	
VOLUMEN DEL MOLDE (V)	4341	4341	4341	
PESO DEL MATERIAL EN EL MOLDE (W)	5589	5590	5592	
ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO %	49.2	49.18	49.2	49.2

ANGULARIDAD = (V-(W/Gsb)/V)*100

OBSERVACION



Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Tel.: (042) 582200 Anx: 3118 - Correo: dfernandezf@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI-TARAPOTO- PERÚ



ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO GRUESO - BITUMEN
NORMA MTC E - 517

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR : J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/2019
CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	

Tipo de Asfalto	PEN 60/70
Grava Especificada	1.002 grs. / cc

MUESTRA STRIPING	1	2	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	98%	98%	
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estimado	97%	97%	97%

OBSERVACIONES Revestimiento y desprendimiento despues de 24 horas = 97 %



[Handwritten Signature]
 Ing. Cesar Manuel Flores C.
 INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Tel.: (042) 582200 Anx: 3118 - Correo: dfernandezf@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



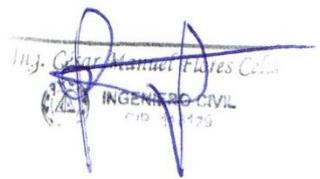
ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO FINO - BITUMEN
RIEDEL WEBER NORMA MTC E - 220

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	HECHO POR : J.G.V FECHA : 10/05/2019
---	---

MUESTRA	BITUMEN	ADITIVO RICOT Z	PROMEDIO	ESP. TECNICAS
Combinacion de Diseño Retenido en Tamiz N° 80	60/70	0.75%	5%	4% Min
	60/70	0.75%	5%	4% Min

OBSERVACIONES Revestimiento y desprendimiento despues de 24 horas = 97 %




 Ing. Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 C.D. 11479



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Tel.: (042) 582200 Anx: 3118 - Correo: dfernandezf@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI-TARAPOTO- PERÚ



INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO FINO
(NORMA MTC E 214)

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO MUESTRA : 01 CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Río Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Río Huallaga) + Arena Natural 22% (Río Cumbaza)	HECHO POR: J.G.V FECHA : 10/05/2019
--	--

		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	PROMEDIO
Tamaño Maximo (pasa la malla N° 4)	mm	4.76	4.76	4.76	
Hora de entrada a saturación		10:30	10:32	10:34	
Hora de salida de saturación (más 10')		10:40	10:42	10:44	
Hora de entrada a decantación		10:42	10:44	10:46	
Hora de salida de decantación (más 20')		11:02	11:04	11:06	
Altura máxima de material fino	mm	6.80	6.86	6.89	
Altura máxima de la arena	mm	4.62	4.72	4.78	
Equivalente de arena	%	68	69	70	69.00

Observaciones:




 Ing. César Manuel Flores Cols
 INGENIERO CIVIL
 CIP 12585



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES ♦
Tel.: (042) 582200 Anx: 3118 - Correo: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**INMERCION - COMPRENCION (MTC E 518)
ENSAYOS RESISTENCIA RETENIDA**

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR : J.G.V
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/2019
CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA OPTIMO 5.78 %

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
Nº de golpes de marshall	75	75	75	
Peso de la briqueta al aire (gr)	1204.6	1213.6	1201.6	
Peso de la briqueta satura superf. Seca (gr)	1206.4	1215.3	1202.3	
Peso por desplazamiento	678.9	700.0	689.9	
Volumen de la briqueta	527.5	515.3	512.4	
Peso unitario (gr/cc)	2.284	2.355	2.345	
Estabilidad sin corregir	1223	1287	1335	
Factor de estabilida	0.96	1.00	1.00	
Rotura ensayo marshall (24 horas)	1174	1287	1335	
Rotura de ensayo marshall (30 minutos)	1223	1287	1335	
% Estabilidad retenida 24 horas 60 °C	96.0	100.0	100.0	98.7

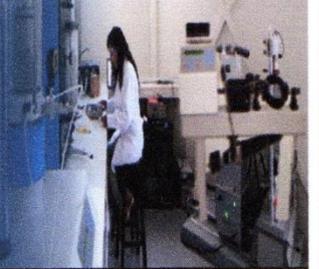
OBSERVACION



Juan Manuel Flores
INGENIERO CIVIL
CIP 10023



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Tel.: (042) 582200 Anx: 3118 - Correo: dfernandezf@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI-TARAPOTO- PERÚ



RESISTENCIA CONSERVADA (MTC E 521)

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)	HECHO POR : J.G.V FECHA : 10/05/2019
--	---

RESISTENCIA CONSERVADA
M.T.C. E 521 - AASHTO T 283

EFECTO DEL AGUA SOBRE LA COHESION DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS

MUESTRA MEZCLA ASFALTICA MAC - 2	1	2	3	PROMEDIO
Peso agregado con recubrimiento bituminoso grs	300.0	300.0	300.0	
Volumen de agua c.c	500	500	500	
Temperatura ebullicion 10 min (95°C)	95.0	95.0	95.0	
Peso agregado con recubrimiento retenido grs	270.00	272.00	275.00	
Peso agregado sin recubrimiento bituminoso grs	30.00	28.00	25.00	
% Observado del Recubrimiento	90.0	90.7	91.7	90.8
REQUERIMIENTOS ESPECIFICADOS				MIN = 80%

OBSERVACION



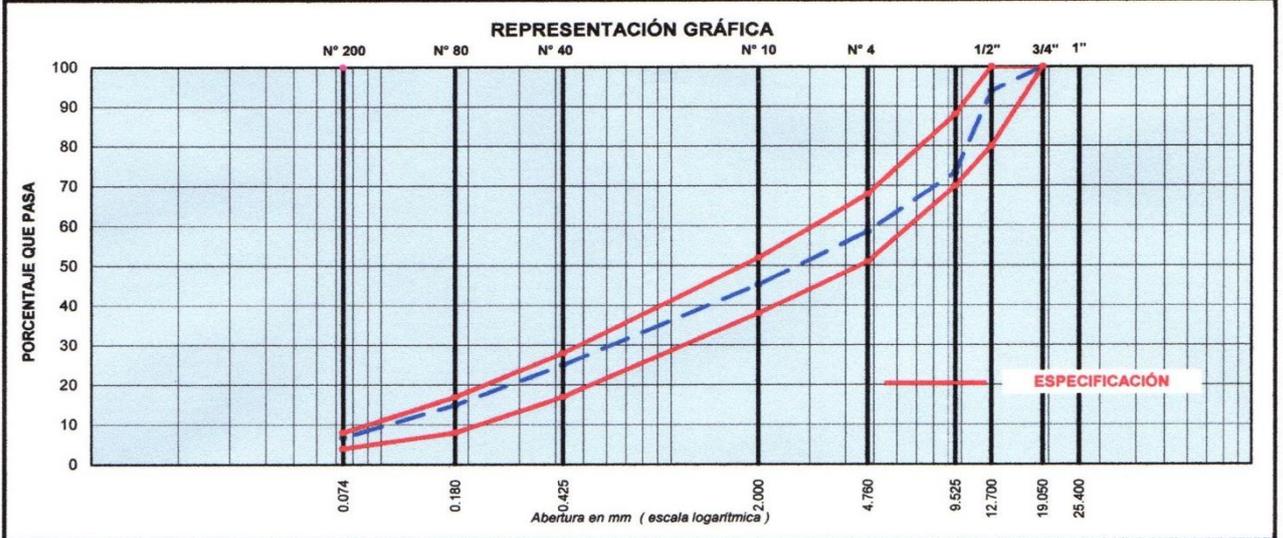

 INGENIERO CIVIL
 CIP 117125

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS
 MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO : EMPALME FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR	: J.G.V
TESISTA	: EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	FECHA	: 10/05/2019
MATERIAL	: Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza)		

LAVADO DE ASFALTO N° 01

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	03:00 p.m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	970.0 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	913.9 gr
1/2"	12.700	55.9	6.1	6.1	93.9	80 - 100		
3/8"	9.525	186.5	20.4	26.5	73.5	70 - 88		
N°4	4.760	135.6	14.8	41.4	58.6	51 - 68		
N° 10	2.000	122.5	13.4	54.8	45.2	38 - 52		
N° 40	0.425	184.5	20.2	75.0	25.0	17 - 28		
N° 80	0.180	92.1	10.1	85.0	15.0	8 - 17	Peso del asfalto	56.1 gr
N° 200	0.074	75.2	8.2	93.3	6.7	4 - 8	Contenido de asfalto	5.78 %
< 200	-	61.6	6.7	100.0			Relación Polvo - Asfalto	1.17



OBSERVACIONES:
 Para el lavado asfáltico, se utilizó 2.00 litros de tetracloruro.




 INGENIERO CIVIL
 CIP 15026

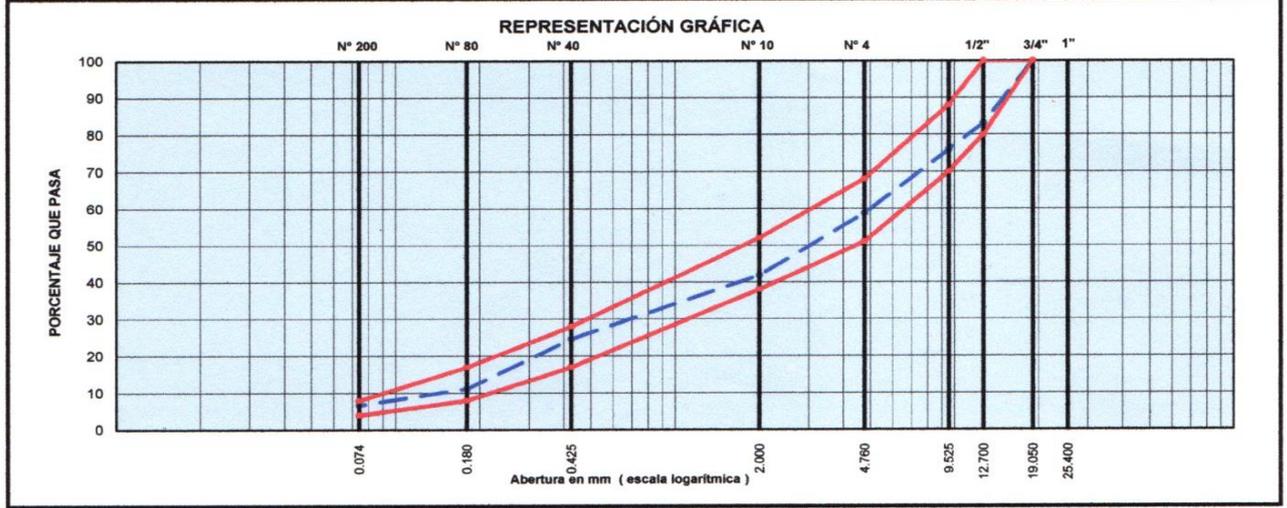
DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLE MODIFICADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 MTC E-603 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

PROYECTO :	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRERA FERNANDO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR : J.G.V.
TESISTA :	EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL :	DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/219
CANTERA :	RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
DOSIFICACION :	Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.	

COMBINACION DE MATERIAL

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MAXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100							
1"	25.400						PESO INICIAL	3562.0 gr
3/4"	19.050					100	Peso de fracción	600.0 gr
1/2"	12.700	600.9	16.9	16.9	83.1	80 - 100	Humedad Natural	4.6
3/8"	9.525	256.4	7.2	24.1	75.9	70 - 88	PROPORCIONES	
N°4	4.760	612.0	17.2	41.2	58.8	51 - 68	Grava Chancada	38.0 %
N° 10	2.000	172.5	16.9	58.1	41.9	38 - 52	Arena Chancada	40.0 %
N° 40	0.425	175.9	17.2	75.4	24.6	17 - 28	Arena Natural	22.0 %
N° 80	0.180	137.9	13.5	88.9	11.1	8 - 17	Polvo Neumatico	8.0 %
N° 200	0.074	44.8	4.4	93.3	6.7	4 - 8	OBSERVACION: El material del río cumbaza debe ser zarandeada por la malla 3/8 - 100%	
< 200	-	68.9	6.7	100.0				



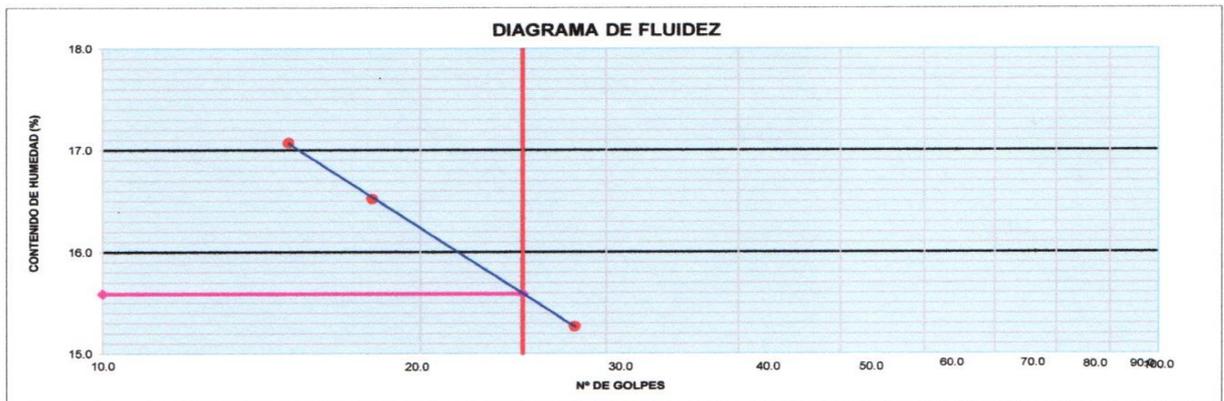
INCENIERO CIVIL

LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR : J.G.V.
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	FECHA : 10/05/219
TESISTA : DISEÑO DE ASFALTO	
MUESTRA : RIO HUALLAGA + RIO CUMB. PASANTE: La Malla N° 40	
DOSIFICACION : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.	

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	7	8	9	
TARRO + SUELO HÚMEDO	32.65	34.24	35.25	
TARRO + SUELO SECO	30.06	31.15	32.10	
AGUA	2.57	3.09	3.15	
PESO DEL TARRO	13.25	12.45	13.65	
PESO DEL SUELO SECO	16.83	18.70	18.45	
% DE HUMEDAD	15.27	16.52	17.07	
Nº DE GOLPES	28	18	15	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

NP



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	15.59
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

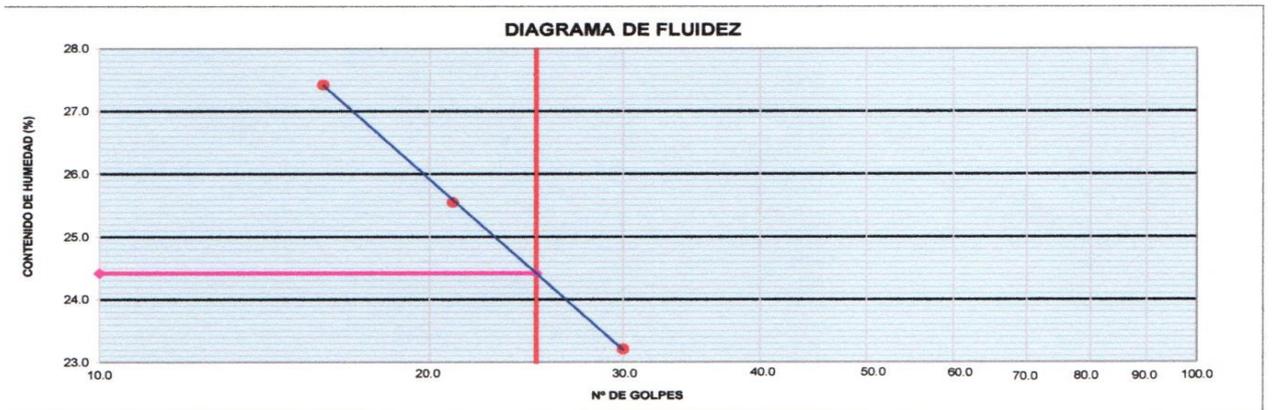


Ing. J. G. V. J. G. V.
 INGENIERO CIVIL

LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR : J.G.V.
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/219
MUESTRA : RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZ.	PASANTE : La malla N° 200
DOSIFICACION : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.	

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	13	14	15	
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.12	35.32	33.20	
TARRO + SUELO SECO	33.00	31.38	29.52	
AGUA	4.12	3.94	3.68	
PESO DEL TARRO	15.25	15.96	16.10	
PESO DEL SUELO SECO	17.75	15.42	13.42	
% DE HUMEDAD	23.21	25.55	27.42	
N° DE GOLPES	30	21	16	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	25	26		
TARRO + SUELO HÚMEDO	24.85	25.14		
TARRO + SUELO SECO	23.39	23.99		
AGUA	1.46	1.15		
PESO DEL TARRO	16.58	18.65		
PESO DEL SUELO SECO	6.81	5.34		
% DE HUMEDAD	21.44	21.54		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	24.42
LÍMITE PLÁSTICO	21.49
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	2.93

OBSERVACIONES




 INGENIERO CIVIL



**ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS DE LOS AGREGADOS
(NORMA MTC E - 210)**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMATICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR : J.G.V.
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VLLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/219
CANTERA : RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
DOSIFICACION : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMATICO 8.0%.	

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	Peso muestra	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas ((B/A)*100)	Retenido gradación original (%)	Promedio de caras fracturadas C-D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	600.9	586.5	97.6	16.9	1646.5
1/2"	3/8"	256.4	248.5	96.9	7.2	697.6
TOTAL		857.3			24.07	2344.2
						Porcentaje % = 97.4

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	Peso muestra	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas ((B/A)*100)	Retenido gradación original (%)	Promedio de caras fracturadas C-D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	600.9	455.2	75.8	16.9	1277.9
1/2"	3/8"	256.4	200.7	78.3	7.2	563.4
TOTAL		857.3			24.07	1841.4
						Porcentaje % = 76.5

C.- CHATAS Y ALARGADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	Peso muestra	Peso material con caras fracturadas (g)	% de caras fracturadas ((B/A)*100)	Retenido gradación original (%)	Promedio de caras fracturadas C-D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	600.9	34.2	5.7	16.9	96.0
1/2"	3/8"	256.4	21.8	8.5	7.2	61.2
TOTAL		857.3			24.07	157.2
						Porcentaje % = 6.5



Inj. Cesar Manuel Torres Colla
Ing. Cesar Manuel Torres Colla



EQUIVALENTE DE ARENA
MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

PROYECTO	: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMATICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR J.G.V.
TESISTA	: EST. ING. JOSE GALVEZ VLLANUEVA	
MATERIAL	: DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/219
CANTERA	: RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
DOSIFICACION	: Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMATICO 8.0%.	

MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Hora de entrada a saturación		10:31	10:33	10:35	
Hora de salida de saturación (más 10')		10:41	10:43	10:45	
Hora de entrada a decantación		10:43	10:45	10:47	
Hora de salida de decantación (más 20')		11:03	11:05	11:07	
Altura máxima de material fino	cm	125.00	126.00	125.00	
Altura máxima de la arena	cm	86.00	85.00	85.00	
Equivalente de arena	%	69	67	68	
Equivalente de arena promedio	%	68.1			
Resultado equivalente de arena	%	69			

Observaciones:



Ing. Manuel Flores Celis
 INCENDIÓLOGO



GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
PROYECTO	: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018
TESISTA	: EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA
MATERIAL	: DISEÑO DE ASFALTO
CANTERA	: RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA
DOSIFICACION	: Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.
HECHO POR J.G.V.	
FECHA : 10/05/219	

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	426.9	431.8	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	266.2	269.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	160.7	162.8	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	423.2	427.8	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	157.0	158.8	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.633	2.628	2.631
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.657	2.652	2.654
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.696	2.694	2.695
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.874	0.935	0.90%

AGREGADO FINO				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	695.6	695.6	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	995.6	995.6	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	882.9	882.6	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm ³)	112.7	113.0	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	298.9	298.8	
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm ³)	111.6	111.8	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.652	2.644	2.648
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.662	2.655	2.658
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.678	2.673	2.675
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.368	0.402	0.38%

OBSERVACIONES:



Ing. César Manuel Flores Celis
INGENIERO CIVIL



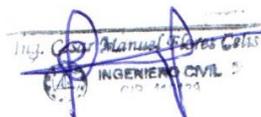
ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)
MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMATICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO MUESTRA : RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA DOSIFICACION : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMATICO 8.0%.	HECHO POR : J.G.V. FECHA : 10/05/219
---	---

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"		2500.0		
1/2" - 3/8"		2500.0		
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total		5000.0		
(%) Retenido en la malla N° 12		4010.0		
(%) Que pasa en la malla N° 12		990.0		
N° de esferas		11		
Peso de las esferas (gr)		4584 ± 25		
% Desgaste		19.8%		

OBSERVACIONES :




 INGENIERO CIVIL



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS
MTC 219 - 2000

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMATICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V.
TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/219
CANTERA : RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
DOSIFICACION : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMATICO 8.0%.	

MUESTRA :	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2	3	4	
ENSAYO N°					
(1) Peso muestra (gr)	550.00	550.00	565.00		
(2) Volumen aforo (ml)	500.00	500.00	500.00		
(3) Volumen alicuota (ml)	50.00	50.00	50.00		
(4) Peso masa cristalizada (gr)	0.021	0.020	0.020		
(5) Porcentaje de sales (%) $(100/((3) \times (1)) / ((4) \times (2)))$	0.038	0.036	0.035		0.037%

Observaciones :



Ing. César Manuel Flores Celis

INGENIERO CIVIL
 CIP 116109



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
MTC E 209 - ASTM C 88 - AASHTO T-104

OBRA	: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR : J.G.V.
TESISTA	: EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL	: DISEÑO DE ASFALTO	FECHA : 10/05/219
CANTERA	: RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
DOSIFICACION	: Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.	

ANÁLISIS CUANTITATIVO

AGREGADO GRUESO										
TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada	Nº de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/4"	1/2"	51.5	670±10	670		661.0	9.0	1.3	0.69	
1/2"	3/8"	25.4	330±5	330		290.0	40.0	12.1	3.08	
3/8"	Nº 4	23.1	300±5	300		285.0	15.0	5.0	1.15	
TOTALES		100.0		1300.0		1236.0			4.92	

AGREGADO FINO										
TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso mín. requerido (g)	Peso fracción ensayada	Nº de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	Nº 4	16.7	100	100	--	97.2	2.8	2.8	0.5	--
Nº 4	Nº 8	16.7	100	100	--	95.6	4.4	4.4	0.7	--
Nº 8	Nº 16	16.7	100	100	--	93.4	6.6	6.6	1.1	--
Nº 16	Nº 30	16.7	100	100	--	92.6	7.4	7.4	1.2	--
Nº 30	Nº 50	16.7	100	100	--	91.8	8.2	8.2	1.4	--
Nº 50	Nº 100	16.7	100	100	--	90.8	9.2	9.2	1.5	--
< Nº 100										
TOTALES				600.0		561.4			6.43	

OBSERVACION

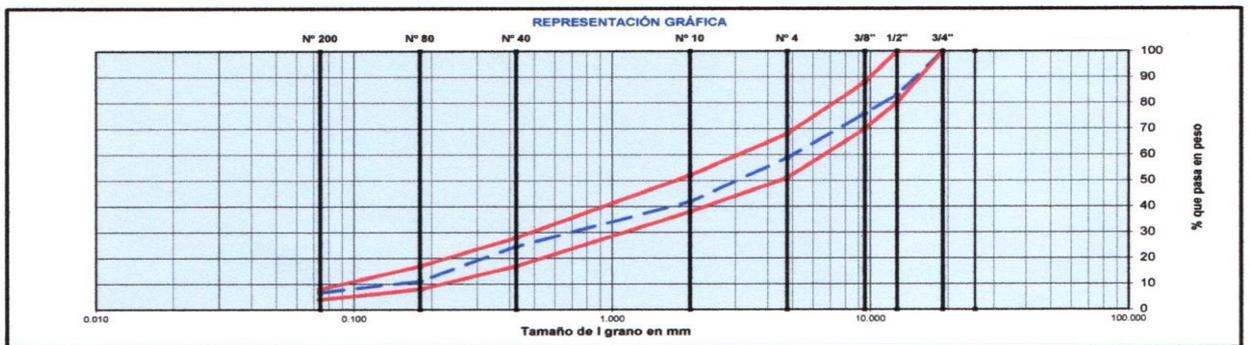



 Ing. César Manuel Flores Celi
 INGENIERO CIVIL

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01		
PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V.
TESISTA	EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	FECHA: 10/05/219
MATERIAL	DISEÑO DE ASFALTO	
CANTERA	RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
DOSIFICACION	Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.	

Diseño C.A. 4.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.180	0.074	
PESO RETENIDO	gr.	0	600.9	256.4	612.0	172.5	175.9	137.9	44.8	68.9
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	16.9	7.2	17.2	16.9	17.2	13.5	4.4	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	16.9	24.1	41.2	58.1	75.4	88.9	93.3	100.0
PASA	%	100.0	83.1	75.9	58.8	41.9	24.6	11.1	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN % 600.0
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL gr. 3562.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	4.5	4.5	4.5	4.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	39.39	39.39	39.39		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	56.11	56.11	56.11		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.631	2.631	2.631		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.648	2.648	2.648		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1195.6	1196.0	1188.5		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1197.3	1197.0	1191.2		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	673.8	673.4	672.6		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	523.5	523.6	518.6		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	523.5	523.6	518.6		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.284	2.284	2.292	2.284	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.467	2.467	2.467		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	7.4	7.4	7.1	7.4	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.641	2.641	2.641		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	17.4	17.4	17.1	17.4	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	57.4	57.4	58.5	57.4	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.650	2.650	2.650		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*((22-19))/(22*19))	%	0.12	0.12	0.12		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4.38	4.38	4.38		
25 FLUJO	mm	3.7	3.8	3.8	3.7	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1743	1732	1723		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.96	0.96	0.96		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1673	1663	1654	1668	Min. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	4522	4619	4353	4571	1700 - 4000



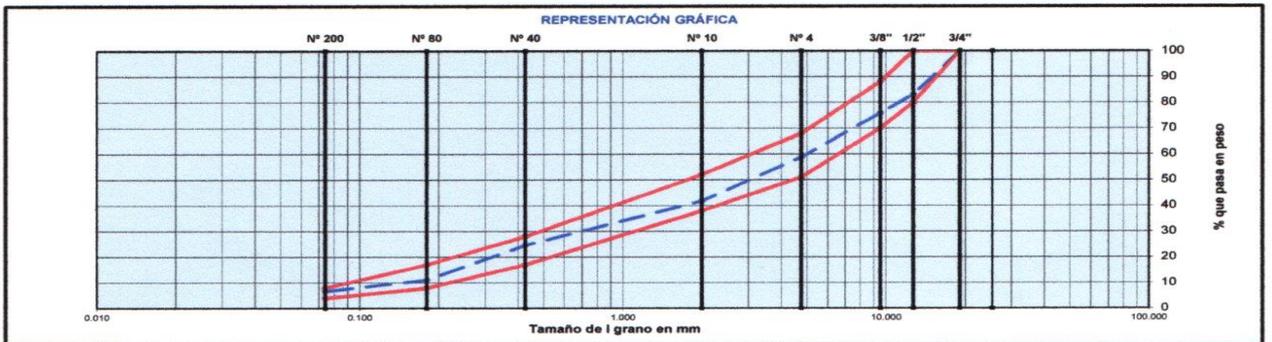

 INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01

PROYECTO :	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V.
TESISTA :	EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	FECHA: 10/05/2019
MATERIAL :	DISEÑO DE ASFALTO	
CANTERA :	RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
DOSIFICACION :	Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.	

Diseño C.A. 5.0 %

		ENSAYO GRANULOMÉTRICO											
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200			
ABERTURA EN mm		19,050	12,700	9,525	4,760	2,000	0,425	0,18	0,07				
PESO RETENIDO	gr.	0	600.9	256.4	612.0	172.5	175.9	137.9	44.8	68.9			
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	16.9	7.2	17.2	16.9	17.2	13.5	4.4	6.7			
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	16.9	24.1	41.2	58.1	75.4	88.9	93.3	100.0			
PASA	%	100.0	83.1	75.9	58.8	41.9	24.6	11.1	6.7				
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 62	17 - 28	8 - 17	4 - 8				
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	%	
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	gr.	
												600.0	
												3662.0	



BRIQUETAS		Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.0	5.0	5.0	5.0	
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	39.19	39.19	39.19		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	55.81	55.81	55.81		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.631	2.631	2.631		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.648	2.648	2.648		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1198.8	1197.6	1199.5		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1199.5	1199.0	1202.6		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	668.8	668.4	669.9		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	530.7	530.6	532.7		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	530.7	530.6	532.7		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.259	2.257	2.252	2.258	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.445	2.445	2.445		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	7.6	7.7	7.9	7.7	3 - 5
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.641	2.641	2.641		
20	V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	18.7	18.8	19.0	18.8	Min. 14
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	59.3	59.1	58.4	58.9	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.646	2.646	2.646		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	0.07	0.07	0.07		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4.93	4.93	4.93		
25	FLUJO	mm	3.7	3.8	3.6	3.8	2 - 4
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1743	1741	1752		
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	Kg	0.98	0.98	0.96		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1673	1671	1682	1672	Min. 815
29	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	4522	4398	4672	4460	1700 - 4000



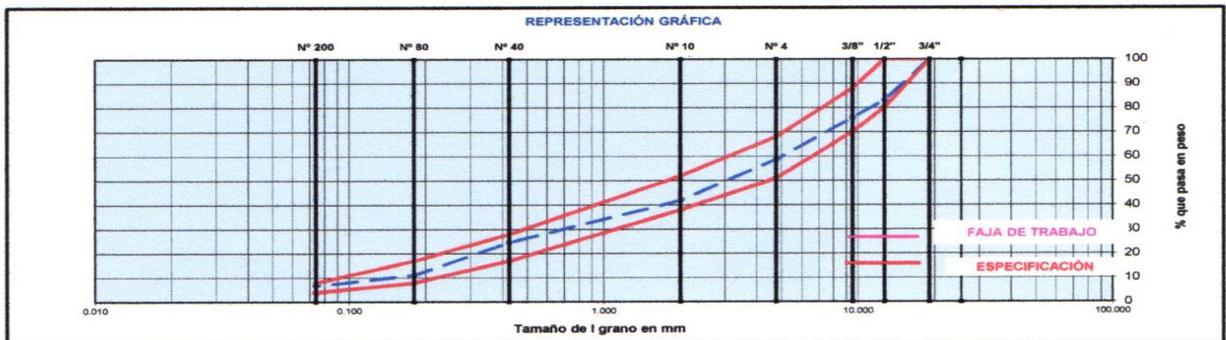
Ing. J. Galvez Villanueva
 INGENIERO CIVIL

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO CANTERA : RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA DOSIFICACION : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.	HECHO POR: J.G.V. FECHA: 10/05/2019
---	--

Diseño C.A. 5.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO												
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº 200			
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074				
PESO RETENIDO gr.	0	600.9	256.4	612.0	172.5	175.9	137.9	44.8	68.9			
RETENIDO PARCIAL %	0.0	16.9	7.2	17.2	16.9	17.2	13.5	4.4	6.7			
RETENIDO ACUMULADO %	0.0	16.9	24.1	41.2	58.1	75.4	88.9	93.3	100.0			
PASA %	100.0	83.1	75.9	58.8	41.9	24.6	11.1	6.7				
ESPECIFICACIÓN %	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8				
ASFALTO LÍQUIDO									FRACCIÓN	%	600.0	
TRAMO ASFALTADO									Metros Lineales:	PESO TOTAL	gr.	3582.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.	
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.5	5.5	5.5	5.5		
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	38.98	38.98	38.98			
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	55.52	55.52	55.52			
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%						
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.631	2.631	2.631			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.648	2.648	2.648			
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140			
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1212.1	1210.3	1208.6			
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1213.1	1212.9	1210.5			
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	693.1	693.3	691.5			
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	520.0	519.6	519.0			
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.						
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.						
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	520.0	519.6	519.0			
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.331	2.329	2.329	2.330		
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.432	2.432	2.432			
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.2	4.2	4.3	4.2	3 - 5	
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.641	2.641	2.641			
20 V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	16.6	16.7	16.7	16.6	Min. 14	
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	74.9	74.6	74.5	74.8		
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.652	2.652	2.652			
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	0.16	0.16	0.16			
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	5.34	5.34	5.34			
25 FLUJO	mm	3.0	3.2	3.0	3.1	2 - 4	
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1146	1165	1130			
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00			
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1146	1165	1130	1166	Min. 815	
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3846	3841	3767	3743	1700 - 4000	



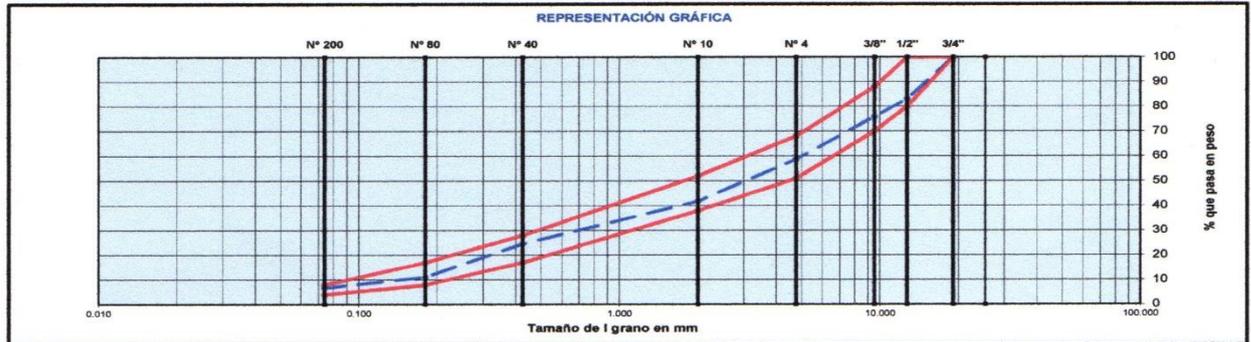

 INGENIERO CIVIL

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01

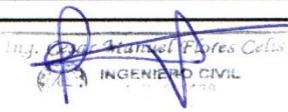
PROYECTO :	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V.
TESISTA :	EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	FECHA: 10/05/2019
MATERIAL :	DISEÑO DE ASFALTO	
CANTERA :	RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
DOSIFICACION :	Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.	

Diseño C.A. 6.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.074	
PESO RETENIDO	gr.	0	600.9	256.4	612.0	172.5	175.9	137.9	44.8	68.9
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	16.9	7.2	17.2	16.9	17.2	13.5	4.4	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	16.9	24.1	41.2	58.1	75.4	88.9	93.3	100.0
PASA	%	100.0	83.1	75.9	58.8	41.9	24.6	11.1	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN % 600.0
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL gr. 3662.0



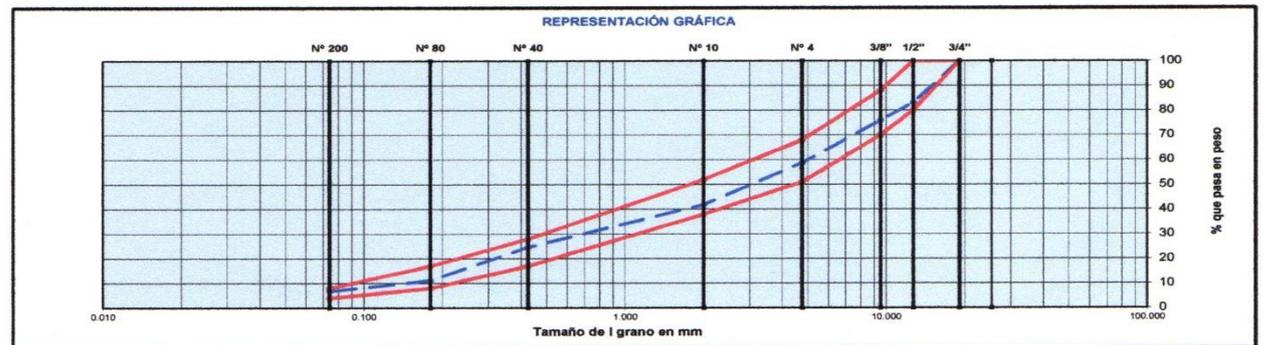
ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.0	6.0	6.0	6.0	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	38.77	38.77	38.77		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	55.23	55.23	55.23		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.631	2.631	2.631		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.648	2.648	2.648		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1210.5	1174.8	1175.5		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1213.2	1175.8	1176.3		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	696.7	674.6	675.6		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	516.5	501.2	500.7		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	516.5	501.2	500.7		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.344	2.344	2.344	2.344	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.450	2.450	2.450		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.3	4.3	4.2	4.3	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.641	2.641	2.641		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	16.6	16.6	16.4	16.6	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	73.9	74.0	74.7	74.0	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.698	2.698	2.698		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	0.81	0.81	0.81		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	5.24	5.24	5.24		
25 FLUJO	mm	3.2	3.4	3.5	3.3	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1515	1520	1524		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1515	1520	1524	1518	Min. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	4734	4471	4384	4602	1700 - 4000


 INGENIERO CIVIL

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01		
PROYECTO :	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRERA FERNANDO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V.
TESISTA :	EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL :	DISEÑO DE ASFALTO	FECHA: 10/05/219
CANTERA :	RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
DOSIFICACION :	Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.	
TESISTA :	EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	

Diseño C.A. 6.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		19.060	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074	
PESO RETENIDO	gr.	0	600.9	256.4	612.0	172.5	175.9	137.9	44.8	68.9
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	16.9	7.2	17.2	16.9	17.2	13.5	4.4	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	16.9	24.1	41.2	58.1	75.4	88.9	93.3	100.0
PASA	%	100.0	83.1	75.9	58.8	41.9	24.6	11.1	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN % 600.0
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL gr. 3562.0



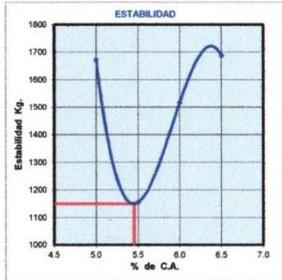
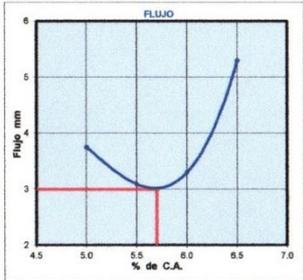
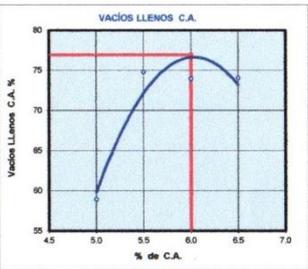
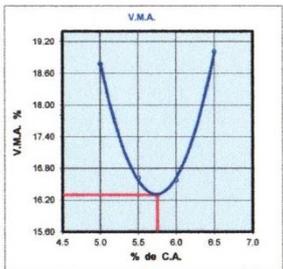
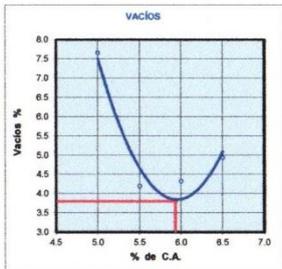
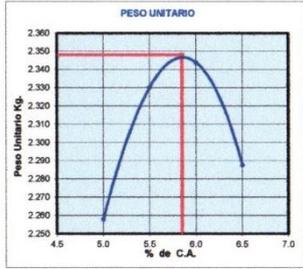
ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.5	6.5	6.5	6.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	38.57	38.57	38.57		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	54.93	54.93	54.93		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.631	2.631	2.631		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.648	2.648	2.648		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1200.7	1201.4	1200.5		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1201.7	1203.6	1202.5		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	676.7	678.5	678.7		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	525.0	525.1	523.8		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	525.0	525.1	523.8		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.287	2.288	2.292	2.287	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.406	2.406	2.406		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	6.0	4.9	4.8	4.9	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.641	2.641	2.641		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	19.0	19.0	18.9	19.0	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	74.0	74.1	74.8	74.0	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.666	2.666	2.666		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	0.36	0.36	0.36		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	6.17	6.17	6.17		
25 FLUJO	mm	5.2	5.4	5.2	5.3	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1756	1760	1725		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	0.98	0.96	0.96		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1688	1690	1658	1688	Min. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3242	3129	3185	3185	1700 - 4000



Ing. César Esteban Flores Celis
 INGENIERO CIVIL

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - MAC-2-05

<p>PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018</p> <p>TEBISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA</p> <p>MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO</p> <p>CANTERA : RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA</p> <p>DOSIFICACION : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.</p>	<p>HECHO POR: J.G.V.</p> <p>FECHA: 10/05/2019</p>
---	---



	RESUMEN DE RESULTADOS			ESPECIFIC.
	-0.3%	ÓPTIMO %C.A.	+0.3%	
GOLPES POR LADO	75	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	5.44	5.74	6.04	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	2.048	2.348	2.648	
VACÍOS	3.5	3.8	4.1	3 - 5
V.M.A.	18.0	18.3	18.6	Min 14
VACÍOS LLENOS CON C.A.	76.6	76.9	77.2	
FLUJO	2.70	3.00	3.3	2 - 4
ESTABILIDAD	1149.7	1150	1150.3	Min. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	4258	3833	3486	1700 - 4000
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	6.50	6.8	7.1	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA	91.3	91.6	91.9	Min. 75
DOSIFICACIÓN				
Gravilla Chancada Rio Huallaga 1/2"		38.0%		
Arena Chancada Rio Huallaga 3/16"		40.0%		
Arena Natural Rio Cumbaza		22.0%		
Polvo Neumático		8.0%		
Aditivo mejorador de adherencia Ricot Z		0.75% (En peso del ligante)		
Cemento Asfáltico		PEN 60 - 70		



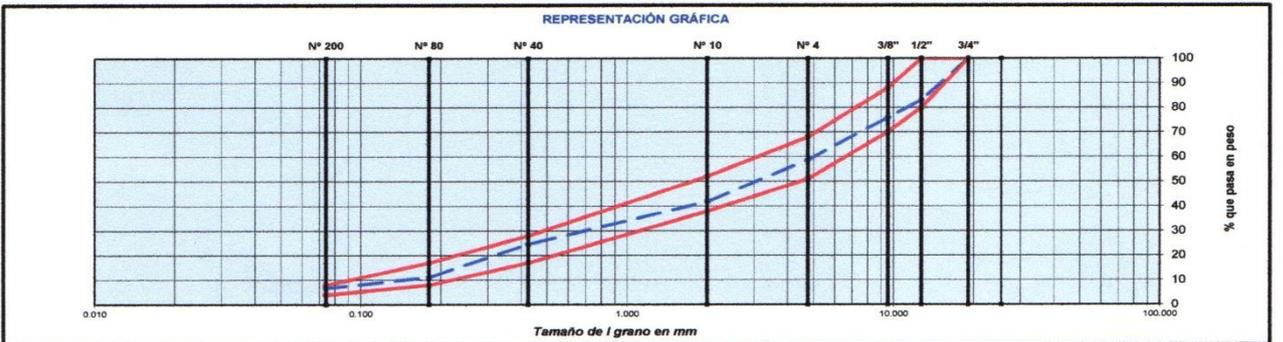
Ing. Carlos Manuel Torres Coto
INGENIERO CIVIL

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2-01

PROYECTO :	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V.
TESISTA :	EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	
MATERIAL :	DISEÑO DE ASFALTO	
CANTERA :	RÍO HUALLAGA + RÍO CUMBAZA	FECHA: 10/05/219
DOSIFICACION :	Gravilla Chancada 1/2" 38% (Río Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Río Huallaga) + Arena Natural 22% (Río Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.	

Diseño C.A. 5.74 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	<Nº200
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074	
PESO RETENIDO	gr.	0	600.9	256.4	612.0	172.5	175.9	137.9	44.8	68.9
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	16.9	7.2	17.2	16.9	17.2	13.5	4.4	6.7
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	16.9	24.1	41.2	58.1	75.4	88.9	93.3	100.0
PASA	%	100.0	83.1	75.9	58.8	41.9	24.6	11.1	6.7	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN % 800.0
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL gr. 3662.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.74	5.74	5.74	5.74	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	38.88	38.88	38.88	38.88	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	55.38	55.38	55.38	55.38	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.002	1.002	1.002		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.631	2.631	2.631		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.648	2.648	2.648		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE		3.140	3.140	3.140		
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1204.6	1210.0	1210.1		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1206.4	1210.6	1210.6		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	689.9	692.4	690.9		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	516.5	518.2	519.7		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	516.5	518.2	519.7		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.332	2.335	2.328	2.332	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.440	2.440	2.440		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.4	4.3	4.6	4.4	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.641	2.641	2.641		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)*(16/19)	%	16.8	16.7	16.9	16.8	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	73.7	74.2	73.0	73.6	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.673	2.673	2.673		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	0.46	0.46	0.46		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	5.30	5.30	5.30		
25 FLUJO	mm	3.5	3.3	3.4	3.4	2 - 4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1223	1237	1245		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1223	1237	1245	1235	Min. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3494	3748	3662	3635	1700 - 4000

OTD

Ing. *Carlos Manuel Flores Gallo*
 INGENIERO CIVIL



DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR: J.G.V.
TESISTA	EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	FECHA : 10/05/219
MATERIAL :	DISEÑO DE ASFALTO	
CANTERA :	RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
DOSIFICACION:	Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.	

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE - MAC-02

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	5.74
Peso del material	gr	1495.00	1488.90	1474.10	1483.70	1498.90	1488.12
Peso del agua + frasco Rice	gr	20180.00	20180.00	20180.00	20180.00	20180.00	20180.00
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	21675.00	21668.90	21654.10	21663.70	21678.90	21668.12
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	21069.00	21060.00	21048.00	21058.00	21056.00	21058.20
Volumen del material	cc	606.00	608.90	606.10	605.70	622.90	609.92
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.467	2.445	2.432	2.450	2.406	2.440
Temperatura de ensayo	°C	25	25	25	25	25	25
Gravilla Chancada Rio Huallaga	%	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0
Arena Chancada Rio Huallaga	%	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Arena Natural Rio Cumbaza	%	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
Aditivo mejorador de adherencia Ricot Z	%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Tiempo de ensayo	Min.	15	15	15	15	15	15
Factor de Corrección							

Observaciones:



Inj. Cesar Manuel Flores
INGENIERO CIVIL



PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMATICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO MUESTRA : RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMATICO 8.0%.	HECHO POR: J.G.V. FECHA : 10/05/219
---	--

ESTABILIDAD RETENIDA E ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - MAC-2-05

ESTABILIDAD RETENIDA

BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1	2	3	PROMEDIO
Golpes	Nº	75	75	75		75	75	75	
Cemento asfáltico	%	5.80	5.80	5.80		5.80	5.80	5.80	
Peso de la briqueta al aire	gr	1204.6	1210.0	1210.1		1180.0	1190.5	1198.0	
Peso de la briqueta + parafina al aire	gr	1206.4	1210.6	1210.6		1185.6	1198.0	1208.5	
Peso de briqueta + parafina en agua	gr	689.9	692.4	690.9		696.0	701.2	701.0	
Volumen de la briqueta	cc	516.5	518.2	519.7		489.6	496.8	507.5	
Peso de la parafina	gr								
Volumen de la parafina	cc								
Volumen de la briqueta	cc	516.5	518.2	519.7		489.6	496.8	507.5	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.332	2.335	2.328		2.410	2.396	2.361	
Flujo	mm	3.50	3.75	3.25	3.5	3.70	3.60	3.60	3.6
Estabilidad sin corregir	kg	1181	1017.3	1100		1056	1003	1065	
Factor de corrección		1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	
Estabilidad corregida	kg	1181	1017	1100	1099	1056	1003	1065	1041
ESTABILIDAD CORREGIDA	%				94.7				

ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD

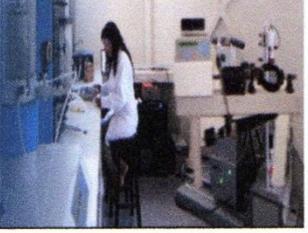
BRIQUETA	Nº	1	2	3	PROMEDIO	1a	2a	3a	PROMEDIO
Golpes	Nº	50	50	50		5	5	5	
Cemento Asfáltico	%	5.80	5.80	5.80		5.80	5.80	5.80	
Peso de la briqueta al aire	gr	1213.9	1219.0	1218.2		1200.0	1204.6	1196.1	
Peso de la briqueta + parafina al aire	gr	1217.3	1221.2	1222.5		1208.3	1216.6	1200.0	
Peso de la briqueta + parafina al agua	gr	695.2	697.7	699.4		656.6	662.0	655.3	
Volumen de la briqueta + parafina	cc	522.1	523.5	523.1		551.7	554.6	544.7	
Peso de la parafina	gr								
Volumen de la pa	0.9 cc								
Volumen de la briqueta	cc	522.1	523.5	523.1		551.7	554.6	544.7	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cc	2.325	2.329	2.329	2.327	2.175	2.172	2.196	2.181
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	%				6.8				




 INGENIERO CIVIL
 (CIP 45120)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Tel.: (042) 582200 Anx: 3118 - Correo: dfernandezf@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI-TARAPOTO- PERÚ



**ANGULARIDAD DE LA ARENA
MTC E 222**

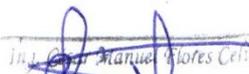
PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMATICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO CANTERA : RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA DOSIFICACION : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMATICO 8.0%.	HECHO POR : J.G.V. FECHA : 10/05/219
---	---

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO SECO (Gsb)	2.618	2.618	2.618	
VOLUMEN DEL MOLDE (V)	921	921	921	
PESO DEL MATERIAL EN EL MOLDE (W)	1420	1460	1410	
ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO %	58.9	58.9	58.5	58.8

ANGULARIDAD = $(V-(W/Gsb)/V)*100$

OBSERVACION




 INGENIERO CIVIL
 N.º 10000



**ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO GRUESO - BITUMEN
NORMA MTC E - 517**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMATICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMATICO 8.0%.	HECHO POR : J.G.V. FECHA : 10/05/219
--	---

Tipo de Asfalto	PEN 60/70
Grava Especificada	1.002 grs. / cc

MUESTRA STRIPING	1	2	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	98%	98%	
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estim	97%	97%	97%

OBSERVACIONES Revestimiento y desprendimiento despues de 24 horas = 97 %



Manuel Flores C...
INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Tel.: (042) 582200 Anx: 3118 - Correo: dfernandezf@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI-TARAPOTO- PERÚ



**ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO FINO - BITUMEN
 RIEDEL WEBER NORMA MTC E - 220**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMATICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUNDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO CANTERA : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMATICO 8.0%.	HECHO POR : J.G.V. FECHA : 10/05/219
--	---

MUESTRA	BITUMEN	ADITIVO RICOT Z	PROMEDIO	ESP. TECNICAS
Combinacion de Diseño Retenido en Tamiz N° 80	60/70	0.75%	5%	4% Min
	60/70	0.75%	5%	4% Min

OBSERVACIONES Revestimiento y desprendimiento despues de 48 horas = 5 %



Ing. Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL



INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO FINO

(NORMA MTC E 214)

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMATICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRTERA FERNADO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018 TESISTA : EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA MATERIAL : DISEÑO DE ASFALTO CANTERA : RIO HUALLAGA + RIO CUMB DOSIFICACIO : Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMATICO 8.0%.	HECHO POF J.G.V. FECHA : 10/05/219
--	---

		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	PROMEDIO
Tamaño Máximo (pasa la malla N° 4)	mm	4.76	4.76	4.76	
Hora de entrada a saturación		10:10	10:12	10:14	
Hora de salida de saturación (más 10')		10:20	10:22	10:24	
Hora de entrada a decantación		10:22	10:24	10:26	
Hora de salida de decantación (más 20')		10:42	10:44	10:46	
Altura máxima de material fino	mm	6.80	6.90	6.92	
Altura máxima de la arena	mm	4.65	4.68	4.70	
Equivalente de arena	%	69	68	68	68.3

Observaciones:




 Ing. César Manuel Flores Coña
 INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Tel.: (042) 582200 Anx: 3118 - Correo: dfernandezf@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



**INMERCION - COMPRENCION (MTC E 518)
 ENSAYOS RESISTENCIA RETENIDA**

PROYECTO	: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMATICO EN EL TRAMO : EMPALME HECHO POR : J.G.V. CARRTERA FERNADO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	FECHA	: 10/05/219
TESISTA	: EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA		
MATERIAL	: DISEÑO DE ASFALTO		
CANTERA	: RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA		
DOSIFICACION	: Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMATICO 8.0%.		

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA OPTIMO 5.80 %

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
Nº de golpes de marshall	75	75	75	
Peso de la briqueta al aire (gr)	1204.6	1213.6	1201.6	
Peso de la briqueta satura superf. Seca (gr)	1206.4	1215.3	1202.3	
Peso por desplazamiento	678.9	700.0	689.9	
Volumen de la briqueta	527.5	515.3	512.4	
Peso unitario (gr/cc)	2.284	2.355	2.345	
Estabilidad sin corregir	1223	1287	1335	
Factor de estabilida	0.96	1.00	1.00	
Rotura ensayo marshall (24 horas)	1174	1287	1335	
Rotura de ensayo marshall (30 minutos)	1223	1287	1335	
% Estabilidad retenida 24 horas 60 °C	96.0	100.0	100.0	98.7

OBSERVACION



Ing. Celso Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Tel.: (042) 582200 Anx: 3118 - Correo: dfernandezf@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



RESISTENCIA CONSERVADA (MTC E 521)

PROYECTO	: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMATICO EN EL TRAMO : EMPALME CARRERA FERNADO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR : J.G.V.
TESISTA	: EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	FECHA : 10/05/219
MATERIAL	: DISEÑO DE ASFALTO	
CANtera	: RIO HUALLAGA + RIO CUMBAZA	
DOSIFICACION	: Gravilla Chancada 1/2" 38% (Rio Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Rio Huallaga) + Arena Natural 22% (Rio Cumbaza) + POLVO DE NEUMATICO 8.0%.	

**RESISTENCIA CONSERVADA
M.T.C. E 521 - AASHTO T 283**

EFFECTO DEL AGUA SOBRE LA COHESION DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS

MUESTRA MEZCLA ASFALTICA MAC - 2	1	2	3	PROMEDIO
Peso agregado con recubrimiento bituminoso grs	300.0	300.0	300.0	
Volumen de agua c.c	500	500	500	
Temperatura ebullicion 10 min (95°C)	95.0	95.0	95.0	
Peso agregado con recubrimiento retenido grs	270.00	272.00	275.00	
Peso agregado sin recubrimiento bituminoso grs	30.00	28.00	25.00	
% Observado del Recubrimiento	90.0	90.7	91.7	90.8
REQUERIMIENTOS ESPECIFICADOS				MIN = 80%

OBSERVACION



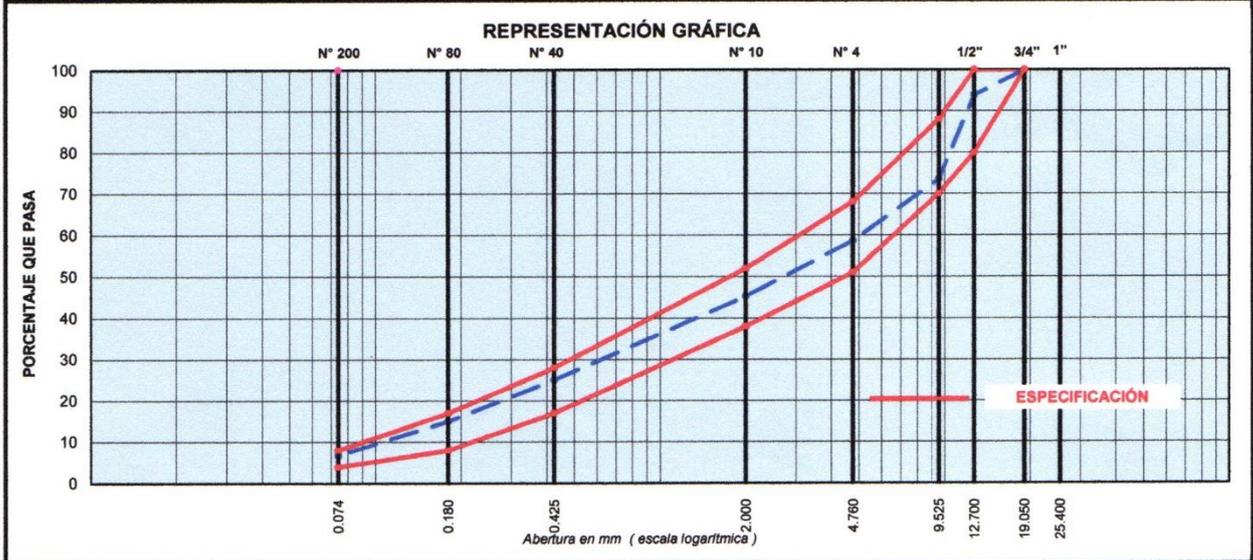
Ing. César Manuel Flores Cifuentes
 INGENIERO CIVIL

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS
 MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO POLVO DE NEUMÁTICO EN EL TRAMO : EMPALME FERNANDO BELAUDE TERRY KM. 707+310 CASERIO SAN JOSE - C.P. CARHUAPOMA - 2018	HECHO POR	: J.G.V
TESISTA	: EST. ING. JOSE GALVEZ VILLANUEVA	FECHA	: 07/03/2017
MATERIAL	: Gravilla Chancada 1/2" 38% (Río Huallaga) + Arena Chancada 3/16" 40% (Río Huallaga) + Arena Natural 22% (Río Cumbaza) + POLVO DE NEUMÁTICO 8.0%.		

LAVADO DE ASFALTO N° 01

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	03:00 p.m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	970.0 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	914.3 gr
1/2"	12.700	55.9	6.1	6.1	93.9	80 - 100		
3/8"	9.525	186.5	20.4	26.5	73.5	70 - 88		
N°4	4.760	135.6	14.8	41.3	58.7	51 - 68		
N° 10	2.000	122.5	13.4	54.7	45.3	38 - 52		
N° 40	0.425	184.5	20.2	74.9	25.1	17 - 28		
N° 80	0.180	92.1	10.1	85.0	15.0	8 - 17	Peso del asfalto	55.7 gr
N° 200	0.074	75.2	8.2	93.2	6.8	4 - 8	Contenido de asfalto	5.74 %
< 200	-	62.0	6.8	100.0			Relación Polvo - Asfalto	1.18



OBSERVACIONES:
 Para el lavado asfáltico, se utilizó 2.00 litros de tetracloruro.



Ing. Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO



Descripción: Se aprecia el tipo de vehículos que transitan en el tramo en estudio, en la cual se realizó el conteo vehicular para determinar el volumen de tránsito vehicular.



Descripción: Se aprecia los equipos (GPS, Estación total y wincha) que se utilizó para el levantamiento topográfico y poder determinar las pendientes máximas y mínimas de acuerdo a las exigencias del proyecto.



Descripción: Se observa las vistas realizadas, cada 20 m para determinar los desniveles existentes en cada punto.



Descripción: después de tomar la lectura correspondiente se realizó los apuntes en la libreta de campo, para luego ser llevados a gabinete y poder determinar la pendientes y los perfiles longitudinales y transversales.



Descripción: Se observa el equipo (ESTACION TOTAL) para la cual se utilizó para realizar todo el levantamiento topográfico del tramo Caserío San José – CP. Carhuapoma.



Descripción: Se aprecia los trabajos de exploración de campo, en la cual se realizó excavación de calicatas cada 1000 metros. De acuerdo a lo establecido MTC.



Descripción: Se aprecia la excavación de las calicatas, en el tramo caserío (San José – C.P. Carhuapoma). utilizando herramientas manuales (palana, cavadora y pico).



Descripción: Se observa le extracción de las muestras, por cada calicata y teniendo en cuenta en numero de capas encontradas en dicha calicata.



Descripción: Se observa la verificación de la altura de las calicatas, teniendo como profundidad (1.50m) establecidos en el MTC.



Descripción: Se aprecia la colocación de las muestras en el horno para determinar el porcentaje de humedad de cada muestra.



Descripción: Se aprecia el lavado de las muestras usando la malla #200, para luego realizar los ensayos de granulometría.



Descripción: Se observa los ensayos de limite plásticos y el pesado de los mismos para poder determinar el contenido de humedad.



Descripción: Se observa el pesado del (molde + muestra) en los ensayos de Proctor modificado.



Descripción: Se aprecia el cuarteo de los agregados para tener una mezcla homogénea y realizar los ensayos de granulometría de los agregados.



Descripción: Se observa el tamizado de los agregados para ser usados en la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica modificada usando polvo de neumático.



Descripción: Se aprecia el pesado de los agregados. (piedra chancada, arena triturada y arena natural) para realizar los ensayos de la mezcla asfáltica convencional.



Descripción: Se observa las tentativas de 4.50, 5.00, 5.50, 6.00 y 6.50 que ser realizo para los ensayos de la mezcla asfáltica convencional.



Descripción: Se aprecia el pesado de los agregados. (piedra chancada, arena triturada, arena natural y polvo de neumático) para realizar los ensayos de la mezcla asfáltica modificada.



Descripción: Se observa las tentativas de 4.50, 5.00, 5.50, 6.00 y 6.50 que ser realizo para los ensayos de la mezcla asfáltica modificada usando polvo de neumático.



Descripción: para la elaboración de las briquetas, en la cual se tenía que calentar los agregados.



Descripción: se observa la colocación del PEN teniendo en cuenta el peso establecido.



Descripción: se observa el mezclado de los materiales, hasta llegar a una mezcla homogénea de todos los materiales usados para el diseño del pavimento convencional.



Descripción: se observa la colocación del aditivo (polvo de neumático) para el diseño del pavimento modificado.



Descripción: se observa el molde de compactación Marshall, para ser usados en las diferentes tentativas.



Descripción: se observa el molde de compactación Marshall, para la elaboración de briquetas el ensayo también denominado caras fracturadas.



Descripción: se aprecia las briquetas en sus diferentes tentativas.



Descripción: Se realizó el baño de maría que se utiliza para incubar muestras en agua a una temperatura constante para los diferentes tentativas.



Descripción: se aprecia la colocación de las briquetas, en la prensa Marshall, la cual determino la fluidez y la estabilidad de cada tentativa.

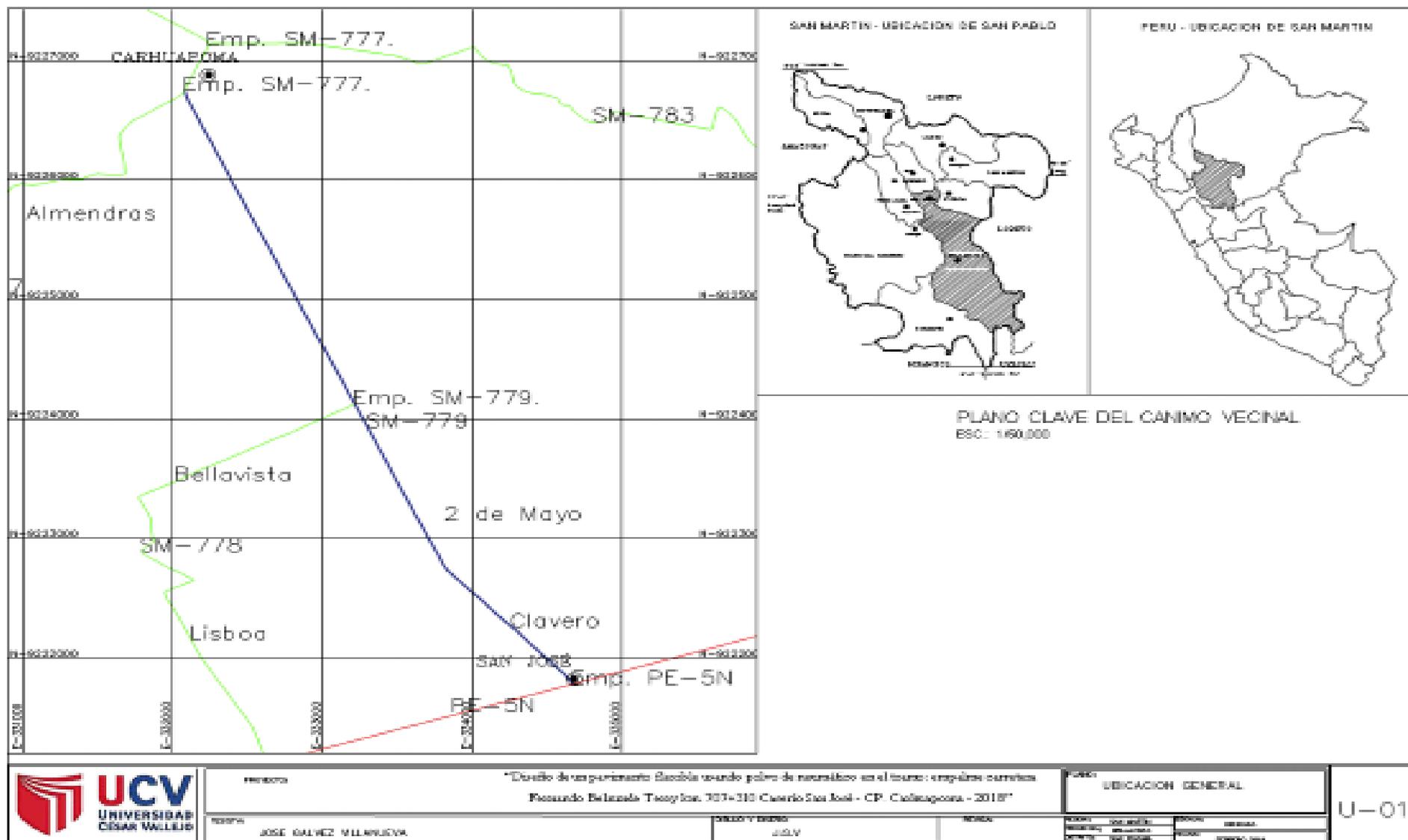


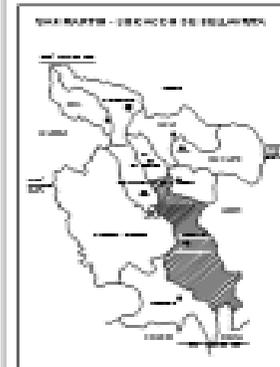
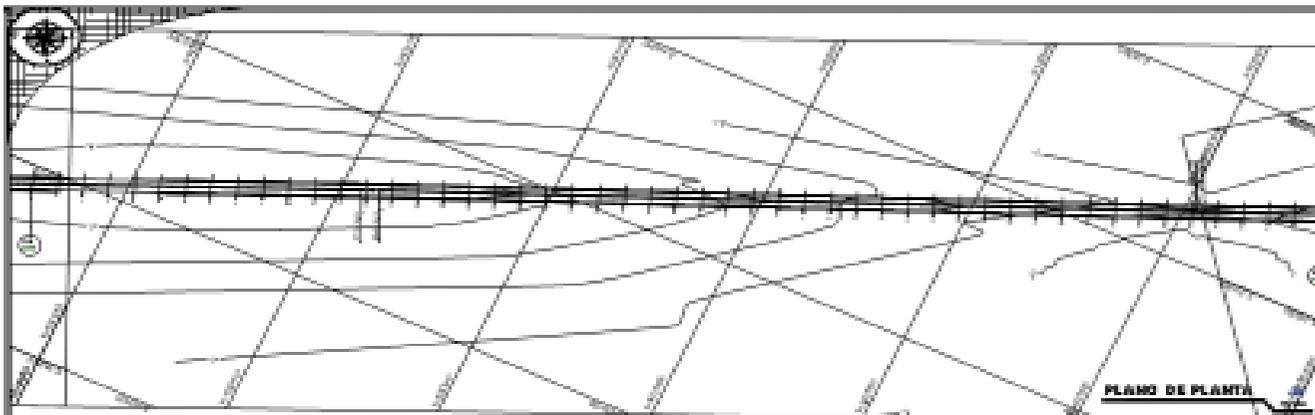
Descripción: se aprecia la ejecución de los ensayos de RICE, para la determinación de los vacíos en la mezcla asfáltica.



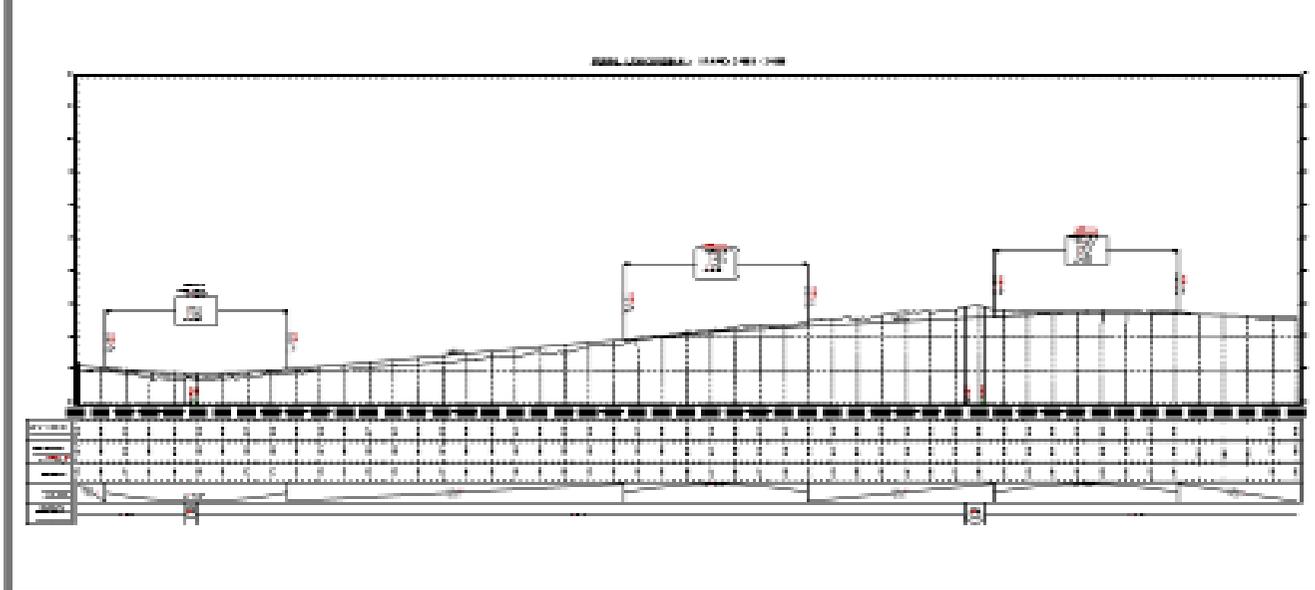
Descripción: se aprecia los apuntes de pesos en los ensayos de RICE, para la determinación de los vacíos en la mezcla asfáltica.

PANEL FOTOGRAFICO





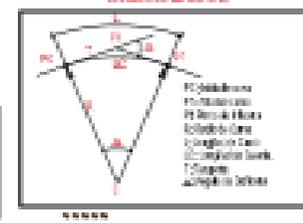
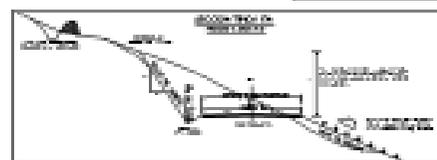
PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL



DATA DE TRAZO

PROYECTO	
FECHA	
ESTACIONAMIENTO	
PROYECTANTE	
REVISOR	
APROBADO	
OTRO	

TITULO DE TRAZO



LEYENDA

---	---
---	---
---	---
---	---
---	---



PROYECTO: "Diseño de un pavimento flexible usando polvo de cemento en el trazo: empalmes curvos"
 Proceso Bataste Terry Int. 707+300 Caserio San José - CP. Carizagosa - 2018"

PROYECTANTE: JOSE GALVEZ VILLANUEVA

DISEÑO Y TRAZO: JGV

REVISOR:

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
 (ELEVACIONES EN M)

PROYECTO: UN TRAZO

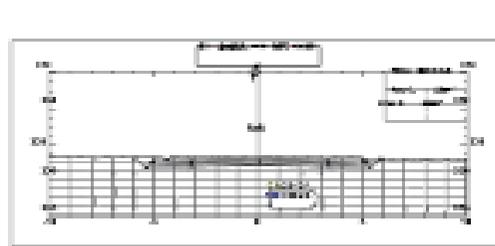
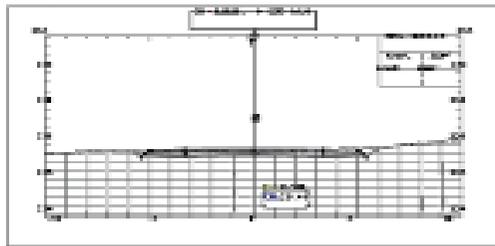
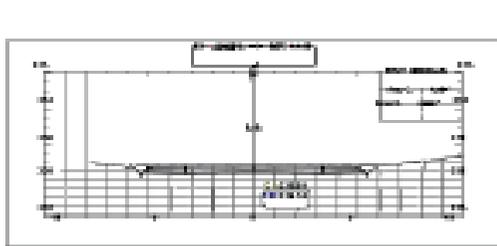
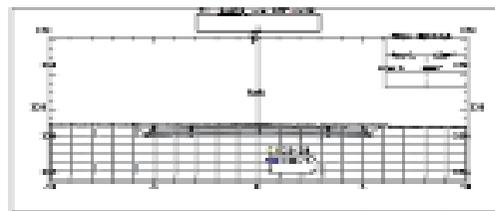
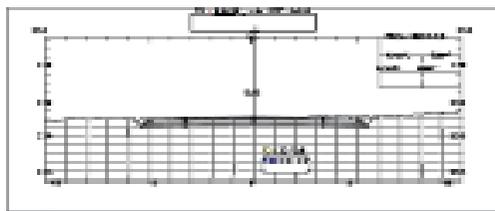
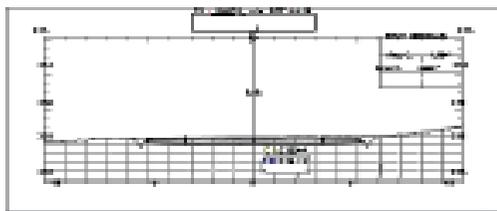
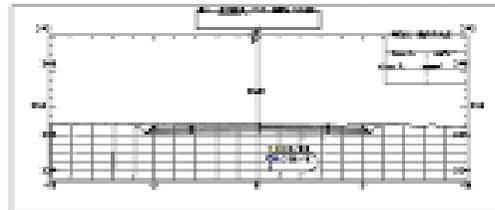
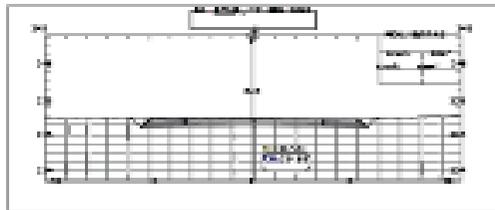
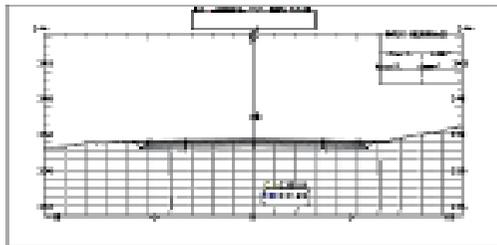
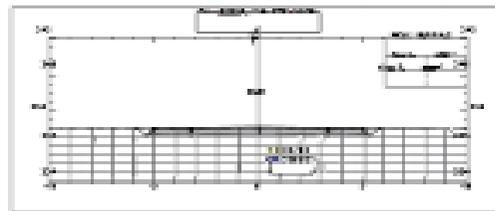
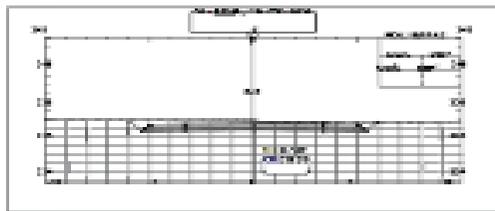
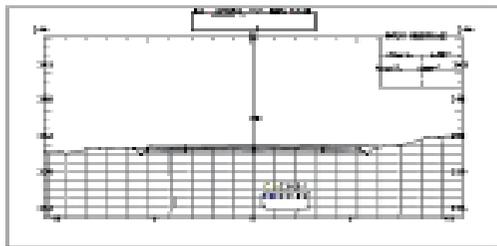
ESTACIONAMIENTO: 0+000

PROYECTANTE: UCV

REVISOR: JGV

APROBADO: JGV





TÍTULO: "Diseño de un pavimento flexible usando polvos de reciclaje en el trazo: englobes cónicos"
 Fernando Belandier Terry km. 307+300-Casero San José - CP. Cuzcoyoma - 2018"
 AUTOR: JOSE GABRIEL VELAZQUEZ
 DIRECTOR: J.G.P.

SECCIONES TRANSVERSALES			
NO. DE SECCIONES	NO. DE SECCIONES	NO. DE SECCIONES	NO. DE SECCIONES
SECCIONES	SECCIONES	SECCIONES	SECCIONES

ST-01

