



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Efecto de la adición del PET en la resistencia CBR de la subrasante
con fines de mejoramiento para pavimentación en la Prolongación Jr.
Manuel del Águila Cdra. 05, Moyobamba – 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Carrero Alejandria, Gian Marco (ORCID: 0000-0002-8335-0537)

Ramirez Barturen, Mary Paola (ORCID: 0000-0002-7821-627X)

ASESORA:

Mg. Lavado Enriquez, Juana Maribel (ORCID: 0000-0001-9852-4651)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

MOYOBAMBA - PERÙ

2020

DEDICATORIA:

A Dios por guiar mis pasos y protegerme en todo momento. A mis amados padres, Ramiro Carrero y Nélida Alejandria por apoyarme desde el inicio de mi carrera y enseñarme buenos valores, por ser mi soporte y ejemplo constante de perseverancia.

Gian Marco Carrero Alejandria.

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por protegerme, guiarme y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, Teodoro Ramírez Tenorio y Marina Barturen Mena y otros familiares que son el soporte principal en mi vida, por su comprensión y apoyo incondicional, siempre inculcándome valores, principios, fe y confianza.

Mary Paola Ramirez Barturen.

AGRADECIMIENTO:

Gracias a Dios por permitirme realizar la tesis y lograr un objetivo más en la vida, a mis padres y hermana por el apoyo y confianza, A la docente a cargo la Mg. Ing. Lavado Enriquez Juana Maribel, por haberme asesorado de la mejor manera en el transcurso de las clases realizadas y por apoyarme completamente en poder realizar un excelente proyecto de investigación. A la universidad César Vallejo por permitirme usar su centro de estudios y acogerme todos estos largos años en tan prestigiosa morada de estudios.

Gian Marco Carrero Alejandria.

Agradezco a Dios, por bendecirme siempre con salud, fortaleza, entendimiento y sabiduría para alcanzar mis metas, también a mi papá Teodoro Ramírez Tenorio y mi mamá Marina Barturen Mena que me apoyaron en todo momento para seguir con mis estudios superiores y gracias a su esfuerzo y perseverancia estoy culminando mi carrera profesional, por ello son el motor y motivo de mi vida.

Agradezco a mi asesora, la Mg. Ing. Lavado Enríquez Juana Maribel que gracias a sus constantes pautas y seguimientos logramos presentar un buen proyecto para cumplir nuestra meta de ser ingenieros civiles y por sus consejos brindados para ser buenos profesionales.

Mary Paola Ramirez Barturen.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	28
3.2 Variables y Operacionalización.....	29
3.3. Población, muestra y muestreo.....	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5. Procedimientos.....	33
3.6. Método de análisis de datos.....	42
3.7. Aspectos éticos.....	43
IV. RESULTADOS.....	44
V. DISCUSIÓN.....	57
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS.....	70

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de suelos según tamaño de partículas	13
Tabla 2. Clasificación de suelos según índice de grupo	14
Tabla 3. Clasificación de suelos según AASHTO.....	15
Tabla 4. Categorías de subrasante	18
Tabla 5. Datos técnicos del polietileno tereftalato (PET)	23
Tabla 6. Etapas del reciclaje	26
Tabla 7. Esquema del diseño experimental.....	29
Tabla 8. Matriz de Operacionalización de Variables.....	30
Tabla 9. Resultados de la humedad natural del suelo	44
Tabla 10. Resultados de límites de Atterberg.....	45
Tabla 11. Datos del ensayo de granulometría por tamizado.....	46
Tabla 12. Contenido de material en porcentaje según calicata	47
Tabla 13. Clasificación de suelos según SUCS y AASHTO	48
Tabla 14. Resumen de Próctor modificado	49
Tabla 15. Resumen CBR muestra natural.....	51
Tabla 16. Resumen de la muestra Patrón C-2	52
Tabla 17. Datos técnicos del tereftalato de polietileno - (PET)	54
Tabla 18. Resumen de CBR con incorporación del PET	54
Tabla 21. Resumen de CBR con incorporación del PET	54

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de la subrasante en un pavimento	11
Figura 2. Equipo de ensayo CBR en laboratorio	19
Figura 3. Equipo de ensayo de campo	20
Figura 4. Símbolo de las botellas PET y acumulación	26
Figura 5. Localización Regional y Provincial de Moyobamba	34
Figura 6. Ubicación de las calicatas	34
Figura 7. Medición de la profundidad de la calicata.....	35
Figura 8. Descripción de las características del suelo	35
Figura 9. PET triturado y tamizado.....	36
Figura 10. Peso de muestra	37
Figura 11. Ensayo de límite líquido	38
Figura 12. Ensayo de límite plástico.....	38
Figura 13. Lavado de muestra	39
Figura 14. Compactación del suelo	40
Figura 15. Máquina de valor de soporte CBR	42
Figura 16. Curva granulométrica calicata	47
Figura 17 Curva de densidad máxima seca y humedad óptima de C-01	50
Figura 18. Curva de densidad máxima seca y humedad óptima de C-02.....	50
Figura 19. Curva de densidad máxima seca y humedad óptima de C-03.....	51
Figura 20. Punto de acopio de los plásticos PET reciclados	52
Figura 21. Máquina trituradora de plástico	53
Figura 22. Muestra de suelo con adición de 3 % plástico PET triturado	53
Figura 23. Estructura de pavimento mejorado con PET en la subrasante	56

Resumen

La presente tesis titulada “Efecto de la adición del PET en la resistencia CBR de la subrasante con fines de mejoramiento para pavimentación en la Prolongación Jr. Manuel del Águila Cdra. 05, Moyobamba – 2020”, tiene como objetivo determinar el efecto de la adición del PET en la resistencia CBR de la subrasante con fines de mejoramiento para pavimentación en la Prolongación Jr. Manuel del Águila Cdra. 05. La metodología utilizada para el presente trabajo es tipo aplicada; el diseño de estudio es experimental, la muestra fue la cdra. 05 de la Prolongación Jr. Manuel del Águila, como muestreo se tuvo 3 calicatas y los instrumentos fueron las fichas normalizadas. Los resultados fueron; el contenido de humedad natural de la muestra patrón fue de 15.63%, el índice de plasticidad de 31.68, clasificado como una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad (CL) y A-7-6 (12) de acuerdo al análisis granulométrico, por otro lado en el ensayo de proctor modificado se obtuvo que la humedad óptima es de 12% y su máxima densidad seca es de 1.643 gr/cm³. Con respecto al PET se obtuvo que textura lisa triturada y pasante por la malla de 1/2” (12.70mm) y retenido en la malla N° 200 (0.074 mm) en una dosificación óptima del 3% mejora la resistencia CBR del suelo natural de 3.45% a un CBR de 8.8% disminuyendo la expansión a 1.15 mm en comparación con el suelo natural de 1.63 mm. Con el CBR mejorado se realizó el diseño de pavimento con características propuestas mediante el método AASHTO 93; determinando 10 cm de espesor para la carpeta asfáltica, la base de 12 cm y la sub base de 17 cm. Por lo tanto, se concluye que el PET mejora la resistencia CBR del suelo de la subrasante; convirtiéndolo en un suelo apto para ser usado en el diseño de pavimentos.

Palabras clave: Subrasante, resistencia CBR, PET.

Abstract

The present thesis entitled "Effect of the addition of PET on the CBR resistance of the subgrade for improvement purposes for paving in the Jr. Manuel del Águila Cdra. 05, Moyobamba - 2020 ", its objective is to determine the effect of the addition of PET on the CBR resistance of the subgrade for improvement purposes for paving in the Jr. Manuel del Águila Cdra Extension. 05. The methodology used for this work is applied type; the study design is experimental, the sample was cdra. 05 of the Jr. Manuel del Águila Extension, as a sample there were 3 pits and the instruments were the standardized files. The results were; the natural moisture content of the standard sample was 15.63%, the plasticity index of 31.68, classified as an inorganic clay of low to medium plasticity (CL) and A-7-6 (12) according to the granulometric analysis, for On the other hand, in the modified proctor test it was obtained that the optimum humidity is 12% and its maximum dry density is 1,643 gr / cm³. With respect to PET, it was obtained that a smooth texture crushed and passed through the 1/2 "(12.70mm) mesh and retained in the No. 200 mesh (0.074 mm) in an optimal dosage of 3% improves the CBR resistance of the natural soil from 3.45% to a CBR of 8.8% decreasing the expansion to 1.15 mm compared to the natural soil of 1.63 mm. With the improved CBR, the pavement design with proposed characteristics was carried out using the AASHTO 93 method; determining 10 cm of thickness for the asphalt layer, the base of 12 cm and the sub base of 17 cm. Therefore, it is concluded that PET improves the CBR resistance of the subgrade soil; making it a suitable floor to be used in pavement design.

Keywords: Subgrade, CBR resistance, PET.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, a través del tiempo se tomó una gran importancia a los suelos y se viene averiguando y buscando aumentar la capacidad de soporte, aplicando diferentes tecnologías y empleando una cadena de materiales como aditivos químicos, biológicos, orgánicos e inorgánicos y diversos materiales sintéticos reforzados, de tal manera que en los proyectos de obras viales se minimice el movimiento de tierras ya que esta actividad ocasiona impactos ambientales y mayores costos (Quispe y Sañac, 2019, p.1-2).

En otros países como Bogotá, Colombia existen problemas con respecto a la calidad de los suelos in-situ, pues se debe garantizar su durabilidad, resistencia, manejabilidad y economía. De acuerdo a esto, en la mayoría de ocasiones los suelos no presentan las mejores características para su uso y una de ellas es la baja capacidad de soporte por lo que se hace necesario contar con ciertos materiales y procesos que mejoren las características de estos y así obtener parámetros adecuados para ser usados (Parra, 2018, p.19).

En el Perú indicaron que la mayoría de los proyectos de carreteras que se realizaron se construyeron en suelos de baja resistencia CBR causando deficiencias en el pavimento, debido a esto se consideró determinar la resistencia apropiada del suelo, previo a la ejecución de las obras viales de lo contrario si no cumpliera se debe mejorar o sustituir (Ramos y Seminario, 2019, p.13).

Así mismo en la ciudad de Moyobamba, la subrasante de la prolongación Jr. Manuel del Águila, cdra. 05, presenta un posible problema de baja capacidad de soporte, debido al tipo de suelo arcilloso, al clima templado lluvioso y la erosión de suelos, lo cual tiene que ser mejorada, de no hacerlo la consecuencia sería que su vida útil de la subrasante del pavimento sea reducida y por ende perjudique la transitabilidad de los usuarios. Teniendo en cuenta que el PET es un material reciclable con muy buenas propiedades y también es un material contaminante ambientalmente que se vota como desechos en todo el mundo,

se propuso con esta investigación el uso del PET triturado para aumentar la resistencia CBR de la subrasante, generando nuevas alternativas para el mejoramiento de suelos en ausencia de gravas, suelos finos como arcillas y limos, categorizados como subrasante pobre o subrasante inadecuada con un valor de CBR menor al 6%, así mismo con esta investigación contribuiremos a la reducción de la contaminación ambiental ocasionado por este tipo de material plástico - PET.

Por lo mencionado anteriormente se formuló el siguiente problema: ¿Cómo influye la adición del PET en la resistencia CBR de la subrasante con fines de mejoramiento para pavimentación en la prolongación Jr. Manuel del Águila Cdra. 05, de la provincia y distrito de Moyobamba – 2020? Y como problemas específicos se planteó lo siguiente: ¿Cómo influye las características físicas en la resistencia CBR de la subrasante?, ¿Qué características mecánicas tiene el suelo de la subrasante?, ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del PET para mejorar la resistencia CBR de la subrasante?, ¿Cuál es el efecto del 0%, 1,5%, 3% y 5% de PET en la resistencia CBR de la subrasante? y ¿En cuánto mejora el diseño de pavimento con la adición de PET en la subrasante?.

Por otro lado, fue importante esta investigación porque a través de la adición del PET se mejoró la resistencia CBR de la subrasante de la prolongación Jr. Manuel del Águila - Cdra. 05 y que a través de ello se tenga una alternativa de solución innovadora para una futura pavimentación. En cuanto a la justificación teórica, el presente proyecto tuvo su importancia en lo teórico, porque consolidó teorías relacionadas al tema que servirán para hacer comparaciones con otras investigaciones sobre la adición del PET en la subrasante para mejorar la resistencia CBR. Por otro lado, la justificación práctica, el presente trabajo tuvo su relevancia en la práctica, porque soluciono un problema de baja resistencia CBR del suelo en la subrasante mediante la adición de PET, lo cual beneficiará a la población con una vía en buenas condiciones para el tráfico vehicular y también mejorará el ornato de la ciudad. Desde otra perspectiva presentó una justificación por conveniencia ya que propuso una alternativa de solución innovadora y económica para el posible problema de baja resistencia CBR del

suelo de la subrasante, ya que el material PET que se adiciono para aumentar la resistencia CBR fue fácil de obtener y a un precio cómodo. Por otra parte la justificación social, tuvo su importancia en lo social porque mejorará la transitabilidad y confort de las personas que usan la vía, lo cual es directamente proporcional al beneficio de la población, así mismo beneficia al ambiente ya que mediante el reciclaje y reutilización del PET para ser usado como un agregado que mejora la resistencia CBR, se reduciría considerablemente la contaminación ambiental. Por último, presentó una justificación metodológica ya que mediante el desarrollo se utilizó instrumentos como la técnica de observación y formatos de ensayos, generando así datos concernientes a la mejora de la resistencia CBR de la subrasante con la adición del PET y así poder servir como guía a futuras investigaciones.

Como objetivo general se planteó lo siguiente: Determinar el efecto de la adición del PET en la resistencia CBR de la subrasante con fines de mejoramiento para la pavimentación en la prolongación Jr. Manuel del Águila Cdra. 05, de la provincia y distrito Moyobamba – 2020, y como objetivos específicos se tuvo: Caracterizar físicamente el suelo de la subrasante. Caracterizar mecánicamente el suelo de la subrasante. Caracterizar las propiedades físicas y mecánicas del PET, evaluar la resistencia CBR del suelo caracterizado agregando 0%, 1.5%, 3% y 5% de PET con respecto al peso seco de la muestra, y por último evaluar en cuánto mejora el diseño de pavimento con la adición de PET en la subrasante.

Como Hipótesis general se planteó lo siguiente: La adición del PET influye significativamente en la resistencia CBR de la subrasante de la Prolongación Jr. Manuel del Águila Cdra. 05, Moyobamba – 2020. Como hipótesis específicas se plantearon: Las características físicas del suelo de la subrasante influye en la capacidad de la resistencia CBR. Las características mecánicas del suelo de la subrasante son inadecuadas. Las características físicas y mecánicas del PET mejoran la resistencia CBR de la subrasante. La resistencia CBR de la subrasante mejoró considerablemente con la incorporación 1.5%, 3% y 5% de PET, y como última hipótesis específica se tiene que la adición del PET en el suelo a nivel de subrasante mejora considerablemente el diseño del pavimento.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Cabe mencionar que es de gran envergadura tener en cuenta los antecedentes con respecto a la adición del PET en la subrasante con investigaciones internacionales y nacionales como en el caso de Mishra y Kumar Gupta (2018), en su tesis titulada "Use of randomly oriented polyethylene terephthalate (PET) fiber in combination with fly ash in subgrade of flexible pavement ". Realizada en el Instituto de Tecnología Kamla Nehru, India, tuvo como objetivo principal estudiar el efecto de las propiedades de ingeniería del suelo mediante la inclusión de fibras de tereftalato de polietileno reciclado (PET) en combinación con la ceniza volante en el suelo subterráneo. La metodología de esta investigación es experimental y como muestra se tuvo al suelo subterráneo arcilloso en combinaciones variadas con PET reciclada y las cenizas volantes, los instrumentos usados son las fichas normalizadas del módulo de corte, los límites de Atterberg, CBR (relación de resistencia de California), resistencia al corte, resistencia a la tracción indirecta. Como resultado se tuvo que las proporciones varían de 0% a 1.6% en peso del suelo con un incremento de 0.4% con respecto al PET fibras, mientras que del 0% al 20% en peso del suelo con un incremento del 5% en el caso de la ceniza volante, se concluyó que la resistencia al corte mejoró, así como también el valor de CBR, por otro lado hubo una disminución en el índice de plasticidad. La cantidad óptima encontrada es, fibra de PET reciclada 1.2% con 15% de cenizas volantes por el peso del suelo, que mostró mejores parámetros de resistencia del suelo de subrasante.

Por otro lado, Changizi y Abdolhosein (2014) en su investigación "Stabilization of Subgrade Soil for Highway by Recycled Polyester Fiber", realizada en Universidad de Semnan, Irán, el objetivo principal es estudiar el efecto de agregar fibra de poliéster reciclada en las propiedades de ingeniería del suelo, especialmente la resistencia al cizallamiento y la California Bearing Ratio (CBR). La metodología de esta investigación es experimental y como muestra se utilizó el suelo arcilloso con límite de

líquido bajo (CL) y límite líquido alto (CH). El suelo arcilloso con fibras de poliéster recicladas se mezcla con el suelo en tres porcentajes diferentes: 0.1%, 0.3% y 0.5% (la porción del estabilizador es importante para el peso neto del suelo). Los instrumentos usados fueron los formatos normalizados para los ensayos de corte directo, ensayo de límites de consistencia y ensayo de resistencia CBR. Los resultados obtenidos fueron que el uso de poliéster reciclado dará como resultado una mayor resistencia al corte y CBR además de disminuir la plasticidad. La cantidad más óptima de fibra de poliéster reciclada para alcanzar la resistencia favorita es 0.5%.

Por su parte Serrano y Padilla (2016) en su investigación “Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados” elaborada en la Universidad de la Salle, ciudad de Bogotá, Colombia, menciona que el objetivo principal es compilar las investigaciones principales de modificaciones importantes sobre sus propiedades de la subrasante mediante el uso de fibras sintéticas y fibras naturales, para así tener bases teóricas que demuestre justificadamente que la utilización de estos materiales como aditivos a nivel construcciones razonables. La metodología empleada es la compilación de bibliografía importante sobre innovaciones a la subrasante con plásticos y la estimación sobre el cambio en sus propiedades mecánicas. Los resultados fueron que el 65% de los estudios encontrados corresponden a estudios de cambios en la resistencia a la compresión; el 30% de ellos utilizaron para estudiar el efecto de las fibras de polímero al esfuerzo de tracción. El 5% restante evalúa las características de resistencia a la tensión axial.

Desde otro punto de vista, Shah y Modha (2016) en su investigación “Improving the soil subgrade with plastic waste reinforcement—An experimental study” elaborada en Springer, Singapore, propuso como objetivo general mejorar la resistencia del subsuelo utilizando la técnica de refuerzo de suelo de residuos plásticos en la construcción del pavimento, teniendo en cuenta el entorno ambiental actual. Problema relacionado con la utilización de residuos de plástico, ya que el plástico es un material no

biodegradable. La metodología usada en esta investigación es experimental y la muestra es el subsuelo virgen que será reforzado con residuos plásticos, los instrumentos usados son las fichas normalizadas de la prueba de CBR donde se determinó la condición sin remojar del suelo virgen y el suelo reforzado, y se observó el comportamiento de carga versus penetración. Los resultados muestran que al colocar el refuerzo de residuos plásticos a diferentes profundidades, la resistencia del suelo subterráneo reforzado aumentó considerablemente con respecto al suelo virgen. La estructura confinada de la geocelda de residuos plásticos muestra que la resistencia aumentó en comparación con la geomalla de residuos plásticos. El resultado muestra que la mejora significativa en la resistencia del suelo usando geomallas y geoceldas fue efectiva a una profundidad particular. Este estudio revela que el uso de residuos plásticos para optimizar la resistencia de la subrasante es una buena opción. Los desechos plásticos se pueden utilizar en la construcción de pavimentos y también pueden ser la solución rentable.

Por contraste, Soltani (2016) en su investigación "Compressibility and shearing behavior of clayey soil reinforced by plastic waste" realizada en Universidad Azarbaijan Shahid Madani, Tabriz, Irán, propuso como objetivo general analizar el uso de materiales plásticos de desecho para el refuerzo de suelos arcillosos. La metodología usada en este estudio es la experimental, para investigar la compresibilidad y el comportamiento de cizallamiento no drenado del suelo arcilloso mezclado con residuos plásticos. La muestra usada es el suelo arcilloso, la cual se mezcló con varias cantidades de desechos plásticos (es decir, 0, 0.5, 1.0, 1.5 y 3.0% en peso seco) y la compactación del suelo, los instrumentos que usaron fueron las fichas normalizadas de pruebas de consolidación triaxial y edométrica sin drenaje en las mezclas para estudiar los efectos de los desechos plásticos, flexibilidad plástica, presión de confinamiento y densidad inicial en el comportamiento del suelo arcilloso. Según los resultados, los desechos plásticos no afectan considerablemente las características de compactación del suelo arcilloso. La adición de desechos plásticos que exceden un valor específico (es decir, 1.0% en esta investigación) cambia

el comportamiento no drenado de las muestras de contracción a dilatación. La adición de desechos plásticos más allá del 1.0% mejora la resistencia al corte y también reduce la compresibilidad de la arcilla. La velocidad creciente en la resistencia al corte y la velocidad decreciente en la compresibilidad dependen de la presión de confinamiento, la flexibilidad del plástico y la densidad inicial de las muestras. La tasa de aumento o disminución es más notable cuando la rigidez plástica, la densidad inicial y las presiones de confinamiento son relativamente altas. Además, los desechos plásticos tienen efectos negativos sobre la hinchazón libre, la presión de hinchamiento y el índice de hinchamiento de las muestras; tales parámetros son, por lo tanto, más altos en la arcilla mixta de residuos plásticos que los valores asociados de la arcilla simple.

Desde otra perspectiva, como antecedentes nacionales, Vargas (2017) mencionó en su proyecto “Efecto de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor del CBR de los suelos granulares en pavimentos” elaborada en la Universidad Continental, Facultad de ingeniería. Tuvo como objetivo primordial proporcionar un valor agregado para el PET (tereftalato de polietileno) y ser usado como agregado para aumentar el valor de la relación de resistencia CBR del suelo granular utilizado en los pavimentos. El método utilizado es experimental-cuantitativo, y la población fue las sub bases de la obra de pavimentación de vías y aceras de la Urb. los Eucaliptos de Huancayo. Como muestra se tomó parte del material usado como sub base de la vía en pavimentación. Para este estudio se utilizaron los siguientes instrumentos, información documental, manuales de ensayos, equipo fotográfico, calculadora y manuales de instrucción de materiales, de esta forma se concluyó que agregar reciclaje de polímeros es una nueva alternativa a los métodos existentes de estabilización del pavimento de capa granular. Esto permite que el valor de CBR de soporte se incremente considerablemente. Sin embargo, la investigación muestra que para obtener los mejores resultados, debe considerar la forma y la cantidad de fibras, ya que estos dos factores mal determinados pueden ocasionar resultados inesperados.

Por otro lado, Castillo y Saucedo (2019), en su tesis titulada “Estabilización del suelo con PET reciclado con fines de pavimentación, Asentamiento Humano Miraflores Alto Chimbote Ancash-2019” elaborada en la universidad César Vallejo, propuso como principal objetivo, determinar el impacto del polietileno tereftalato reciclado en la estabilidad de los suelos del Asentamiento Humanos de Miraflores Alto Chimbote Ancash - 2019. El tipo de estudio es no experimental-correlacional. La población seleccionada para el proyecto de investigación fue los Asentamientos Humanos de Miraflores Alto. Para la muestra, se analizaron 9 puntos (calicatas) y se utilizaron técnicas de observación experimental y los instrumentos utilizados son protocolos estándares normalizados por las ASTM Y MTC que son las siguientes ensayos: Análisis granulométrico, determinación del contenido de humedad del suelo, Límites de Atterberg, Proctor modificado y el ensayo de CBR, Según las pruebas realizadas por el laboratorio de Suelos, concluyeron que el adecuado porcentaje de PET para agregar al suelo es de 3%, lo que es beneficioso para mejorar el Proctor y CBR, debido a eso concluyen que estabilizar con materiales reciclados de PET si es posible siempre y cuando se utilice la dosis correcta.

Así mismo, Quispe Y Sañac (2019), en su tesis titulada “Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de subrasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018” elaborada en la Universidad Tecnológica de los Andes, tuvo como objetivo principal: Determinar el impacto del plástico reciclado-PET triturado en la mejora del suelo de la subrasante. La metodología de investigación es deductiva, tipo aplicada, la población escogida es el suelo de subrasante de la Av. Prolongación Micaela Bastidas, como muestra se determinaron 03 calicatas y como instrumentos para cumplir con los objetivos, se practicaron diversos ensayos, de la apreciación de resultados concluyeron que debido al uso de PRT-PET con una estructura corrugada con un tamaño de 0.95 cm a 0.0075 cm. Se integran una proporción óptima del 5% en relación con el peso del suelo seco, logrando un crecimiento significativo de CBR y finalmente aumentaron el suelo natural de 3.4 % A 7.8% significando un aumento de 129% y en

expansión de 1.1% a 0.6% que representa una disminución de 45%, llegando a ser una subrasante regular (s2) de una subrasante insuficiente (s1).de tal manera emplear las botellas recicladas para darle un nuevo uso, Para reducir la contaminación del medio ambiente y asimismo tener una nueva opción de mejoramiento del suelo a un menor costo.

Por su parte, Flores (2019). En su tesis titulada “Evaluación de la incorporación de fibras PET provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del terreno, en el campo de aparcamiento del consultorio clínico USAT, 2018-2019” elaborada en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Tuvo como objetivo principal evaluar los resultados de la adición del PET material plástico procedente del reciclaje de envases de gaseosa y agua, referente a sus propiedades del suelo arcilloso tanto físicas y mecánicas de la zona de estacionamiento del consultorio clínico USAT para ser utilizado como subrasantes. El tipo de diseño del proyecto es experimental, aplicada y nivel descriptivo. La Población establecida para el proyecto fue el suelos que se encuentran dentro del área de aparcamiento del consultorio clínico USAT, como muestra se tomó los suelos arcillas de clínica USAT realizando 3 calicatas y como instrumentos para lograr este objetivo se realizaron ensayos en laboratorio Proctor Modificado al suelo natural y también en varias muestras de mezclas incorporando PET en diferentes porcentajes y extensión de fibras a agregar; luego de ello se desarrolló el ensayos de CBR, llegando concluir por medio del ensayo Proctor Modificado, que dos dosificaciones que pueden proporcionar beneficios basados en el aumento de la densidad seca máxima, lo cual tienen 1 pulgada de largo ambas, el primero es 1.15 %, la densidad ha aumentado en 9.60 %, el segundo es 1.25% y la dosis ha aumentado en 8.69%. Finalmente, a través de la prueba CBR, la dosis seleccionada de 1 "concluyó que una dosis de 1.15% trajo resultados beneficiosos en expansión de la muestra y el CBR aumento en 1.02% y 4.21 % para su densidad máxima seca en 95 % y 100 %.

Desde otro punto de vista, Guzmán (2019), en su proyecto titulado “Evaluación de resistencia del nivel de subrasante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la victoria - 2019” elaborada en la universidad privada de Chiclayo, planteó como objetivo Evaluar la resistencia del nivel de subrasante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la victoria 2019, el diseño de investigación es tipo cuantitativa, aplicada y nivel descriptivo, la población que se escogió es la Calle no Pavimentadas del Distrito de la Victoria y como muestra es La Calle Carabelas y Av. Atenor Orrego, como técnica e instrumentos realizaron análisis de datos y experimentos , finalmente llegó a la conclusión que incorporando material plástico PET reciclado puede mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo con gran presencia de arcilla y ausencia de gravas, lo cual es importante para que la subrasante tenga una excelente capacidad de soporte de cargas, es por eso que al agregar el plástico reciclado en un porcentaje de 1.5 sobre el peso del suelo seco, de medidas 5 y 10 mm de forma tipo rectángulo incrementa el porcentaje de CBR de terreno natural de 16.9% a un CBR de 17.9%, gracias a que los plásticos de polietileno tereftalato son materiales resistentes y al agregar al suelo, tiene una mayor fricción y por lo tanto una mayor resistencia al corte.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Variable Dependiendo: Subrasante

La subrasante es una parte indispensable del diseño del pavimento pues se considera como la fundación del pavimento que será construida y su particularidad es proporcionar una respuesta como estructura y rendimiento en el pavimento. Puede estar compuesto de suelo en su estado natural, o puede estar compuesto de suelo con algunos procesos de mejora, como la estabilidad mecánica y física, se emplea los siguientes aditivos: Cal, Cemento Portland, también el asfalto entre otros (Álvarez, 2018, p.5-6).



Figura 1. Ubicación de la subrasante en un pavimento, Barajas Y Buitrago, 2017 (p.14)

Tiene un impacto significativo en la eficiencia de la construcción de carreteras, ya que si es inestable hará que tengan problemas relacionado a la colocación de la base, subbase y también en su compactación. Además no puede proporcionar suficiente soporte para las operaciones de pavimentación posteriores. Por lo general, los defectos de construcción causados por problemas en la subrasante generalmente están "ocultos" en el pavimento final, por lo que generalmente no se encuentran. Sin embargo, luego de exponerse al tráfico y al ambiente, pueden aparecer en la acera, del mismo modo, el grosor y el tipo de pavimento dependen de la calidad de subrasante, sea flexible o rígido (Álvarez, 2018, p.9-10).

El suelo debajo de la capa superior de la subrasante y con una profundidad de no menos de 0,60 m debe ser un suelo suficiente y estable con $CBR \geq 6\%$. Si el suelo es más bajo que la capa superior de la subrasante y el $CBR < 6\%$, significa que la subrasante es defectuosa o insuficiente y por ende corresponde a la estabilización del suelo. El ingeniero responsable analizará las alternativas basadas en el tipo de suelo que está presente, tales son la estabilización química, mecánica, con material geosintético, así como también se puede aumentar la pendiente y también cambiar el diseño de la carretera, escogiendo la tecnología más conveniente y económica (MTC Sección suelos y pavimentos, 2014, p.23).

Características fundamentales que presenta la subrasante:

Humedad natural

“La humedad del suelo es la relación entre el agua y el peso de partículas sólidas en una cantidad de suelo determinada, expresado como un porcentaje, para calcularlo se usa la siguiente fórmula” (MTC Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p. 49).

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Donde: "W" es el contenido de humedad (%), "Mcws" es el peso del contenedor más el peso del suelo húmedo (g), "Mcs" es el peso del contenedor más el peso del suelo secado al horno, en gramos, "Mc" es el peso del recipiente, "Mw" el peso de agua en gramos y "Ms" el peso de partículas sólidas expresado en gramos.

Al calcular el contenido de humedad del suelo se le compara con el contenido de humedad óptimo obtenido por la prueba Proctor para obtener el CBR del suelo. Si la humedad natural es igual o menor que la humedad óptima, los expertos recomendarán la compactación normal del suelo y el suministro de agua necesario. Sin embargo, si la humedad natural es más alta que la humedad óptima y depende de la saturación del suelo, es posible que deba considerar aumentar la energía de compactación, reemplazar el material saturado o airear el suelo (MTC Manual de ensayo de Materiales, 2016, p. 21).

La granulometría

“La granulometría es la repartición de partículas con diferentes tamaños en la superficie, expresada como un porcentaje análogo al peso total de la muestra seca” (Néstor, 2006, p. 1). La distribución adecuada del tamaño de partícula garantiza un excelente rendimiento del suelo contra los efectos de la carga. Es por eso que la superficie necesita un mayor porcentaje de grava para resistir la carga, y asimismo requiere un determinado porcentaje de arena, que debe rellenar los vacíos generados por la grava. Finalmente, para tener una buena cohesión entre los materiales, se requiere un porcentaje adicional de finos (Quispe y Sañac, 2018, p. 17).

La siguiente tabla enumera el suelo clasificado según el tamaño de partícula.

Tabla 1. Clasificación de suelos según tamaño de partículas

Tipos de material		Tamaño de las partículas
Grava		75mm – 4.75mm
Arena		Arena gruesa: 4.75mm – 2.00mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm
		Arena fina: 0.425mm - 0.075mm
Material fino	Limo	0.075mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección: Suelos y pavimentos. Lima, Perú. Abril 2014 (p.31).

Índices de grupo

El índice de grupo es el número dotado al suelo de acuerdo a las características físicas (como el tamaño de la partícula, el límite líquido y límite plástico). Su valor varía entre 0 a 20, cuando pequeño sea el valor, superior será la calidad de la subrasante; cuando mayor sea el valor, será una subrasante mala (The Constructor Civil Engineering, 2016, p. 1).

Desde otra perspectiva se define como un número para indicar la calidad del suelo utilizado como material de subrasante en carreteras. Se encuentra el índice de plasticidad, el porcentaje que pasa a través del tamiz 200 y el valor de límite líquido para hallar su valor (Chegg Study, 2020, p. 1).

Para calcularlo se usa la siguiente fórmula:

$$IG = (F-35) \left(\frac{0.2 + 0.005 (LL-40)}{100} \right) + 0.01 (F-15) (IP-10)$$

Dónde: “F” es el porcentaje que atraviesa la malla N°200, “LL” es Límite Líquido y “IP” es el Índice de Plasticidad.

Tabla 2. Clasificación de suelos según índice de grupo

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección: Suelos y pavimentos. Lima, Perú. Abril 2014 (p.33).

- **La clasificación de los suelos**

Se define como las determinadas características que permiten estimar completamente el comportamiento del suelo, especialmente en el caso de comprender el tamaño de partícula, la plasticidad y el índice de grupo (MTC Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p.33).

Tabla 3. Clasificación de suelos según AASHTO

Clasificación general	Materiales Granulares (35% o menos del total de la muestra pasa el tamiz N° 200)							Materiales limo - arcilla (Más del 35% del total de la muestra pasa por el tamiz N° 200)			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 6	A - 6	A - 7
Grupos	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				
Subgrupo	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 3	A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7	A - 4	A - 6	A - 6	A - 7 - 5 A - 7 - 6
Porcentaje que pasa el tamiz: N° 10 (2.00 mm) N° 40 (0.425 mm) N° 200 (0.075 mm)	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 min 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 min	36 min	36 min	36 min
Características del material que pasa el tamiz N° 40 (0.425 mm): Límite líquido Índice de plasticidad	6 máx.		NP	40 máx. 10 máx.	41 min 10 máx.	40 máx. 11 min	41 min 11 min	40 máx. 10 máx.	41 min 10 máx.	40 máx. 11 min	41 min 11 min
Terreno de Fundación	Excelente a bueno		Excelente a bueno	Excelente a bueno				Regular a malo			
<ul style="list-style-type: none"> • El índice de plasticidad del subgrupo A - 7 - 5, es igual o menor a LL - 30 • El índice de plasticidad del subgrupo A - 7 - 6, es mayor que LL - 30 											

Fuente: Diccionario de geotecnia online, 2020.

Por otro lado, se entiende como “la división del suelo en varias categorías, cada una con características similares y un comportamiento potencialmente similar. Se basa principalmente en propiedades mecánicas: permeabilidad magnética, rigidez, resistencia” (NPTEL, 2009, p. 1). También se podría decir que es “la repartición de los suelos en clases según sus características genéticas, de textura, químicas, mineralógicas, físicas o geotécnicas” (Springer Link, 2018, p. 1).

Ensayo de compactación Proctor Modificado.

“Esta prueba de Próctor modificado simula el desarrollo de compactación en obra, a través de golpes en la muestra de suelo para definir la máxima densidad seca y contenido óptimo de humedad” (Oyola, 2016, p.15). El martillo que se usa para este ensayo es de 4.54 kg, que es equivalente a 10 libras, y se libera desde una altura de 457 mm (18 pulgadas), liberando así energía de compactación de 56,000 lb-ft / ft³, correlaciona la humedad del suelo con su densidad seca (Minaya y Ordoñez, 2006, p. 26).

Existen 3 métodos para su aplicación. El método utilizado debe indicarse en las especificaciones del material a analizar. Si no se especifica ningún método, la selección se basará en la calificación del material, a continuación, se detalla los tres métodos (MTC Manual de Ensayo de Materiales, p.105-106).

Método A: El molde es de 101,6 mm (4 pulgadas) de diámetro, el material se debe usar el que pase a través de un tamiz de 4.75 mm (No. 4). Los N° de capas son 5, los golpes por capa son 25 y se usa cuando menos o 20% del peso del material es retenido en el tamiz de 4.75 mm (No. 4). Otros usos también son si no se especifica ningún método, los métodos B o C pueden usarse para ensayar los materiales que cumplan con estos grados.

Método B: El molde es de 101,6 mm (4 pulgadas) de diámetro, los materiales se debe usar el que pasa por el tamiz de 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ "), el N° de Capas es 5, los golpes por capas son 25 y el uso es cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (No 4) y 20% o menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ "). Otros usos son si no se especifica ningún método y el material cumple con los requisitos de clasificación, se puede utilizar el Método C para las pruebas.

Método C: El molde es de 152,4 mm (6 pulgadas) de diámetro, los materiales que se usan los que pasa por el tamiz 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ "), el N° de capas son 5, los golpes por capa son 56, su uso es cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ ") y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ "). El molde de 152,4 mm (6 pulgadas) de diámetro no será usado con los métodos A ó B.

Los Ensayos CBR (California Bearing Ratio)

Es la capacidad de carga que puede soportar el suelo sin causar una deformación excesiva. El indicador cuantitativo es el índice CBR. Posteriormente de clasificar el suelo utilizando el procedimiento AASHTO, se obtendrá la capa de suelo de cada área similar para implantar el suelo que dominará el diseño. Luego, se ejecutará un plan de prueba para establecer un CBR con un MDS del 95% y una penetración de carga de 2.54 mm (MTC Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 35).

Desde otra perspectiva se define como "una prueba de penetración utilizada para evaluar la resistencia de subrasantes (principalmente pavimento) y proporcionar datos para su diseño" (EMS Geotech, 2020, p. 1).

Tabla 4. Categorías de subrasante

Categorías de subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección: Suelos y pavimentos. Lima, Perú. 2014 (p.35).

Los ensayos de CBR pueden darse de dos formas:

- **CBR de suelos en laboratorio**

Este tipo de ensayo se lleva a cabo en suelos alterados o reconstruidos que pueden ser arenas, grava y suelo cohesivo plástico y expansivo. La prueba también se realizó en el suelo de muestras no alteradas (Mamani, 2019, p. 43). El ensayo de laboratorio CBR contiene tres componentes, cada uno de los cuales tiene un propósito diferente, como sigue:

Compactación Próctor modificado o estándar:

Determina la humedad óptima para obtener la relación máxima masa / volumen (MDS).

Determinación de expansión:

Determina la expansión de la muestra en condiciones de saturación.

Resistencia a la penetración:

Determina la capacidad de carga del suelo mediante la prueba del CBR.

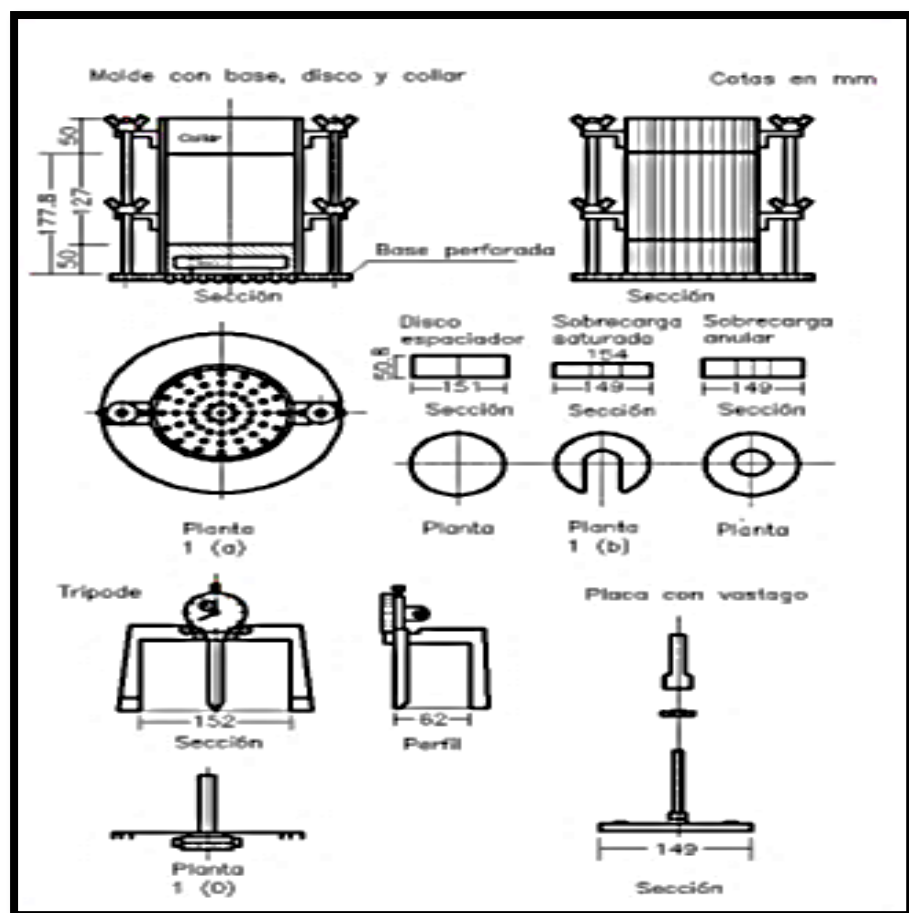


Figura 2. Equipo de ensayo CBR en laboratorio, según el Manual de ensayo de materiales, 2016 (p. 249).

CBR en el terreno (CBR in situ)

Por otro lado este tipo de prueba se lleva a cabo en el sitio mediante un camión estándar normalizado que determina el CBR natural, afirmado, subrasante, sub base y base del pavimento. (Mamani, 2019, p.43). Si el valor de CBR en el sitio se usa para la estimación o el diseño sin considerar el cambio en el contenido de humedad, la prueba debe realizarse bajo las siguientes condiciones (MTC Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p. 258):

- a. Si el porcentaje de saturación es de 80 % o más.
- b. Si los suelos no han sido reemplazados por obras de edificación dentro de los dos años atrás al ensayo.
- c. Si el material es grueso y no tiene cohesión, no se ve afectado por los cambios en el contenido de agua.

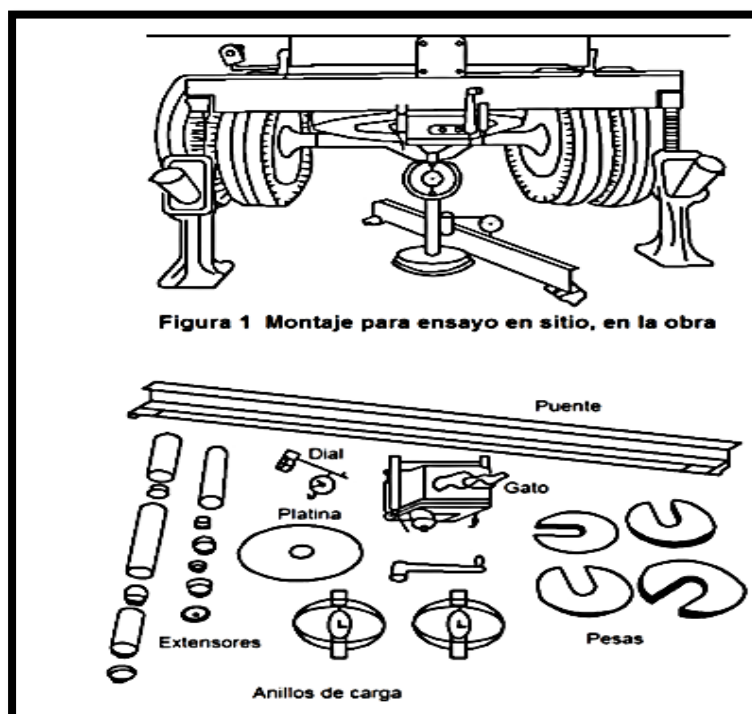


Figura 3. Equipo de ensayo de campo, según el manual de ensayo de materiales, 2016 (p. 259).

Ensayo CBR con cono PDC:

Este ensayo fue desarrollado por Scala en Australia en 1956; fue estandarizado en EE. UU. de acuerdo con ASTM D 6951 en contestación a la escasez de equipos simples y rápidos para caracterizar las carreteras y el suelo (Mamani, 2019, p.48). Se utiliza para evaluar la resistencia de campo del suelo no perturbado y / o material compactado, y estimar el valor de CBR en el sitio, así como evaluar la resistencia al corte y otras propiedades de cada capa del material (ASTM D 6951, 2018, p.5). El PDC de 8 kg se puede usar para estimar la CBR en el sitio y otras características de los materiales que componen (Chávez y Deza, 2018, p.22). Además, este equipo PDC no puede usarse para materiales altamente estables o cementados, ni para materiales granulares que contienen grandes cantidades de piedra y tienen partículas mayores de 50 mm (Gómez, 2009, p.19).

Para estimar CBR in situ con el cono PDC, se pueden aplicar correlaciones apropiadas. Por ejemplo, la relevancia recomendada por los ingenieros del Ejército de EE. UU. Mencionados a continuación (Mamani, 2019, p. 68).

$$\text{CBR} = \frac{292}{(\text{PDC})^{1.12}}$$

Este enunciado se aplica a todos los suelos menos: CL tipo CBR <10% suelo clasificado (SUCS):

$$\text{CBR} = \frac{1}{(0.017019 * \text{PDC})^2}$$

Suelos tipo CH según la clasificación (SUCS):

$$\text{CBR} = \frac{1}{0.002871 * \text{PDC}}$$

2.2.2 Variable Independiente: Polietileno Tereftalato (PET)

El polietileno tereftalato (PET) es un tipo de material sintético llamado poliéster. Su nombre técnico es tereftalato de polietileno, es parte del termoplástico, por lo que puede reciclarse. Está hecho de derivados del petróleo, gas natural y aire (sus proporciones son 64%, 23% y 13%, correspondientemente). Fue descubierto y publicado por los científicos británicos Whinfield y Dickson en 1941 lo cual lo patentaron como plástico para producir fibras. En el año 1946, comenzó a usarse como fibra en la industria y su utilización en textil continúa hasta ahora. En 1952, comenzó a emplearse en envases de alimentos en modo de film (Gil y Núñez, 2018, p. 46).

Desde otra perspectiva se lo definiría como un plástico de precisión muy versátil que se utiliza para hacer envases para refrescos, agua embotellada, leche, jugos, bebidas deportivas y energéticas, etc. Es el tipo de plástico marcado # 1 en el fondo de botellas y recipientes. Está hecho de monoetilenglicol (MEG) y ácido tereftálico purificado (PTA), que se extrae del petróleo crudo y el gas natural (PETCO, 2020, p. 1).

Propiedades del PET

Las Propiedades principales son: cristalinidad, alta resistencia al desgaste y resistencia a la corrosión, buen coeficiente de deslizamiento, resistencia química y resistencia al calor, actúa de barrera de CO₂ y puede usarse de barrera de O₂, compatibilidad con diferentes materiales puede mejorar la calidad del contenedor o envase, de modo que pueda usarse en un mercado específico, reciclable, alta rigidez y mayor dureza, alta resistencia al plegado, baja absorción de humedad por la cual lo hace adecuado para la fabricación de fibras de buenas propiedades dieléctricas y eléctricas (Quintero, 2016, p.9).

Tabla 5. Datos técnicos del tereftalato de polietileno - (PET)

PROPIEDADES DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO - (PET)	
MECÁNICAS	
Peso específico.	134 g/cm ³ .
Resistencia a fuerza de tracción.	835 kg/cm ² .
Resistencia a la fuerza de flexión.	1450 kg/cm ² .
Alargamiento a la rotura.	15 por ciento
Módulo de tracción (elasticidad)	2850 kg/cm ² .
Resistencia a desgaste por roce.	Muy buena.
Absorción de humedad	0.25 por ciento
TÉRMICAS	
Temperatura de fusión	255°C
Conductividad térmica	Baja
Temperatura de deformabilidad debido al calor	170°C
Temperatura de ablandamiento de vicat	175°C
Coeficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °C	0.00008mm po °C
QUÍMICAS	
Resistencia a temperatura ambiente de álcalis débiles.	Buena
Comportamiento a la combustión.	Difícil para arder
Propagación de llama de fuego.	Se mantiene la llama mínima
Comportamiento ardiente o quemado.	Gotea

Fuente: Echevarría, 2017

Las ventajas y características principales del PET son: es extremadamente resistente y liviano, por lo que es fácil de transportar y eficiente. Conocido por sus buenas propiedades contra la humedad y los gases (oxígeno, dióxido de carbono). Su rango de temperatura de funcionamiento es muy amplio, de -60 a 130 ° C. Tiene excelentes propiedades de aislamiento eléctrico. No se romperá ni se fracturará.

Excelente resistencia a los alcoholes, hidrocarburos alifáticos, aceites, grasas y ácidos diluidos, entre otras (OMNEXUS, 2020, p. 1).

- **Usos del PET**

El uso de polietileno de tereftalato (PET) es muy diverso, y su utilización como contenedor tal vez es mucho más famoso, se utiliza para: envases de bebidas de gaseosas, agua mineral, jugos de frutas, té, vino, alcohol Bebidas, cosméticos, productos químicos, productos lubricantes para el procesamiento agrícola, también en forma de películas, utilizados en la fabricación de envases de alimentos, láminas para audio, video y fotografía, empaques en blíster, empaques especiales, aplicaciones eléctricas y electrónicas (Flores, 2019, p.20).

- **Reutilización del PET**

El polietileno tereftalato-PET es un plástico principal en los residuos urbanos, con una producción mundial de $30,3 \times 10^6$ toneladas en 2017. Se utiliza principalmente para envases y producción textil, Sin embargo, debido a la corta vida útil de los envases de PET y al gran volumen de producción, se busca determinar una opción del destino final más apropiado (Gomes, Visconte y Pacheco, p.40)

Existen muchas opciones para el reciclaje de PET, comenzando con el reciclaje manual físico, químico y diferentes métodos utilizados en otros países, minimizando así el impacto ambiental y reduciendo la cantidad de estos materiales de los rellenos sanitarios y la incineración. Hoy en día, los métodos mecánicos tradicionales se utilizan para reciclar, incluso triturar, lavarlos a alta temperatura y presión suficiente para expulsar las impurezas causadas por otros materiales, y de esta forma conseguir un producto final, sin embargo, como cualquier otro proceso industrial, también tiene impactos negativos y positivos (Sherwell, 2014, p.21-22).

- **Reciclado de las botellas PET**

El reciclaje de botellas PET, es una colección de envases de botellas desechadas que se identifica por un símbolo y número 1 correspondiente al PET en la parte inferior.

Obtención del polietileno tereftalato (PET), Lavado y Secado

Al recolectar botellas de plástico PET, se encontrará muchas botellas sucias porque se recolectan manualmente y de los desechos. Durante el proceso de trituración, las botellas de plástico se colocan en la máquina trituradora y así obtener el PET en forma de escamas, luego se debe lavar, agregando diferentes materiales para lavarlo y finalmente se expone al aire libre para que se seque. Luego se debe procesar al tamizado de polímeros, utilizando mallas de tamices de 1/2 pulgada, 3/8 de pulgada, No. 4 y No. 200. Es necesario seleccionar PET y luego realizar diferentes pruebas para obtener resultados efectivos, teniendo en cuenta el tamaño de las partículas y la capacidad de carga máxima expresada en valores del CBR.

El costo de material PET

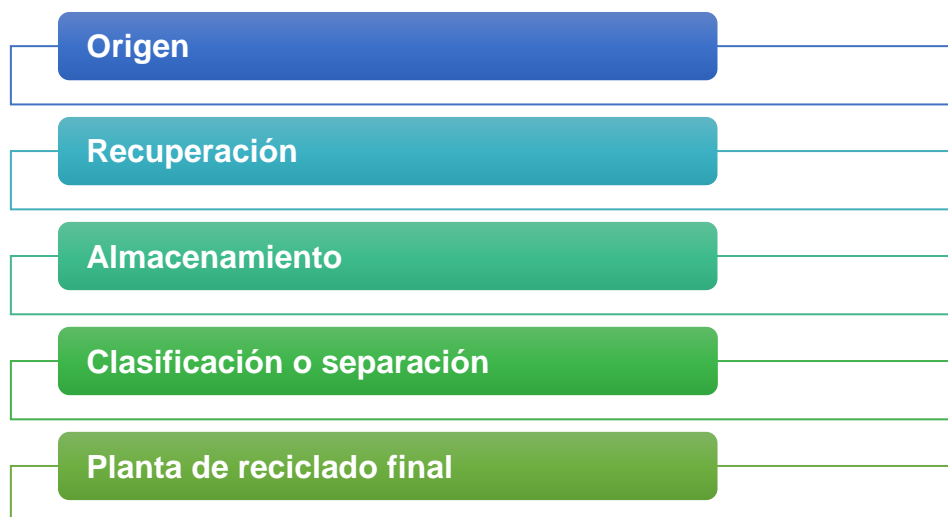
El reciclaje del material plástico desechables tiene un costo muy bajo. Considerando que las botellas desechables recicladas por el método mecánico, un kilogramo cuesta s/. 0.30 soles, mientras que el costo de las botellas trituradas recicladas e industriales es de s/. 0.50 soles por 1kg (Quispe y Sañac, 2019, p. 28).



Figura 4. Símbolo de las botellas PET y acumulación, Quispe y Sañac, 2019 (p.28).

Objetivos del Reciclaje: “Ahorro de energía o conservación, proteger o ahorrar los recursos naturales, reducir la cantidad de residuos que se botan, proteger el medio ambiente. Estos son los principales objetivos del reciclaje” (González y Mayorga, 2017, p. 12).

Tabla 6. Etapas del reciclaje.



Fuente: González y Mayorga, 2017 (p. 12).

2.3 Enfoque Conceptual

Para concluir se ha considerado en el marco teórico los siguientes enfoques conceptuales:

- **Subrasante:** Es el fondo de excavación de un terreno natural en donde se apoyará la estructura de un pavimento, lo cual debe estar compuesto de suelo específico con buenas características. La capa debe ser aceptada y compactada en capas para mejorar sus condiciones, de tal forma sea estable para que no sea afectada por los esfuerzo o peso de diseño de tráfico (MTC Sección suelos y Pavimentos, 2014, p. 20).
- **CBR (California Bearing Ratio):** “Es un ensayo que se utiliza para evaluar la resistencia de la subrasante, sub base y base de los diferentes tipos de suelo el cual el valor del CBR obtenido en este ensayo es muy importante para el diseño de vías pavimentadas o sin pavimentar” (MTC Manual de ensayo de Materiales, 2016, p. 248).
- **Granulometría:** “Es la distribución del tamaño de partícula de los agregados a través del tamizado, y su propósito es determinar la cantidad de las diferentes partículas de suelo constituyente, de acuerdo con la clasificación de tamaño” (MTC Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 30).
- **Polietileno Tereftalato PET:** “Es un material reciclable de plástico y es ampliamente bienvenido porque involucra diferentes botellas de bebidas, como agua, gaseosas, refrescos, etc.” (Ramos y Seminario, 2019, p. 18).
- **Botellas de plástico:** “Son contenedores livianos, ampliamente utilizados por las empresas de negocio de bebidas para los productos como limpiadores domésticos, bebidas, etc. En comparación con el vidrio, tiene ventajas de costo y tiene una capacidad de moldeo universal” (Quispe y Sañac, 2019, p. 36).

- **Reciclaje:** Es la obtención de nuevas materias primas o productos, de productos y materiales que han sido descartados o utilizados a través de procesos físicos químicos o mecánicos. De esta manera se logrará prolongar el ciclo de estos productos al reducir la generación de desechos, ahorrando la materia prima, reduciendo el uso de materiales y favoreciendo a la disminución de la contaminación del medio ambiente (Pinedo, 2019, p. 18)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de Investigación

“La investigación aplicada también llamada investigación práctica o empírica, que se identifica porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación” (Vargas, 2009, p. 33).

Esta investigación es de tipo aplicada.

Diseño de Investigación

El diseño experimental se basa en observar el fenómeno de manipulación deliberada de una o más variables independientes (causas) en el laboratorio en condiciones controladas para determinar las consecuencias de esta manipulación sobre una o algunas variables dependientes (Deza y Muños, 2012, p. 78).

Por otro lado, el diseño de esta investigación es experimental con enfoque cuantitativo, dado que manipulamos la cantidad de PET a agregar en el suelo de la subrasante para ver cómo afecta en la resistencia CBR.

Tabla 7. Esquema del diseño experimental

GC(1):	X 1	O1
GE(2):	X 1 (1.5 %)	O2
GE(3):	X 1 (3 %)	O3
GE(4)	X1 (5%)	O4

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Donde:

GC: Grupo control (**resistencia CBR de la subrasante**)

GE: Grupo experimental

X1: Adición del PET

O1: Medición

3.2. Variables y Operacionalización

Independiente: Adición del PET

Dependiente: Resistencia CBR de la Subrasante

Tabla 8. Matriz de Operacionalización de Variables

Variables De estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Adición del Polietileno tereftalato (PET)	Según, Quinteros (2016) define el PET (tereftalato de polietileno) como un tipo de plástico que se usa frecuentemente para envases (p.7).	Se hace referencia a las diferentes botellas de bebidas que tengan en su etiqueta el número uno ya que estas tienen propiedades de dureza, alta rigidez, baja absorción de humedad etc. Lo cual serán usadas en la adición de la subrasante con el fin de mejorar la capacidad de soporte.	Granulometría	Tamaño de las partículas	mm
			Textura	Nivel de superficie	Razón.
			Porcentaje del PET	Porcentaje	%
Resistencia CBR del suelo la Subrasante	De acuerdo con el Manual de Carreteras del MTC (2014) lo define como la capacidad de carga del suelo de la subrasante que puede soportar sin causar una deformación excesiva (p.22).	Se hace referencia al suelo natural donde se aplicará diferentes ensayos para mejorar la capacidad de soporte de cargas con la adición de los materiales PET.	Propiedades Físicas	Clasificación de Suelos	Ordinal
				Plasticidad	%
				Contenido de Humedad	%
			Propiedades Mecánicas	Capacidad de soporte CBR	%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Es el elemento o grupo de sujetos con las mismas características las cuales serán objeto de un determinado estudio (Centty, 2006, p. 45).

En la presente investigación se presentó como población a la prolongación Jr. Manuel de Águila del distrito y provincia de Moyobamba.

Muestra:

Es "la esencia, un subconjunto de la población, son elementos correspondientes al conjunto definido por sus características en común, llamado población"(Deza y Muños, 2012, p. 54).

Para esta investigación se tomó como muestra a la Cdra. 05 de la Prolongación Jr. Manuel del Águila, con 572 m²

Muestreo:

En este proyecto se tomó como muestreo a 3 tres puntos de investigación que fueron analizadas a través de 3 calicatas, en la Prolongación Jr. Manuel del Águila, Cdra.05, guiándose de la norma CE. 010 Pavimentos urbanos que menciona realizar 3 calicatas como mínimo.

Unidad de análisis:

Es cada una de los objetos o elementos específicos de la investigación que tienen la misma característica seleccionados de la población para conformar la muestra (Centty, 2006, p.69).

Para nuestra investigación se tuvo como unidad de análisis a la relación de soporte CBR, tanto en su estado natural 0%; como en la adición de 1.5% 3% y 5% del PET.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para lograr el objetivo, se utilizaron los siguientes instrumentos y técnicas:

Técnicas

Observación: Es una técnica de recopilación de datos muy empleada en investigaciones de todo el rubro, lo cual se basa en el evaluar, analizar un objeto de estudio o comportamiento de un evento (Deza y Muñoz, 2012, p. 179).

En este proyecto de tesis se empleó como técnica la observación estructurada y análisis documental, cuya realización nos permitió obtener resultados.

Instrumentos de recolección de datos

En esta tesis se emplearon como instrumentos las fichas normalizadas de los ensayos de laboratorio, lo que nos permitió ingresar los datos necesarios y así cumplimos con los objetivos específicos y el objetivo general de esta investigación.

Las fichas técnicas normalizadas son:

Para dicho proyecto de investigación se emplearon los protocolos presentados por MTC, en su manual de ensayos:

Ficha técnica de análisis Granulométrico por tamizado, (MTC E 107).

Ficha técnica de contenido de Humedad Natural, (MTC E 108).

Ficha técnica de límites de Consistencia (MTC EM 110, 111).

Ficha técnica ensayo de Proctor modificado, (MTC E 115 – 2000).

Ficha técnica de ensayo de CBR (MTC E 132-2000).

Los documentos empleados fueron las fichas normalizadas del MTC, ASTM y AASHTO, así como también la Norma Técnica Peruana CE.010.

Validez y confiabilidad.

Estos dos estándares son necesarios en cualquier herramienta de indagación, ya que demuestra la autenticidad del proceso y los resultados de la investigación. Para este proyecto, se usó los protocolos bajo los estándares ASTM, MTC y AASHTO que prueban la eficacia, confiabilidad y calidad de cualquier ensayo, también se presentó la certificación del laboratorio LM CECONSE donde se desarrolló cada ensayo, además la validación se hizo por parte de expertos.

3.5. Procedimientos

Para la realización de la investigación se empleó el método de recolección de información a través de la observación y el análisis documental lo cual nos permitió conocer la realidad problemática, también se analizó otros estudios relacionados al tema, la cual nos sirvió como antecedentes, además nos ayudó a determinar los objetivos e identificar qué ensayos se realizaron para cumplirlos y finalmente se realizó el desarrollo del proyecto, donde realizamos los ensayos y el procesamiento de datos.

Localización y ubicación de muestras.

Las calicatas se encuentran ubicadas en prolongación Jr. Manuel de águila, en la provincia y distrito de Moyobamba de la región San Martín.

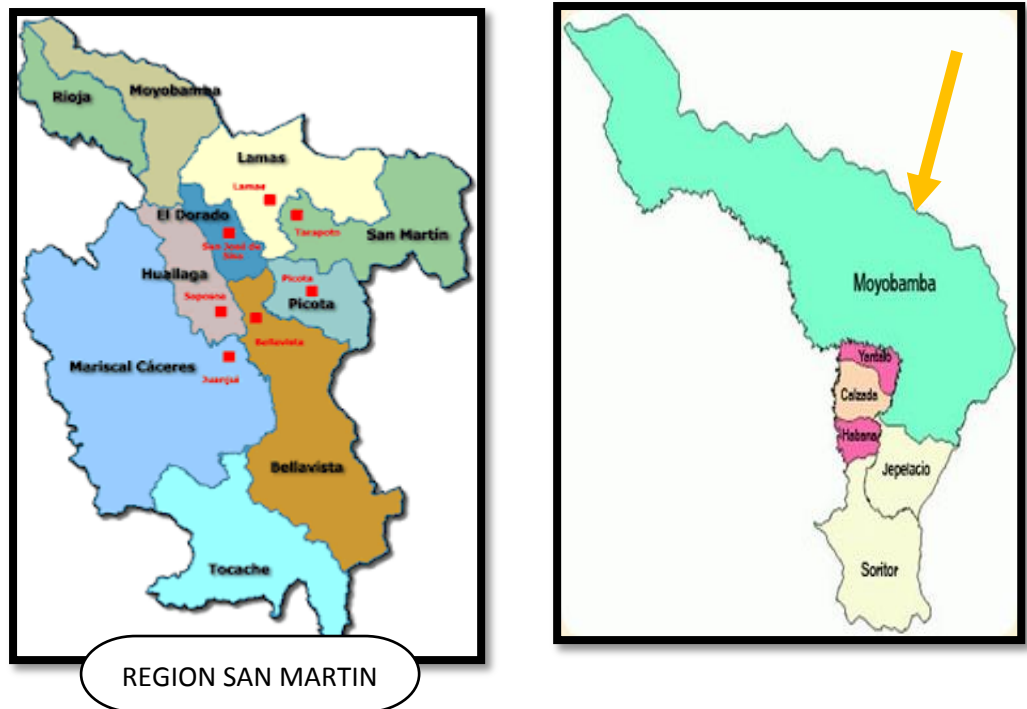


Figura 5: Localización Regional y Provincial de Moyobamba, Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2016.



Figura 6. Ubicación de las calicatas, elaboración propia, 2020.

Extracción de las muestras

Primero se realizaron los trabajos de campo como la excavación de las calicatas de 1m² x 1.50m de profundidad.



Figura 7. Medición de la profundidad de la calicata, elaboración propia, 2020.

Posteriormente, se describió e identificó el suelo in situ de acuerdo con ASTM D 2488 (Descripción e identificación de suelos mediante un procedimiento visual y manual), y se registraron las características principales del suelo, tales como: espesor de capa, humedad, olor, consistencia, color, etc.



Figura 8. Descripción de las características del suelo, elaboración propia, 2020.

Luego de obtener la muestra se transportó representativas de acuerdo con la norma MTC E 104 (transporte y almacenamiento de muestras de suelo) al laboratorio LM CECONSE para realizar los ensayos:

Obtención del Material PET

Luego se optó por conseguir las botellas (PET) y triturar, en la cual nuestro distrito de Moyobamba, existen varias plantas recicladoras de productos plásticos en general, dentro de estas, se encuentra la planta recicladora “Perla de Indañe” dedicada al reciclado de diferentes variedades de plásticos, pero es la única planta que cuenta con una máquina trituradora de plásticos, de la cual se obtuvo el material PET con simbología 1 (botellas de gaseosa, agua, etc.), Luego de ello se procedió al triturado y poder trasladarlo hasta el laboratorio donde se procedió a tamizar; donde se consideró el PET que pasaba la malla de $\frac{1}{2}$ ” y lo que se quedaba retenido en la malla N° 200.



Figura 9. PET triturado y tamizado, elaboración propia, 2020.

Proceso del ensayo del Contenido de Humedad

Este proceso se realizó el mismo día que se obtuvo las muestras, con el propósito de no perder su humedad, posteriormente se anotó su peso del espécimen húmedo, después se ubicó en el horno a 110 grados Celsius de temperatura por 24 horas para determinar su peso de la muestra seca, una vez secas las muestras se sacó del horno cuidadosamente y se

colocó en la balanza eléctrica de 0.01g apuntando a su vez el peso (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2016, p. 49-53).



Figura 10. Peso de muestra, elaboración propia, 2020.

Proceso del ensayo Límite Líquido

Se tomó 200 gr de muestra en la cual previamente pasó por el tamiz #40 y en un recipiente se adiciono de quince a veinte milímetros de agua destilada, luego con espátula se mezcló colocando la muestra en la copa Casa grande, teniendo en consideración que el espesor sea de 1 cm y que posea 13 mm de longitud de base de la ranura, con ayuda del acanalador se dividió en dos partes iguales. Finalmente se giró la manecilla y se contabilizo los golpes, hasta alcanzar el cierre de la abertura teniendo en cuenta los intervalos de los golpes 15 - 25, 20- 30,

y de 25 -35 y finalmente se realizó el contenido de humedad de cada intervalo (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2016, p. 67-71).

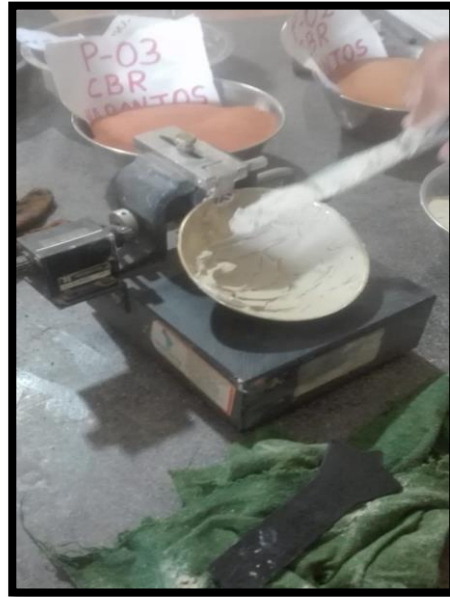


Figura 11. Ensayo de límite líquido, elaboración propia,2020.

Proceso del ensayo Límite Plástico

“Se tomó la muestra de la mezcla que se preparó anteriormente, se enrolló en una placa de vidrio y con la mano se presionó suficientemente hasta amoldarlo en una forma de hilo con un diámetro de 3mm donde empieza a agrietarse” (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2016, p. 72-74).



Figura 12. Ensayo de límite plástico, elaboración propia, 2020.

Proceso del ensayo Granulométrico por Tamizado

Lo primero que se hizo fue preparar la muestra, secarla al aire libre, luego cuartear y pesar la muestra, luego ponerla en el horno durante 24 horas. Luego lavamos en la malla 200 para asegurar que no se perdieran partículas mayores de 0.074 mm y se agregaran en proporción.

Después de lavar la muestra a través del tamiz N°. 200, el material restante se puso a secarse en el horno durante 24 hrs. Después de esta etapa, la muestra se enfrió y se procedió a pesarlo. De esta manera, el peso se obtuvo luego de lavar y secar.

Luego se vertió la muestra sobre la parte superior de una serie de tamices elegidos, luego se agitó durante 10 a 15 minutos. Se debe tener cuidado de no perder material durante la agitación, el material retenido en cada tamiz se debe pesar cuidadosamente, se debe calcular el porcentaje retenido y el porcentaje acumulativo en cada malla para que se pueda determinar la distribución y se pueda dibujar la curva granulométrica (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2016, p. 44 - 48).



Figura 13. Lavado de muestra, elaboración propia, 2020.

Proceso de ensayo Proctor Modificado

Primero, la muestra del material de la bolsa se colocó en la bandeja, (se consideró que el suelo debía estar con su humedad natural tal y como está, posteriormente con la espátula se llenó en 5 capas el molde (el molde está en el suelo) y por cada capa colocada se compacto con el apisonador, dando 25 golpes en diferentes puntos, luego la segunda capa, se compacto con el apisonador dando 25 golpes y así sucesivamente hasta llegar a la quinta capa, hasta pasar el nivel del collarín, la última capa. Se llevó a la mesa el molde con muestra compactada, y se procedió a retirar el collarín y con un cuchillo se enrasó al nivel del collarín y una vez nivelado, se pesó el molde con material compactado. Después se llevó al suelo y con el apisonador se retira el material compactado, se deshace y se toma una muestra pequeña en la tara previamente pesada, se anotó el peso de la muestra con tara húmeda y luego se llevó al horno.

Se hizo lo mismo con las demás mezclas a ensayar, se repitió los dos pasos anteriores, y previamente se anotó los datos. Pero antes se le agregó a cada muestra del material, cantidades de agua que corresponden al 4% y 2% respectivamente, estos porcentajes con respecto a la primera muestra del material que estaba en la primera bolsa (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2016, p. 105 - 113).



Figura 14. Compactación del suelo, elaboración propia, 2020.

Proceso de Ensayo de CBR.

Lo primero que se hizo fue preparar el material para la muestra de ensayo, secar al horno a 60°C de temperatura. Luego tamizamos la muestra seca a través de la malla $\frac{3}{4}$ ", y tomamos la cantidad de 5 kg de muestra para cada espécimen de CBR, después con guantes impermeables se mezcló el agua con el suelo en una bandeja, hasta alcanzar la humedad óptima del ensayo de proctor modificado.

Luego se pesó el molde y se colocó el papel filtro en el cilindro con el collar y se llenó el molde en 5 capas, dicho proceso se realizó en los tres moldes de CBR, a los 12, 25 y 56 golpes, posteriormente se puso las sobrecargas necesarias de 4.5 Kg, para luego ponerlo en un recipiente lleno de agua suficiente para cubrir completamente el molde, después se instaló el trípode con el extensómetro, se tomó la lectura de inicio, después se realizó cada 24 horas, luego de 96 horas, dependiendo de la expansión del material de lo contrario, la lectura final no se utilizará para calcular la expansión y la resistencia a la penetración, Luego de que ya hemos hecho todo esto se inclinara el molde por 15 minutos para drenar el agua.

Luego lo pesamos y pusimos la sobrecarga necesaria para semejar al peso del pavimento, (Por lo general, podemos usar el contrapeso usado en la saturación. Pusimos la muestra en la prensa y aplicamos una carga de 10 libras, el dial de la carga lo ajustamos y también el deformímetro a cero, comenzando a una velocidad Penetración a 05 pulgadas / minuto, tomamos una lectura cada 0.025 pulgadas y registramos la carga alcanzada en cada 0.025. Cuando alcanza un valor de 0.5 pulgadas liberamos las cargas de la prensa y retiramos la muestra (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2016, p. 248 - 256).

Dicho procedimiento se repite agregando el 1.5%, 3% y 5% de PET en la muestra, donde solamente se reemplaza el PET por la muestra de

suelo, con respecto al porcentaje de adición (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2016, p. 248 - 256).



Figura 15. Máquina de valor de soporte CBR, elaboración propia, 2020.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de este estudio estuvo relacionado con la hipótesis: Las conclusiones estuvieron orientadas a la obtención de resultados de los ensayos, mediante el manejo de los protocolos como instrumentos la cual se usaron, se manifestó la relación con la hipótesis inicialmente planteada, donde se determinó la estabilización del suelo adicionando el PET con respecto al peso. Para la producción de los datos se realizó cuadros, gráficos estadísticos para lo cual se usó hojas de cálculo Excel, además se contó con un profesional especializado en estudios de suelos para el proyecto a realizar y de esa manera contar con un análisis de datos correctos.

3.7. Aspectos éticos

Los investigadores se comprometieron a cumplir los siguientes aspectos éticos:

- La veracidad de los resultados se respetó, es decir no se ha extraído información de otras fuentes o investigadores sin antes ser citados de acuerdo a la norma ISO 690.
- Se respetó la participación e identificación de las personas en dicho proyecto de investigación y la confiabilidad de datos.
- Se garantizó que el presente proyecto de tesis no contenga plagio. Se aseguró la singularidad del presente proyecto de tesis.
- Dicho proyecto de investigación estuvo elaborado con total sinceridad, compromiso y constancia en cuanto a la información contenida.
- Se cumplió con los procedimientos establecidos en la guía de Ensayo de Materiales y el manual del MTC “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”

IV. RESULTADOS

4.1 Caracterizar las propiedades físicas del suelo.

Determinación del contenido de humedad.

El contenido de humedad nos permite aproximarnos al contenido de humedad óptimo requerido para una buena compactación del suelo, lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 9. Resultados de la humedad natural del suelo.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
N° CALICATA	N° MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	w%
C-01	M-II	1.13	26.00
C-01	M-III	1.50	24.59
C-02	M-II	1.50	15.63
C-03	M-II	1.50	14.84

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la tabla 9, observamos que el contenido promedio de humedad de las 3 calicatas y 04 muestras en la vía estudiada es 20.26%. El contenido de agua de la muestra del estudio C-02 es del 15,63% del suelo, datos que se utilizó como referencia para la comparación con el contenido óptimo de humedad del suelo

Índice de Plasticidad, (Límites de Atterberg).

La siguiente tabla 10; resume la prueba del "límites de Atterberg": límite líquido y límite plástico, a través de la diferencia entre ellos podemos obtener el índice de plasticidad del suelo.

Tabla 10. Resultados de límites de Atterberg

LÍMITES DE ATTERBERG				
Coordenadas	Calicata	LL	LP	IP
(283436 - 9331779)	C-01	24.04	22.40	1.64
(283351 - 9331797)	C-02	47.15	15.47	31.68
(283197 - 9331848)	C-03	22.21	15.45	6.76

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: La tabla 10 muestra los resultados de los límites de Atterberg y con estos datos determinamos el índice de plasticidad de cada muestra; para la calicata C-1 en la copa de Casagrande se determinó el límite líquido de 24.04%, un límite plástico de 22.40%, dando como resultado un índice de plasticidad de 1.64, la calicata C-2 tiene un límite líquido de 47.15% a los 25 golpes, un límite plástico de 15.47%, dando un valor de IP de 31.6 y finalmente la calicata C-3 tiene un límite líquido de 22.21% a los 25 golpes, un límite plástico de 15.45%, dando un valor de 6.76 de índice de plasticidad.

Análisis granulométrico por tamizado.

El ensayo de granulometría se desarrolló de acuerdo a la norma ASTM C 136; la cual nos ayudó a determinar el tipo de suelo de cada calicata que se realizó en la vía prolongación Jr. Manuel de Águila.

Tabla 11: Datos del ensayo de granulometría por tamizado.

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO				
Tamices		Pasante		
Ø	(mm)	C- 01	C- 02	C- 03
5"	127.00	100.00%	100.00%	100.00%
4"	101.60	100.00%	100.00%	100.00%
3"	76.20	100.00%	100.00%	100.00%
2"	50.80	100.00%	100.00%	100.00%
1 ½"	38.10	100.00%	100.00%	100.00%
1"	25.40	100.00%	100.00%	100.00%
¾"	19.050	100.00%	100.00%	100.00%
½"	12.700	100.00%	100.00%	100.00%
3/8"	9.525	100.00%	100.00%	100.00%
¼"	6.350	100.00%	100.00%	100.00%
N° 4	4.760	100.00%	100.00%	100.00%
N° 8	2.380	100.00%	100.00%	100.00%
N° 10	2.000	100.00%	99.84%	99.86%
N° 16	1.190	99.97%	99.54%	99.55%
N° 20	0.840	99.92%	99.06%	99.07%
N° 30	0.590	99.78%	97.39%	97.34%
N° 40	0.426	99.43%	92.42%	91.53%
N° 50	0.297	99.18%	89.52%	87.05%
N° 60	0.250	98.91%	87.11%	85.04%
N° 80	0.177	97.42%	73.73%	57.80%
N° 100	0.149	96.25%	67.54%	50.66%
N° 200	0.074	90.78%	51.15%	38.21%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: La Tabla 11 muestra el resumen del ensayo granulométrico practicado a las 03 calicatas (C-1, C-2, y C-3); en el que se observa que la muestra de la C-01 pasa la malla N°200 con un porcentaje de 90.78%, la muestra de la C-02 pasa la malla N° 200 con un porcentaje de 51.15% y C-03

pasa la malla N° 200 con un porcentaje de 38. 21%, el cual para este estudio se eligió la calicata C-02 que tiene un porcentaje 51.15%; asemejándose al porcentaje promedio que es 60.05%.

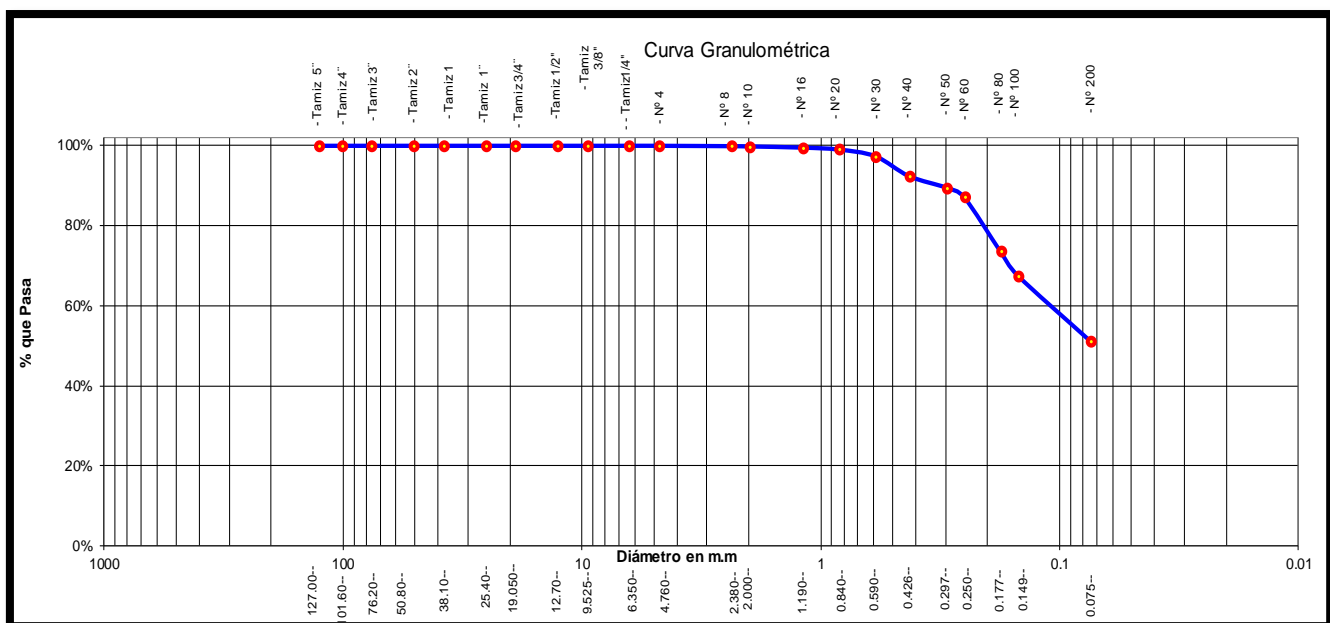


Figura 16. Curva granulométrica calicata 02

Tabla 12: Contenido de material en porcentaje según calicata.

CONTENIDO DE MATERIAL EN PORCENTAJE SEGÚN CALICATA.			
MATERIAL	C-01	C-02	C-03
GRAVA	0.00%	0.00%	0.00%
ARENA	9.22%	48.85%	61.79%
LIMO Y ARCILLA	90.78%	51.15%	38.21%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: La tabla 12 muestra los porcentajes de grava, arena y arcillas con respecto a las 3 calicatas las cuales no presentan contenido en gravas, en lo que se refiere a la arena; la calicata 01 presenta 9.22% que es el menor contenido en comparación a las otras 02 calicatas, respecto a finos la calicata 01 tiene el mayor porcentaje con 90.78% de contenido fino entre limos y arcillas.

Clasificación SUCS Y AASHTO

Tabla 13: Clasificación de suelos según SUCS y AASHTO.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
COORDENADAS	CALICATA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO
(283436 - 9331779)	C-01	ML- Limo inorgánico de baja plasticidad	A- 4 (0)
(283351 - 9331797)	C-02	CL- Arcilla Inorgánico de baja a media plasticidad	A-7-6 (12)
(283197 - 9331848)	C-03	SM-SC- Arena limosa-arcillosa	A- 4 (0)

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: Para la clasificación SUCS, se consideró los datos de los porcentajes que pasan por la malla N° 200 y N° 4. Además de las características plásticas; para la clasificación AASHTO, se considera de la granulometría los datos de los porcentajes que pasan por la malla N° 10, N° 40 y N° 200 y además el índice de grupo con el que podremos calificar si es apto o no el suelo para subrasante de acuerdo a la tabla que contiene el Manual de Carreteras.

4.2 Caracterizar las propiedades mecánicas del suelo.

Proctor modificado de la muestra natural

Se determinó la relación entre el contenido de humedad y el peso específico seco para posteriormente obtener una curva de compactación para la muestra de suelo; con el objeto de determinar la MDS para un OCH.

Tabla 14. Resumen de Proctor modificado.

Coordenadas	Calicata	MDS	OCH
(283436 - 9331779)	C – 01	1.795 gr/cm ³	15.74%
(283351 - 9331797)	C – 02	1.643 gr/cm ³	12.00%
(283197 - 9331848)	C – 03	2.054 gr/cm ³	10.20%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: de la tabla 14 el ensayo de Compactación (Proctor Modificado) en la C-01 se obtuvo una máxima densidad seca de la de 1.795gr/cm³ y su humedad óptima para poder alcanzar una compactación al 100% es de 15.74%, para la C-02 su máxima densidad seca fue de 1.643gr/cm³ y su humedad óptima para poder alcanzar una compactación al 100% es de 12.00%. La C-03 su máxima densidad seca es de 2.054gr/cm³ y su humedad óptima para poder alcanzar una compactación al 100% es de 10.20% lo cual fueron datos muy importantes para la realización del ensayo de CBR, ya que con esto se determinará la resistencia del suelo. En este caso se eligió C-2 como muestra de estudio el cual tiene como humedad óptima un valor 10.16% y su densidad máxima seca es de 1.90 gr/cm³.

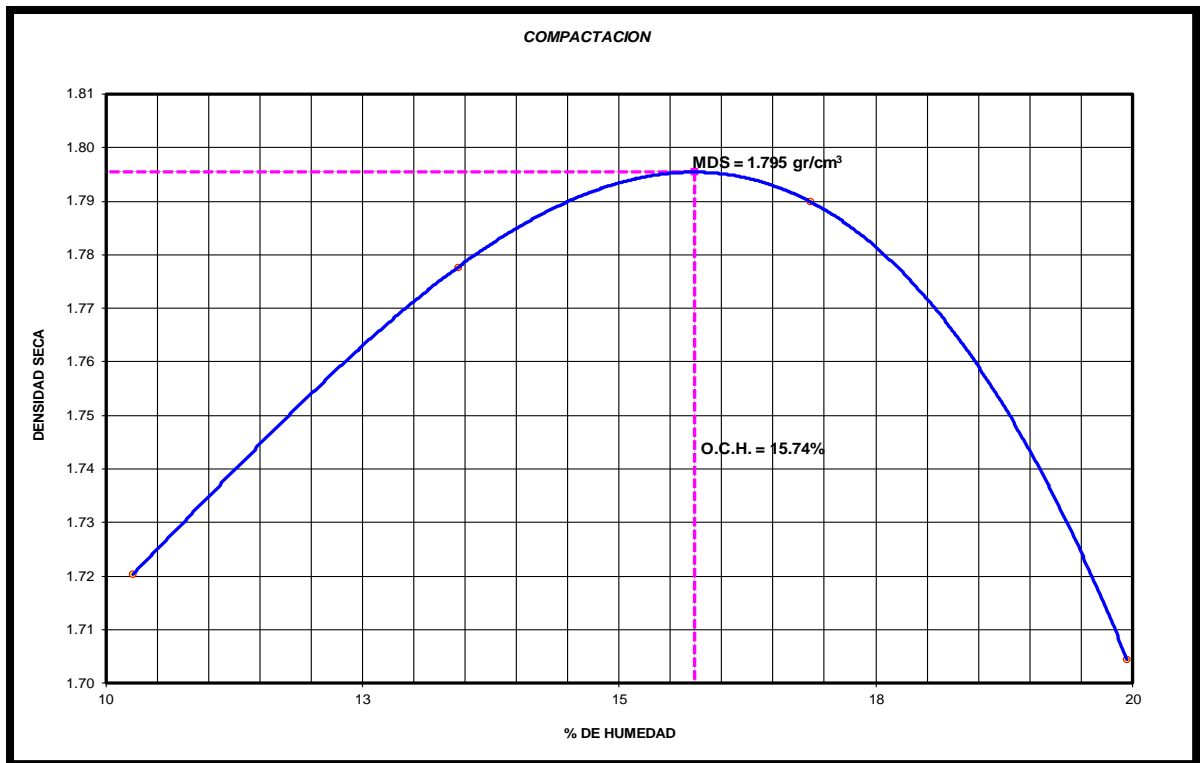


Figura 17. Curva de densidad máxima seca y humedad optima de C-01.

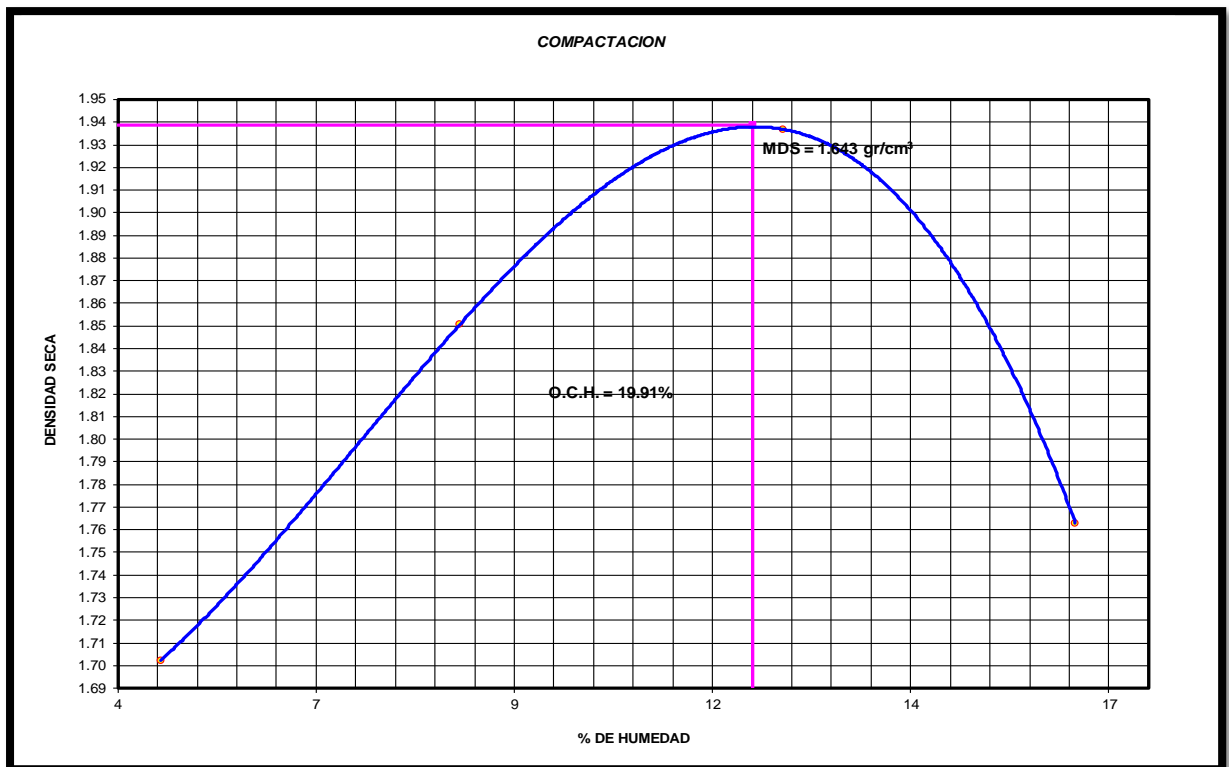


Figura 18. Curva de densidad máxima seca y humedad optima de C-02.

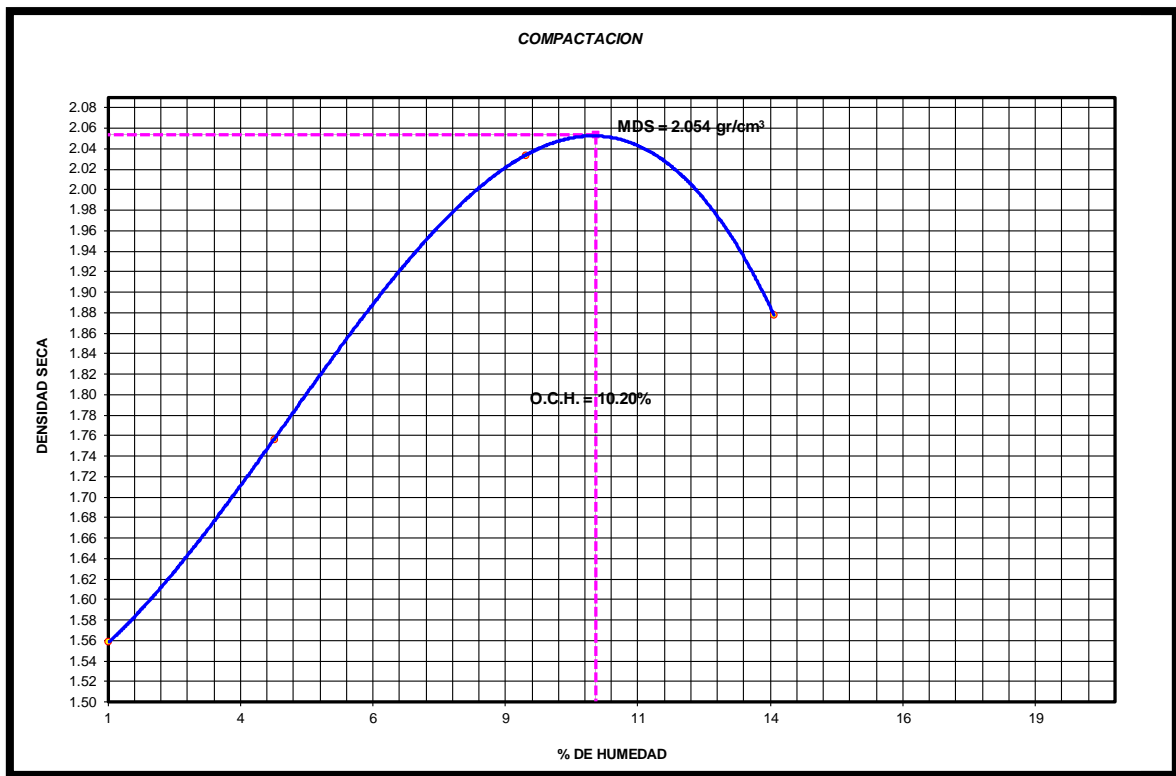


Figura 19. Curva de densidad máxima seca y humedad óptima de C-03

Ensayo CBR de la muestra natural

Se realizaron ensayos de CBR a las 03 muestras de suelo natural extraídas, de las cuales se eligió la calicata con CBR más inferior para usar como muestra patrón y luego adicionar el 1.5%, 3% y 5% de PET triturado para aumentar su resistencia CBR.

Tabla 15. Resumen CBR muestra natural

C – 01			C – 02			C – 03		
CBR a 1''			CBR a 1''			CBR a 1''		
100%MDS	95%MDS	Exp.	100%MDS	95%MDS	Exp.	100%MDS	95%MDS	Exp.
5.91	3.90	1.56	5.08	3.45	1.63	5.88	4.17	1.41

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la Tabla 15, se puede observar que la muestra de la C-01, C-02 y C-3 están categorizada como S1 sub rasante pobre cuyo CBR < 6% y no es apta para ser usada como sub rasante de diseño para pavimentos, las cuales requieren ser mejoradas. Para este estudio se consideró la C-02 como muestra patrón, ya que cuenta con un valor de CBR más inferior, a esta muestra se agregó el 1.5%, 3% y 5% de PET para aumentar su resistencia CBR.

Tabla 16. Resumen de la muestra Patrón C-2

MDS	COH	CBR %		
		100%MDS	95%MDS	Expansión
1.795 gr/cm ³	15.74 %	5.08	3.45	1.63

Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.3 Caracterizar las propiedades físicas y mecánicas del PET.

Propiedades físicas

En primer lugar se optó por conseguir las botellas descartables que tengas el símbolo N°1 (PET), luego lo trituramos en la planta recicladora Perla de Indañe lo cual se utilizó un trituradora con una malla de 1", después se realizó el lavado y secado, así se obtuvo el plástico PET triturado para adicionar el 1.5%, el 3% y 5% al suelo y hacer los respectivos ensayos de CBR.



Figura 20. Punto de acopio de los plásticos PET reciclados



Figura 21. Máquina trituradora de plástico.



Figura 22. Muestra de suelo con adición de 3 % plástico PET triturado.

Propiedades mecánicas del PET.

Con respecto a las propiedades mecánicas se obtuvo de la revisión de libros donde ya se tenía los datos calculados del material PET con anterioridad, y que posteriormente fueron agregados a la muestra del suelo estudiado.

Tabla 17. Datos técnicos del tereftalato de polietileno - (PET)

PROPIEDADES DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO - (PET)	
MECÁNICAS	
Peso específico.	134 g/cm ³ .
Resistencia a fuerza de tracción.	835 kg/cm ² .
Resistencia a la fuerza de flexión.	1450 kg/cm ² .
Alargamiento a la rotura.	15 por ciento
Módulo de tracción (elasticidad)	2850 kg/cm ² .
Resistencia a desgaste por roce.	Muy buena.
Absorción de humedad	0.25 por ciento

Fuente: Echevarría, 2017.

4.4 Evaluación de la resistencia CBR del suelo caracterizado agregando el 1.5%, 3% y 5% de PET triturado con respecto al peso seco de la muestra.

Para esta investigación se consideró el PET triturado que pasa la malla de ½" y se retiene en la malla N° 200 en sus distintos porcentajes, lo cual obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 18. Resumen de CBR con incorporación del PET

1.5% de PET			3% de PET			5% de PET		
CBR%			CBR%			CBR%		
100%MDS	95%MDS	Exp.	100%MDS	95%MDS	Exp.	100%MDS	95%MDS	Exp.
9.10	5.95	1.41	12.10	8.80	1.15	7.20	5.10	1.41

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: De la Tabla 18, se deduce que la adición del 3% PET triturado genera una mayor resistencia CBR, lo cual lo hace una subrasante adecuada para ser usado en la futura pavimentación, pasándole de una subrasante pobre a una subrasante regular, aumentando en un 158.82% con respecto al valor de CBR natural.

4.5 Evaluación en cuanto mejora el diseño del pavimento con la adición del PET triturado en la subrasante.

De acuerdo al Manual de Carreteras: Sección suelos, geología, geotecnia y pavimento, menciona que el suelo a nivel de subrasante tiene que ser como mínimo una subrasante regular (S2) con un CBR mayor al 6%, es así que nuestro suelo en su estado natural no cumple esta especificación y no es apta para ser usada como subrasante, ya que tiene un 3.45% de resistencia CBR (MTC, 2014, p.17). Sin embargo al adicionar el PET triturado que pasa la malla de ½" y se retiene en la N° 200, en un 3% de adición con respecto al peso seco de la muestra, se obtuvo como resultado el 8.80% de resistencia CBR. Pasando de ser una subrasante pobre a una subrasante regular apta para ser usada en el diseño de pavimento y de esa manera evitar gastos por movimientos de tierras para sustituir el suelo natural o mejorar con otros componentes costosos que contaminan nuestro medio ambiente.

Así mismo se realizó un diseño de un pavimento (flexible) genérico con características propuestas y estándar en lo cual se dimensionó los espesores del pavimento, con la subrasante mejorada con el PET triturado.

- ESAL: $2 \cdot 10^6$
- Nivel de Confiabilidad: 75%
- Desviación Estándar Normal (Z_r): -0.674
- Error Estándar (S_o): 0.45
- Variación de Serviciabilidad (ΔPSI): 2.20
- CBR de la Base: 80%
- CBR Subbase: 40%
- CBR Subrasante: 8.8%
- Estabilidad Marshall (N): 9000
- $F'c$ (Mpa): 4.2
- Coeficiente de Drenaje de la Base: 1
- Módulo Resiliente (Psi): 10276.8

Luego de efectuar el diseño correspondiente mediante el método AASHTO-93 se obtuvieron los siguientes resultados:

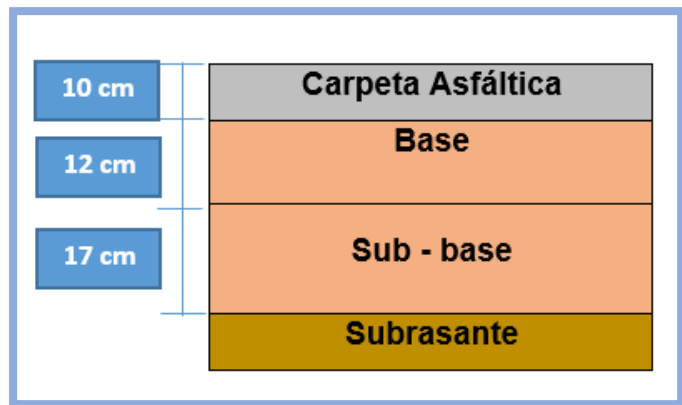


Figura 23. Estructura del pavimento mejorado con PET en la Subrasante, elaboración Propia, 2020.

V. DISCUSIÓN

Quispe Y Sañac (2019), en su tesis titulada “Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de subrasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018”, obtuvieron como resultados que el promedio del contenido de humedad de la sub rasante de las 03 calicatas realizadas en la vía en estudio, fue 16.7%, los valores de IP de las calicatas C-01, C-02 y C-03 se encuentran entre $7 < IP \leq 20$; el cual se trata de suelos arcillosos de media plasticidad, su clasificación de suelos de acuerdo al IG, las calicatas C-01 y C-02, están entre los rangos $4 < IG < 9$, caracterizados como suelo de subrasante insuficiente o pobre, mientras que la calicata C-03 se encuentra entre el rango $2 < IG < 4$, caracterizada como suelo de sub rasante regular que no necesita mejoramiento del suelo para subrasante. Por otro lado con respecto a nuestra investigación obtuvimos como resultados que la humedad natural de subrasante en promedio de las 3 calicatas es de 20.26%, Los valores de IP, la C-01 presenta un índice de plasticidad de 1.64 y C-03 un índice de plasticidad de 6.76 el cual de acuerdo al Manual de Carreteras se encuentra entre $IP < 7$ el cual se clasifican como un suelo poco arcilloso de baja plasticidad, la C-02 presenta un índice de plasticidad de 31.68 se encuentra $IP > 20$ y se clasifica como un suelo muy arcilloso de media plasticidad, así mismo la C-02 tiene un valor de $IG = 12$ y se encuentra $IG > 9$ la cual se clasifica como un suelo de subrasante inadecuado; Comparando con resultados encontrados de Quispe y Sañac en su tesis, se concluye que hay una diferencia de humedad natural la cual el suelo de la vía de nuestro estudio tiene un 3.56% más que el suelo de su proyecto de investigación, así mismo los valores de IP varían ya que ellos obtuvieron que la C-01, C-02 Y C-03 son suelos arcillosos de media plasticidad y nosotros obtuvimos que la C-01 y C-03 son suelos pocos arcillosos de baja plasticidad y la C-02 un suelo muy arcilloso de media plasticidad, y con respecto al IG ellos obtuvieron que C-01 y C-02 caracterizados como suelo de subrasante insuficiente o pobre y C-03 como suelo de subrasante regular la cual no fue elegida como muestra para su investigación, en cambio nuestro proyecto se trabajó con la C-02 debido a que presenta un $IG = 12$ que se caracteriza como subrasante inadecuado.

Flores (2019). En su tesis titulada “Evaluación de la incorporación de fibras PET provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del terreno, en el campo de aparcamiento del consultorio clínico USAT, 2018-2019” obtuvieron como resultado del proctor modificado una máxima densidad seca de 1.844 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad del 14,5%. Por otro lado respecto a nuestros resultados obtenidos del ensayo de compactación realizado a la muestra patrón (Proctor Modificado); se tuvo una humedad óptima de 12% y 1.643 gr/cm³ de máxima densidad seca, comparando los resultados de flores, se concluye que existe una diferencia en contenido de humedad óptimo de 2.5 % lo cual nos indica que a pesar de la diferencia de la cantidad de agua; la subrasante puede ser compactada de manera óptima.

Guzmán (2019), en su proyecto titulado “Evaluación de resistencia del nivel de subrasante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la victoria - 2019” concluye que el material plástico PET reciclado de medidas 5 y 10 mm de forma tipo rectángulo de textura lisa incrementa el porcentaje del CBR en 26 % a causa de que los plásticos de polietileno tereftalato son materiales resistentes y al agregar al suelo, tiene una mayor fricción y por lo tanto una mayor resistencia al corte. Por otra parte nuestros ensayos realizados respecto al CBR se considera que el plástico PET de textura lisa triturada y pasante por la malla de 1/2” (12.70 mm) y retenido en la malla N° 200 (0.074 mm) si mejora la resistencia CBR de 3.45% a un CBR de 8.8% de resistencia, comparando con los resultados del Tesista Guzmán (2019) y nuestros resultados se puede concluir que el plástico PET de textura lisa ya sea recortada en rectangular de 5mm y 10mm o triturada de medidas hasta de 12.70mm a 0.74 mm si incrementa el valor de CBR debido a que son materiales resistentes.

Castillo y Saucedo (2019) en sus tesis titulada “Estabilización del suelo con PET reciclado con fines de pavimentación, Asentamiento Humano Miraflores Alto Chimbote Ancash-2019” donde tuvo como resultado que el porcentaje de óptimo de adición de PET es el 3%, mejorando el CBR de suelo natural de 8.94% a un CBR de 14.88%, teniendo un porcentaje de incremento de 64.44%. Coincidiendo con nuestra investigación con respecto al porcentaje óptimo, también tuvimos como resultado que la adición del 3% de PET mejora un CBR

de 3.45% de suelo natural a un CBR de 8.80%, con un porcentaje de incremento superior de 155.07 %. Por otro lado Quispe y Sañac (2019) en su tesis titulada “Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de subrasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018” tuvo como resultado que el porcentaje óptimo de adición de PET es el 5%, aumentando un CBR natural de 3.4% a un CBR con 7.8%, habiendo una mejora inferior con respecto al 3% de adición en nuestra investigación, con un porcentaje de incremento de 129%. Así mismo Guzmán (2019), en su tesis titulada “Evaluación de resistencia del nivel de subrasante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la victoria - 2019” tuvo como resultado que la adición del 1.15% de PET aumentaba el CBR de la muestra natural de 16.9% a un 17.9% de resistencia CBR, teniendo también un porcentaje de mejora inferior al 3% usado en esta investigación, con un porcentaje de incremento de 5.92%.

Guzmán (2019), en su tesis titulada “Evaluación de resistencia del nivel de subrasante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la victoria - 2019” donde mencionó que al utilizar la subrasante mejorada con PET de 1” al 1.15% se ha reducido la capa de base en 1” (CBR patrón 16.9 % y el CBR mejorado 17.9%), lo cual provocará que los costos de conformación de dicho espesor disminuyan. Por otro lado, con respecto a nuestra investigación la mejora se evidencia claramente en que para realizar la ejecución del proyecto de pavimentación, ya no sería necesario traer un material de préstamo para sustituir el suelo de subrasante actual (CBR de 3.45%), ya que con la adición del PET, la resistencia CBR aumenta considerablemente (CBR 8.8%), y de esa manera puede cumplir su función como CBR de diseño sin ningún problema y además favorece económicamente al proyecto.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que el suelo a nivel de subrasante de la vía prolongación Jr. Manuel del Águila cdra. 05 tiene una humedad en rango de 14% a 26%, no presenta nivel freático y según la clasificación SUCS es un suelo arcilloso inorgánico de baja a media plasticidad (CL); así mismo mediante el método AASHTO es un suelo arcilloso A-7-6 con un índice de grupo 12; lo cual se clasifica como un suelo de subrasante inadecuada.

Se concluye que las propiedades mecánicas del suelo a nivel de subrasante de la vía prolongación Jr. Manuel del Águila; presenta valores de resistencia CBR con baja capacidad de soporte; debido a que la Calicata 1 tuvo un CBR de 3.90%, Calicata 2 de 3.45% y la calicata 3 de 4.17%, lo cual hace que sea una subrasante pobre de acuerdo al Manual de Carreteras, no apta para el diseño de pavimentos.

Se concluye que el plástico PET tiene muy buenas propiedades; tales como la resistencia a la flexión de 1450 kg/cm², resistencia a la tracción de 835 kg/cm² y muy buena resistencia al desgaste por roce, así mismo la granulometría ideal para mejorar el suelo de subrasante es de 12.70 mm a 0.074 mm en una dosificación óptima del 3% con respecto al suelo seco.

Se concluye que el PET influye positivamente en la resistencia CBR; con valores de 5.95% para la calicata 1, 8.80% para la calicata 2 y 5.10 % para la calicata 3, cada una con porcentajes de adición del 1.5%, 3% y 5% respectivamente. De las cuales se identificó el porcentaje con mayor influencia que es el CBR de 8.80 % correspondiente a la calicata 2, cumpliendo con lo estipulado en el Manual de Carreteras para ser usado en el diseño de pavimentos, considerándose al 3% de adición de PET como el porcentaje óptimo para mejorar el suelo a nivel de subrasante.

Se concluye que la subrasante mejorada con PET con un valor CBR de 8.8% es apta para ser usada como subrasante en el diseño de pavimento flexible de la vía prolongación Manuel del Águila, con los siguiente espesores de 10 cm para la carpeta asfáltica, la base de 12 cm y la sub base de 17 cm.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar todos los estudios básicos de mecánica de suelos (EMS), para poder conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo y luego evaluar el tipo de agente o aditivo para mejorar las propiedades mecánicas del suelo, priorizando el PET triturado para suelos de subrasante insuficientes.

Se recomienda utilizar el PET triturado en porcentaje óptimo de 3% para suelos arcilloso ya que si mejora su resistencia CBR de manera considerable.

Se recomienda no utilizar el PET en dimensiones mayores a 12.7 mm debido a que no permite tener una buena compactación y por ende una baja resistencia CBR y mayor expansión del suelo.

Se recomienda realizar nuevas investigaciones con el PET, empleando como finamente molido, para evaluar cuál es la influencia en la resistencia CBR de la subrasante en porcentajes mayores al 3% de adición, así mismo se recomienda usar otros materiales reciclables para mejorar los suelos, tales como el bagazo de caña, cascarilla de arroz entre otros.

Se recomienda a municipalidad provincial de Moyobamba y a otras entidades privadas que ejecuten proyectos de pavimentación, considerar como opción la incorporación del plástico PET, en caso de encontrar suelos de subrasante insuficiente, optar por su mejoramiento evitando sustitución de suelo que generan costos adicionales al proyecto y de esa manera disminuir la contaminación ambiental.

REFERENCIAS

ALVAREZ, Jorge. Estabilización de Subrasantes [en línea]. Colombia: Instituto Colombiano de Productores de Cemento, 2013 [fecha de consulta: 11 de mayo de 2020].

Disponible en:

https://drive.google.com/file/d/15Bax86AkTc5xF_Ba8wqmqmzst0jsz8t_nJ/view

ASTM International. ASTM D6951 / D6951M-18, Standard test method for use of the dynamic cone penetrometer in shallow pavement applications, West Conshohocken, 2018. Disponible en: <https://www.astm.org/Standards/D6951.htm>

BAÑÓN, Luis, GARCÍA, Beviá, y FRANCISCO, José. Manual de Carreteras Construcción y Mantenimiento [en línea]. España: Universidad de Alicante, 2010 [Fecha de consulta: 11 de Mayo de 2020]. Disponible en <http://hdl.handle.net/10045/1787>

ISBN: 84-607-0123-9.

CASTILLO, Edwin Héctor y SAUCEDO, Yeremmi Anderson. Estabilización del suelo con PET reciclado con fines de pavimentación, Asentamiento Humano Miraflores Alto – Chimbote – Ancash – 2019. Tesis. Chimbote: Universidad César Vallejo, Escuela profesional de ingeniería Civil, 2019. 171pp. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35882>

CENTTY, Deymor. Manual Metodológico para el Investigador Científico [en línea]. Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2006 [fecha de consulta: 18 de marzo de 2005]. Disponible en: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2010e/816/index.htm>

CHANGIZI, Foad y HADDAD, Abdolhosein. Stabilization of subgrade soil for highway by recycled polyester fiber. Tesis (ingeniero civil). Iran: Universidad de Semnan, 2014. Disponible en https://civiljournal.semnan.ac.ir/article_215.html

CHAVEZ, John Christian Y DEZA, Erick Alexis. Evaluación de los parámetros de resistencia de sub-rasantes naturales en suelos granulares correlacionando CBR de laboratorio y el penetrómetro dinámico de cono (PDC) – ASTM-D 6951 en el sector los incas parte alta del distrito de Pacasmayo. Tesis (Ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad De Ingeniería, 2018. 211pp. Disponible en: <https://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Frepositorio.upao.edu.pe%2Fhandle%2Fupaorep%2F5740>

CHEGG Study. Group Index. 30 de Junio de 2020. Disponible en: <https://www.chegg.com/homework-help/definitions/group-index-8>

DEZA, Jaime y MUÑOZ, Sabino. Metodología de la Investigación Científica, Texto aplicado al Reglamentos de Investigación de la UAP. Cuarta Edición. Universidad Alas Peruanas: Vicerrectorado de Investigación y Postgrado. Perú, 2012

Disponible en:

http://200.37.239.37:70/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=172&shelfbrowse_itemnumber=275#shelfbrowser
ISBN: 9789972210457

EMS Geotech. CBR Testing. 30 de Junio de 2020. Disponible en: <https://www.ems-geotech.co.uk/cbr-testing/>

FLORES, Paola Imelda. Evaluación de la adición de fibras PET provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del suelo, en el área de estacionamiento de la clínica USAT, 2018-2019. Tesis. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2019. 244 pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2125>

GIL, Erick Robinson y NUÑEZ, Ingrid Karolina. Influencia de la adición de fibras de PET reciclado sobre la resistencia, cohesión y ángulo de fricción interna de suelos arcillosos aplicado a la estabilidad de taludes. Tesis. Trujillo: Universidad Nacional

de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2018. 189pp. Disponible en:
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11114>

GONZALEZ, Mario David y Mayorga Nickal Estrella. Aprovechamiento y Clasificación de Residuos Plásticos para la elaboración de materia prima Base. Tesis. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, 2017.57pp.

Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20059/1/tesis%20Mario%20y%20Nicko%20l.pdf>

GOMES, Thiago, VISCONTE, Leila y PACHECO, Elen. Revista de Polímeros y Medio Ambiente [en línea] Mar.2019, vol. 27 Edición 3, p533-548. 16p [Fecha de consulta: 18 de junio de 2020]. Disponible en:
<http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=1fc45767-a086-48dd-8dbc2335bc55a558%40pdcsessmgr05&bdata=Jmxbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=eih&AN=134870434>

ISSN: 1566-2543

GOMEZ, Grabiél Jaime. Determinación de las ecuaciones de correlación entre los ensayos que proporcionan los valores de resistencia de la subrasante en el tramo de la carrera 45 con calle 86 hasta el parque de Aranjuez del sistema de transporte masivo Metroplús. Tesis (especialización en vías y transporte). Medellín: Universidad de Medellín, 2009. pp32. Disponible en:
<https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Frepositorio.udem.edu.co%2Fhandle%2F11407%2F4214>

GOMEZ, Domingo y GOMEZ, María Teresa. Evaluación del impacto ambiental. 3ª.ed. Madrid: mundo prensa, 2013. 747 pp.

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books/about/Evaluacion_de_impacto_ambiental.html?id=9VOuAwAAQBAJ

ISBN: 9788484766438

GUZMAN, Martin Jhair. Evaluación de resistencia del nivel de subrasante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la Victoria-2019. Tesis. Chiclayo: Universidad Particular de Chiclayo, Escuela profesional de Ingeniería, 2019. 53 pp. Disponible en:

http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2125/1/TL_FloresLeonPaola.pdf

MAMANI, Rodrigo Efraín. Correlaciones del CBR “in situ” PDC y densidad seca-PDC de rellenos compactados con suelos de la cantera de Taparachi de la ciudad de Juliaca. Tesis (ingeniero civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Facultad de Ingenierías y Ciencias puras, 2019. 180pp. Disponible en: <https://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2F repositorio.uancv.edu.pe%2F handle%2FUANCV%2F4228>

MINAYA, Silene Y ORDOÑEZ, Abel. Diseño moderno de Pavimentos asfálticos [en línea]. 2da ed. Lima: universidad nacional de ingeniería, 2006 [Fecha de consulta: 29 de junio de 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/soyeralex/libro-de-pavimentos-2015uniperu>

Ministerio De Transporte Y Comunicaciones. Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección, Suelos y Pavimentos [en línea]. Lima. 2014. [Fecha de consulta: 11 de Mayo de 2020].

Disponible en

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

Ministerio De Transporte Y Comunicaciones. Manual de ensayo de Materiales [en línea]. Lima. 2016. [Fecha de consulta: 24 de Mayo de 2020].

Disponible en

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

MISHRA, Brajesh y KUMAR, Mohit. Use of randomly oriented polyethylene terephthalate (PET) fiber in combination with fly ash in subgrade of flexible pavement. Tesis (Técnico en ingeniero civil). India: Instituto de Tecnología Kamla Nehru, 2018. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061818322505>
ISSN: 09500618.

NESTOR, Luis Sánchez. Granulometría De Suelos [en línea]. Venezuela: Aragua, 2006 [fecha de consulta: 30 de junio de 2020].
Disponible en: <https://civilgeeks.com/2013/11/25/granulometria-suelos-ing-nestor-luis-#:~:text=La%20granulometr%C3%ADa%20se%20define%20como,total%20de%20la%20muestra%20seca.&text=El%20tama%C3%B1o%20de%20part%C3%ADcula%20del,malla%20de%20alambre%20aberturas%20cuadradas>.

NPTEL. Soil Classification. 31 de Diciembre de 2009. Disponible en: <https://nptel.ac.in/courses/105/103/105103097/>

OMNEXUS The Material Selection Platform. Polyethylene Terephthalate (PET): A Comprehensive Review. 30 de Junio de 2020. Disponible en: <https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyethylene-terephthalate-pet-plastic>

OYOLA, Romer Daniel. Determinación de la resistencia a la penetración de un suelo cohesivo en diferentes condiciones de hidratación y compactación. [en línea] Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 10, núm. 3, Bolivia: Ph.D Student en el Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, 2016. 10pp.
Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193949520004>
ISSN: 1990-8830

PARRA, Manuel Gerardo. Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. Tesis. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa De Ingeniería Civil, 201. 81 pp.

Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22856/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20MANUEL%20GERARDO%20PARRA%20GOMEZ%20505587.pdf>

PETCO. WHAT IS PET?. 30 de Junio de 2020. Disponible en: <https://petco.co.za/what-is-pet/>

PINEDO, Jean Richard. Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018. Tesis. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín, Escuela profesional de ingeniería Civil, 2019. 94pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11458/3458>

QUINTERO, Laura Andrea. Diseño de una planta de reciclado de Tereftalato de polietileno (PET). Tesis. Valencia: Universidad politécnica de valencia, Grado de Ingeniería Química, 2016. 175 pp. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/59710/QUINTERO%20-%20Dise%C3%B1o%20de%20una%20planta%20de%20reciclado%20de%20Tereftalato%20de%20polietileno%20%28PET%29%2c%20con%20una%20producc....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

QUISPE, Esperanza y SAÑAC Magaly. Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de subrasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018. Tesis. Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. 119 pp. Disponible en: <http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/206/Influencia%20de%20la%20Incorporaci%C3%B3n%20de%20pl%C3%A1stico%20reciclado%20triturado-PET.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RAMOS, Gabriel Paul. Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad de soporte mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014. Tesis. Huancayo: Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Facultad De Ingeniería Civil, 2014.110pp.

Disponible en:

http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/416/TCIV_25.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RAMOS, Yanella Alexandra y SEMINARIO, Wilmer Anthony. Uso de polímeros PET triturados para mejorar la subrasante del centro poblado la golondrina entre las progresivas 0+000 hasta 1+000 del distrito de marcavelica – Sullana – Piura. Tesis. Piura: Universidad César Vallejo, Escuela profesional de ingeniería Civil, 2019. 55 pp. Disponible en:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33852/Ramos_GYA-Seminario_CWA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RODRIGUEZ, Luis Eduardo y CASTRO, Fabio Andrés. Evaluación del comportamiento de concreto hidráulico con adición de fibras de PET. Tesis (pregrado en ingeniería civil). Colombia: Universidad Piloto De Colombia, 2019. 80 pp. Disponible en:

<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6476/MONOGRAFIA%20FINAL.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

SERRANO, Erika y PADILLA, Edgar. Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados. Tesis (Ingeniero Civil). Colombia: Universidad de la Salle, 2016.

Disponible en: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/view/2695>

SOLTANI, Hossein. Compressibility and shearing behavior of clayey soil reinforced by plastic waste. Tesis (Ingeniero Civil). Iran: Universidad Azarbaijan Shahid Madani, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40999-016-0068-4>
ISSN: 17350522

SHAH, Alka y MODHA, Hiral. Improving the soil subgrade with plastic waste reinforcement—An experimental study. Tesis (Ingeniero Civil). Singapur, 2020. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-981-13-7480-7_13
ISSN: 23662557

SPRINGER Link. Classification of Soils. 01 de Agosto de 2018. Disponible en: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-319-73568-9_52

THE CONSTRUCTOR Civil Engineering. Design of Flexible Pavement by Group Index Method. 30 de Junio de 2020. Disponible en: <https://theconstructor.org/transportation/flexible-pavement-design-group-index-method/11163/#:~:text=Group%20Index%20is%20a%20number,poor%20is%20the%20sub%2Dgrade.>

VARGAS, Nadia Pamela. Efecto de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor del CBR de los suelos granulares en pavimentos. Tesis. Huancayo: Universidad Continental, facultad de Ingeniería, 2017. 139 pp. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/3371>

ANEXOS

ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

ANEXO 02. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS.

ANEXO 03. INFORME DE LABORATORIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON AASHTO 93.

ANEXO 04. ACTAS.

ANEXO 05. PORCENTAJE DE SIMILITUD (TURNITIN).

ANEXO 06 PANEL FOTOGRAFICO.

.

**ANEXO 01. MATRIZ DE
CONSISTENCIA.**

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Efecto de la adición del PET en la resistencia CBR de la subrasante con fines de mejoramiento para pavimentación en la Prolongación Jr. Manuel del Águila Cdra. 05, Moyobamba – 2020

Problema general	Objetivo General	Hipótesis General	Variables Generales	Indicador	Método
¿Cómo influye la adición del PET en la resistencia CBR de la subrasante con fines de mejoramiento para pavimentación en la prolongación Jr. Manuel del Águila Cdra. 05, de la provincia y distrito de Moyobamba – 2020?	Determinar el efecto de la adición del PET en la resistencia CBR de la subrasante con fines de mejoramiento para la pavimentación en la prolongación Jr. Manuel del Águila Cdra. 05, de la provincia y distrito de Moyobamba – 2020.	La adición del PET influye significativamente en la resistencia CBR de la subrasante de la Prolongación Jr. Manuel del Águila Cdra. 05, Moyobamba - 2020.	Variable Independiente: Adición del PET Variable dependiente: Resistencia CBR de la Subrasante	Características del PET Resistencia CBR	✓ Diseño de investigación: • Experimental
Problemas específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variables Específicas	Indicadores específicos	✓ Tipo de investigación: • Aplicada
¿Cómo influye las características físicas en la resistencia CBR de la subrasante?	Caracterizar físicamente el suelo de la subrasante.	Las características físicas del suelo de la subrasante influye en la capacidad de la resistencia CBR	✓ Características físicas del suelo de la subrasante ✓ Resistencia CBR	Ensayo de clasificación de suelos	
¿Qué características mecánicas tiene el suelo de la subrasante?	Caracterizar mecánicamente el suelo de la subrasante	Las características mecánicas del suelo de subrasante son inadecuadas	✓ características mecánicas del suelo ✓ Subrasante Inadecuada	Proctor y CBR	
¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del PET para mejorar la resistencia CBR de la subrasante?	Caracterizar las propiedades físicas y mecánicas del PET	Las características físicas y mecánicas del PET mejoran la resistencia CBR de la subrasante.	✓ Características físicas y mecánicas del PET ✓ Resistencia CBR de la subrasante	Textura y Tamaño del PET	
					✓ Población: • Prolongación Jr. Manuel de Aguila.

<p>¿Cuál es el efecto del 0%, 1.5%, 3% y 5% de PET en la resistencia CBR de la subrasante?</p>	<p>Evaluar la resistencia CBR del suelo caracterizado agregando 0%, 1.5%, 3% y 5% de PET con respecto al peso seco de la muestra.</p>	<p>La resistencia CBR de la subrasante mejoró considerablemente con la incorporación 1.5%, 3% y 5% de PET.</p>	<p>✓ Incorporación del PET ✓ Resistencia CBR de la subrasante</p>	<p>Ensayo de CBR</p>	<p>✓ Muestra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cdra. 05 de la prolongación Jr. Manuel del Águila, con 572 m2.
<p>¿En cuánto mejora el diseño de pavimento con la adición de PET en la subrasante?</p>	<p>Evaluar en cuánto mejora el diseño de pavimento con la adición de PET en la subrasante</p>	<p>La adición del PET en el suelo a nivel de subrasante mejora considerablemente el diseño del pavimento.</p>	<p>✓ Valores de CBR con adición de PET ✓ Diseño genérico de pavimento.</p>	<p>Diseño de pavimento con características propuestas</p>	

ANEXO 02. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg. Juana Maribel Lavado Enriquez

Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo

Especialidad : Ingeniera Civil

Instrumento de evaluación : Formato de ensayo de Granulometría, ensayo de Proctor Modificado y el ensayo de CBR.

Autores de los instrumentos: Gian Marco Carrero Alejandria y Mary Paola Ramírez Barturen

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VÁLIDO Y PUEDE SER APLICADO.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48


 J. Maribel Lavado Enriquez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 85930

Moyobamba, 8 de Junio del 2020

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA****I. DATOS GENERALES****Apellidos y nombres del experto:** Cesar Edilberto Arbulu Jurado**Institución donde labora** : Universidad Andina del Cusco**Especialidad** : Ingeniero civil, geotecnista.**Instrumento de evaluación** : Ensayo de Límites de Consistencia, contenido de humedad, ensayo de Granulometría por tamizado, ensayo de Proctor Modificado y el ensayo de CBR.**Autores de los instrumentos:** Gian Marco Carrero Alejandría y Mary Paola Ramírez Barturen**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN****MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		50				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**Completamente aplicable.****PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

50

Moyobamba, 14 de Julio del 2020


 CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 115764

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara

Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo - Tarapoto

Especialidad : Docente Metodóloga

Instrumento de evaluación : Ensayo de Límites de Consistencia, contenido de humedad, ensayo de Granulometría por tamizado, ensayo de Proctor Modificado y el ensayo de CBR.

Autores de los instrumentos: Gian Marco Carrero Alejandría y Mary Paola Ramírez Barturen

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL					48	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es válido para ser aplicado a la población de estudio; puesto que, cumple con los criterios metodológicos.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

Tarapoto 12 de julio de 2020



DR. ANA N. SANDOVAL VERGARA
DOCENTE
CBP 6311

ANEXO 04. INFORME DE
LABORATORIO Y DISEÑO DE
PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL
MÉTODO AASHTO 93

**“Efecto de la adición del PET en la resistencia
CBR de la subrasante con fines de mejoramiento
para pavimentación en la Prolongación Jr. Manuel
del Águila Cdra. 05, Moyobamba – 2020.”**



TESISTAS:

CARRERO ALEJANDRIA GIAN MARCO

RAMIREZ BARTUREN MARY PAOLA

UBICACIÓN:

DISTRITO DE MOYOBAMBA

PROVINCIA DE MOYOBAMBA

DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN.

ÍNDICE

1. GENERALIDADES	40
1.1. INTRODUCCIÓN	40
1.2. OBJETIVOS	40
1.3. METODOLOGÍA	40
1.4. TIPO DE ESTUDIO	41
1.5. NORMATIVIDAD	41
1.6. PARTICIPANTES	41
1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	42
1.8. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA	42
a) Clima	42
b) Precipitación	42
c) Temperatura	43
d) Vientos	43
2. INFORMACIÓN PREVIA	43
2.1. TIPO DE SUELO HASTA 1.50 m.....	43
2.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	44
2.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	44
2.4. LINEAMIENTOS DE DETERMINACIÓN DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN.....	44
2.5. DATOS DE LOS TERRENOS COLINDANTES.....	44
2.6. GEOLOGÍA.....	43
2.7. GEOMORFOLOGÍA.....	46
3. EXPLORACIÓN DE CAMPO	47
3.1. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	47
3.2. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.3. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	47
3.5. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA	48
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
8. ANEXOS	53

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Buscando mejorar la transitabilidad vial y favorecer a la población lo Tesistas Gian Marco Carrero Alejandria y Mary Paola Ramírez Barturen, han propuesto el proyecto: "Efecto de la adición del PET en la resistencia CBR de la subrasante con fines de mejoramiento para pavimentación en la Prolongación Jr. Manuel del Águila Cdra. 05, Moyobamba – 2020" por lo cual se ha decidido realizar el estudio de mecánica de suelos en el laboratorio LM CECONSE E.I.R.L. (consultoría – estudios de mecánica de suelos) para dicho proyecto, con la finalidad de determinar el efecto de la adición del PET en la Resistencia CBR del suelo a nivel de subrasante, en sus porcentajes del 1.5%, 3% y 5%, y de esa manera impulsar el desarrollo sostenible en nuestra ciudad, ya que el PET es un plástico obtenido del reciclaje de botellas.

1.2. OBJETIVOS

El presente estudio de Mecánica de Suelos tiene los siguientes objetivos:

- Determinar el perfil del suelo y las propiedades geomecánicas de los suelos hallados en el lugar.
- Determinar el número de CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California), que corresponde al valor relativo de soporte del suelo.
- Establecer el contenido de humedad óptimo del material
- Determinar el peso máximo en una muestra obtenido mediante compactación.

1.3. METODOLOGÍA

Con el propósito de cumplir con los objetivos propuestos hasta el nivel detallado requerido, se desarrolló la siguiente serie ordenada de actividades:

- Recopilación y análisis de la información existente.
- Análisis de la información previa proporcionada por los Tesistas.
- Reconocimiento de campo. Se efectuó un recorrido a lo largo y alrededores del terreno donde se ubicará el proyecto, observándose la mayor cantidad posible de parámetros




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

geológicos, geomorfológicos y geotécnicos de importancia en la tesis.

- Trabajos de campo y laboratorio. Con el propósito de conocer las características del suelo, por medio de calicatas.
- De estas calicatas se extrajeron muestras en distintos estados de conservación para llevar a cabo pruebas de laboratorio tanto básicos como especiales.
- Análisis e interpretación de la información recolectada.
- Elaboración de las recomendaciones correspondientes.
- Informe final.

1.4. TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio es de "tipo definitivo" y las recomendaciones dadas son suficientes para la planeación de la parte constructiva del proyecto.

Además, las recomendaciones vertidas en este estudio son solo para los fines del presente proyecto; para otras estructuras tomar el presente informe con carácter de antecedente o referencia.

1.5. NORMATIVIDAD

En el presente estudio, está regido conforme a la actual Norma Técnica de Edificación CE 0.10 Pavimento Urbanos y E.050 – Suelos y Cimentaciones. Asimismo, se tuvo presente las siguientes normas técnicas como lineamientos:

NTE. E.020 – Cargas.

NTE. CE.020- Suelos y Taludes

1.6. PARTICIPANTES

En el presente estudio han participado el ingeniero LUIS LOPEZ MENDOSA como profesional responsable del presente estudio; y el ingeniero – operador de laboratorio el Ingeniero Pheter Omar Montalván Gonzales.




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto se ubica geopolíticamente en el distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín:

Dirección	: Prolongación Jr. Manuel del Águila Cdra. 05
Distrito	: Moyobamba
Provincia	: Moyobamba
Departamento	: San Martín



1.8. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

La mayor cantidad de datos que respecto a este punto se tiene, deriva de los datos recogidos en las estaciones hidro-meteorológicas del SENAMHI (Moyobamba, Soritor y Rioja).

a) Clima

La zona de influencia (Distrito de Moyobamba), se clasifica como ligero a moderadamente húmedo y Semi-cálido.

b) Precipitación

Las mayores precipitaciones se presentan entre los meses de diciembre a mayo, decreciendo en los meses de junio a noviembre.




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

Las precipitaciones pluviales, anuales, siempre son superiores a 1,000 mm sin sobrepasar los 5,000 mm. La humedad atmosférica es alta durante todo el año igual que la evapotranspiración.

Las áreas que se cubren con mayor frecuencia de nubes son los cerros al este de Moyobamba y el frente Oriental de la Faja Subandina que se comporta como barrera de contención de los vientos que desplazan las nubes desde el oeste. (Datos del INGEOMIN).

c) Temperatura

La temperatura que corresponde a este tipo de clima de selva tropical permanentemente húmedo, oscila entre 21°C y 27° C.

d) Vientos

Los vientos alisios, ascendentes en las vertientes orientales andinas, pasan sucesivamente por niveles atmosféricos de depresión decreciente, como corrientes, que ascienden miles de pies al día; Pasando una vez y otra vez por este proceso, el que hace posible que los flancos orientales de los Andes sean afectados por la lluvia durante todo el año. Los vientos aliseos soplan generalmente del Este, característico de esta parte de los trópicos.

2. INFORMACIÓN PREVIA

2.1. TIPO DE SUELO HASTA 1.50 m

En la excavación de las 3 calicatas se encontró tipos de estratos que predominan en esta zona de estudio, en la C-1 se encontró 3 estratos diferentes de 0.00m a 0.30m fue un estrato de suelo orgánico, de 0.30m a 0.60m fue un suelo arcilloso arenoso de color anaranjado y 0.60m a 1.50m fue un estrato de suelo arcillo de color gris, en la calicata C-2 el primer estrato fue de suelo orgánico de 0.00m a 0.30m y de 0.30m a 0.150m fue un estrato de suelo limoso de color marrón oscuro, en la calicata C-3 se encontró 2 estratos diferentes. El primero de 0.00m a 0.30 fue un suelo organico y de 0.30 a 1.50 fue un suelo arcilla arenosa de color anaranjado.




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

En el proyecto se plantea determinar las características del suelo y la resistencia CBR del suelo de la subrasante de la prolongación Jr. Manuel del Águila- Moyobamba.

2.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El movimiento de tierras a desarrollarse sobre la superficie del proyecto no es de significación, ya que cuenta con una topografía plana.

2.4. LINEAMIENTOS DE DETERMINACIÓN DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN

Ante lo asumido en "características del proyecto", se programó sobre la superficie de la vía, la ejecución de 03 calicata de 1.50 metros de profundidad.

La ubicación de la calicata fue ubicada de acuerdo al establecido en la norma de CE-010 de pavimentos urbanos.

En primer lugar, nos trasladamos a los lugares de estudio, con la finalidad de verificar y programar la exploración y muestreo de los puntos de estudio.

El trabajo de campo, se realizó con la visita y ejecución de las exploraciones de la vía prolongación Jr. Manuel de Águila, luego se procedió a excavar la respectiva calicata a cielo abierto, que nos permitió conocer las características del subsuelo de las zonas en estudio, con la finalidad de registrar el perfil del suelo en las zonas, extraer muestras representativas, para sus estudios correspondientes en el laboratorio de mecánica de suelos.

2.5. DATOS DE LOS TERRENOS COLINDANTES

No existen datos disponibles sobre estudio de mecánica de suelos efectuados en proyectos de terrenos colindantes que nos pueda servir de antecedente o referencia.



2.6. GEOLOGÍA

El territorio del alto mayo es montañoso, se halla en la transición de los andes a la selva amazónica, el mismo que se caracteriza por su amplitud que corresponde a la parte oriental de la Cordillera Oriental y que cubre

Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

aproximadamente el 61% del área total del valle del Alto Mayo. El marco tectónico sedimentario desarrollado en toda la Selva y Faja Subandina, representados por los escudos Guayano - brasilero y los Geosinclinales (cuencas) y Geoanticlinales, comprende sedimentos desde el paleozoico hasta reciente, depositado en ambientes marinos y continentales, relacionados o comprendidos entre grandes eventos tectónicos que han controlado la distribución de la sedimentación y la orogénesis.

En la zona del Alto Mayo, la roca más antigua encontrada data del Triásico Superior, representada por depósitos de calizas marinas originadas por el avance de una transgresión hacia el Este, a través del Portal Marañón, donde se formó una artesa o cuenca alongada, después de un periodo de emergencia y orogenia en la fase de movimientos Novacianos, que estuvieron acompañados con actividad volcánica, que se prolongó hasta el

Jurásico superior.

Luego de esta subsidencia, se produjo una emergencia que duró hasta el Jurásico superior, en la cual, en la primera parte, se produjo un hiato erosional y, en la segunda parte, se originaron cuencas de deposición continental que dieron lugar a la formación Sarayaquillo, también en una artesa casi similar a la anterior.

Siguiendo la sedimentación continental, se produjeron los últimos movimientos nevadianos que dieron lugar a un aplanamiento tanto por deposición en unas áreas, como por deposición en otras, que se extendió en toda la selva peruana, para luego dar paso a una gran subsidencia y consiguiente transgresión marina hacia el Este a través del Portal Marañón, que comprende casi todo el Cretáceo, periodo en el cual se depositaron sedimentos en ambientes marino-litorales y profundos, con sucesión de transgresiones y regresiones menores por inestabilidad de elementos tectónicos.

Al finalizar el Cretáceo Superior, el mar se fue retirando paulatinamente hacia el Oeste, por emergencia de todo este territorio, sin deformación



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

estructural significativa en la Selva, que estuvo relacionada con la fase Quechuana de la orogenia andina. El marco tectónico de la sedimentación marina del Cretáceo se continuó casi exactamente hasta el Terciario para dar lugar a la deposición continental iniciada con la formación Huayabamba, que en la zona de estudio representa la última fase de deposición continuada.

2.7. GEOMORFOLOGÍA

Esta región se ubica en la zona morfo-estructural llamada Faja Sub-andina (Selva Alta), donde afloran rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas de origen continental, tectonizadas por pliegues y fallas a fines del Terciario y durante el Cuaternario (INGEOMIN, 1975). Geodinámica mente, en esta Zona Sub-andina se concentra la deformación que libera los esfuerzos producidos por el acercamiento entre el bloque andino y el Escudo Brasileño. Estructuralmente, la región está atravesada por grandes fallas de tipo inverso y transcurren tés, algunas de las cuales han sido clasificadas como: Grandes Lineamientos con probable actividad Cuaternaria (CERESIS, 1985). Asociadas a estas fallas se encuentran estructuras diapíricas de domos de sal, formados por concentración de flujos plásticos, las que facilitan el resbalamiento de los bloques fallados durante eventos tectónicos (Medina, 1991). La distribución de las fallas tectónicas mayores de esta región; tienen, por lo general, rumbos NNW-SSE y buzamientos hacia el oeste. La zona epicentral de los sismos de 1990 y 1991 se encuentra en las fallas de Pucatanbo (sur de Rioja) y de Angaiza (norte de Moyobamba), respectivamente. (Fuente: Informe Final Mapa De Peligros De La Ciudad De Lamas).




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

3. EXPLORACIÓN DE CAMPO

3.1. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Las Técnicas de Investigación de Campo aplicadas en el estudio son:

Técnica	NORMA APLICABLE
Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D 2487)
Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual – manual)	NTP 339.150 (ASTM D 2488)
Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción	NTP 339.162 (ASTM D 420)

Este sistema de exploración nos permite analizar directamente los diferentes estratos encontrados, así como sus principales características físicas y mecánicas, tales como: granulometría, color, humedad, plasticidad, compacidad, resistencia, expansión, etc.

Para el transporte de las Muestras se ha considerado la NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos.

3.2. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

El programa de investigación requiere la ejecución de 03 calicata de 1.50 metros promedio, de profundidad en la zona donde se proyecta el mejoramiento de la resistencia CBR del suelo a nivel de subrasante, para lo cual se extrajeron 3 muestras: 03 Muestra alterada en bolsa de plástico (Mah), 04 Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah).

3.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos que se muestran en la siguiente tabla, fueron ejecutados en cumplimiento estricto de las normas American Society Testing for Materials (A.S.T.M.) y las Normas Técnicas Peruanas, según el detalle siguiente:




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

ENSAYO REALIZADO	NORMA APLICABLE
Descripción visual - manual	(ASTM D2488)
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D4318)
Análisis granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D6913)
Límite Líquido, Límite Plástico e índice de Plasticidad	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Clasificación unificada de suelos	NTP 339.134 (ASTM D2487)
CBR	Ntp 339.145 (ASTM D – 1883)
PROCTOR MODIFICADO	NTP 339.141 (ASTM D-1557) METODO "A" MTC E-115

3.4. PERFIL DEL SUELO

El perfil del suelo se detalla a continuación:

Calicata C-01

Existe una capa de material orgánico de 0.00 a 0.50 m.

Un segundo estrato de 0.50 a 1.13m. El suelo es una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad de color anaranjado, de consistencia semi dura, con 0.00% de grava, 3.83% de arena, 96.17% de finos (que pasa la malla N°200), limite liquido de 37.50%, limite plástico 22.40% y índice plástico 15.10 Siendo su clasificación **SUCS "CL" y AASHTO "A-6(16)"**.

Un tercer estrato de 1.13 a 1.50m. El suelo limo inorganico de baja plasticida de color gris claro con betas de color naranja, de consistencia semi dura, con 0.00% de grava, 9.22% de arena, 90.78% de finos (que



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

pasa la malla N°200), limite líquido de 24.04% y índice plástico 22.40% y índice plástico 1.64. Siendo su clasificación **SUCS "ML" y AASHTO "A-4(0)"**.

Calicata C-02

Existe una capa de material orgánica con mezcla de raíces, con espesor de 0.00 a 0.60 m.

El segundo estrato de 0.60 a 1.50m. El suelo es un suelo arcilloso inorgánico de baja a media plasticidad de color marrón oscuro, con 0.00% de grava, 48.85% de arena, 51.15% de finos (que pasa la malla N°200), límite líquido de 47.15%, límite plástico 15.47% y índice plástico 31.68%. Siendo su clasificación **SUCS "CL" y AASHTO "A-7-6(12)"**.

Calicata C-03

Existe una capa de materia orgánica color negro, con espesor de 0.00 a 0.30 m

El segundo estrato de 0.30 a 1.50m. El suelo es una arena limosa-arcillosa naranjado claro, de consistencia semi dura, con 0.00% de grava, 61.79% de arena, 38.21% de finos (que pasa la malla N°200), límite líquido de 22.21%, límite plástico 15.45% y índice plástico 6.76. Siendo su clasificación **SUCS "SM-SC" y AASHTO "A-4(0)"**.

3.5. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA

Bajo la superficie del proyecto de investigación y en los alrededores de éste, no se halló el nivel freático hasta la profundidad de exploración (1.50 m. promedio)




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El presente estudio de Mecánica de Suelos tiene carácter Definitivo para los intereses del proyecto de investigación "Efecto de la adición del PET en la resistencia CBR de la subrasante con fines de mejoramiento para pavimentación en la Prolongación Jr. Manuel del Águila Cdra. 05, Moyobamba – 2020." Las recomendaciones vertidas son suficientes para la planeación de la parte constructiva del proyecto en mención.
- No se observa la presencia de nivel freático hasta la profundidad de exploración.
- Los resultados de los ensayos realizados en los CBR para la investigación lo cual tiene los siguientes resultados.

	C-01	C-02	C-03	1.5%	3.0%	5.0%
CBR al 100%	5.91	5.08	5.88	9.10	12.01	7.20

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio, se concluyó que la calicata N° 02 es la que presenta un menor porcentaje de CBR con 5.08 %, siendo considerado una subrasante pobre de acuerdo al Manual de carreteras del MTC, por lo cual se le considero como muestra patrón para esta investigación, adicionándole el 1.5%, 3% y 5% de PET con respecto a su peso, de lo cual el que mayor resistencia CBR obtuvo fue el 3% con 12.01% de CBR, pasando de una subrasante pobre a una subrasante buena. Por lo cual hace efectivo el uso del PET para mejorar la resistencia CBR de este tipo de suelo y puede ser usado como subrasante en la vía Prolongación Jr. Manuel del Águila – Cdra. 05, Moyobamba.



- La subrasante correspondiente a la profundidad de 1.50 m de la excavación en el terreno natural será clasificada en función al CBR, representativo en una de las 6 categorías siguientes:

Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

Categoría de subrasante	CBR
S0 Subrasante Inadecuada	CBR <3%
S1 Subrasante Pobre	De CBR \geq 3%
	A CBR <6%
S2 Subrasante Regular	De CBR \geq 6%
	A CBR <10%
S3 Subrasante Buena	De CBR \geq 10%
	A CBR <20%
S4 Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20%
	A CBR <30%
S5 Subrasante Excelente	CBR \geq 20%

Fuente: manual de geotécnico para carreteras MTC.

- La subrasante natural para alcanzar los niveles de rasante del proyecto deberá compactarse a un mínimo del 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor modificado.
- El suelo de la subrasante de la vía prolongación Jr. Manuel del Águila son suelo finos y para tener una buena resistencia CBR se recomienda agregar material PET triturado en un porcentaje de 3% o si no rellenar con un material granular seleccionado, preferentemente grava arenosa, bien o mal graduada, limpia o ligeramente limosa o ligeramente arcillosa, con partículas de no más de 4 pulg de tamaño máximo, con contenido de sales solubles totales no mayor de 5 000 p.p.m., libre de desmonte. Y que cumplen hasta un material clasificado como sub base el cual deberá ser compactado al 100% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado Este estudio de suelos es válido solo para el presente proyecto.
- Finalmente podemos concluir, que para el proyecto "Efecto de la adición del PET en la resistencia CBR de la subrasante con fines de mejoramiento para pavimentación en la prolongación jr. Manuel del águila cuadra 05 – Moyobamba - 2020". deberá tener en cuenta todas las conclusiones y recomendaciones antes descrita, dada la importancia de la obra, de tal manera que se asegure mayor estabilidad y durabilidad del afirmado a construir.



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva Hurtado, J.E.; "Cimentaciones superficiales". Curso de actualización. Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Civil. Tarapoto – Perú (2,004).
- Alva Hurtado, J.E.; "Dinámica de suelos". Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Sección de Postgrado. Lima – Perú (2,002).
- Berry – Reid; "Mecánica de suelos". Mc Graw Hill Internacional. México
- Crespo Villalaz, C.; "Mecánica de suelos y cimentaciones". Editorial Limusa, sexta reimpresión de la cuarta edición. México (1,998).
- Martínez Vargas, J.A.; "Geotecnia para ingenieros – Principios básicos. Volumen 1". Concytec. Lima – Perú (1,990).
- Martínez Vargas, J.A.; "Geotecnia para ingenieros – Mecánica de Suelos. Volumen 2". Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería. Lima – Perú (1,991).
- M. Das, B.; "principios de ingeniería de cimentaciones". Internacional Thomson Editores S.A. México (2,001).
- Morales Uchofen, W. "Asentamiento por consolidación". Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, facultad de Ingeniería Civil, sistemas y arquitectura. Chiclayo – Perú (1,998).
- Lambe – Whitman; "Mecánica de suelos". Editorial Limusa, decimocuarta reimpresión de la segunda edición. México (2,001).
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "N.T.E. E.060 – Concreto armado". Norma legal. Lima – Perú (2,006).
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "N.T.E. E.020 – Albañilería". Norma legal. Lima – Perú (2,006).




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233




8. **ANEXOS**

- TABLAS
- PANEL FOTOGRÁFICO
- ENSAYOS DE LABORATORIO




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

• CALICATA C-01 MUESTRA II

REGISTRO DE EXCAVACION										
Solicitante :		TESISTAS CARRERO ALEJANDRIA GIAN MARCO Y RAMREZ BARTUREN MARY PAOLA					Coordenadas:			
Proyecto:		"EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN					283436.00 m E		9331779.00 m S	
Ubicación :		PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA - CDR. 05					Fecha :		16-10-2020	
Componente :		FINES DE PAVIMENTACIÓN					Muestra:		TODAS	
Calicata	N° 01	NIVEL FREÁTICO NO PRESENTA	Prof. Exc.	1.50	Cota As.	855.00	(msnm)	ESPESOR	HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION			(m)	(%)	
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO					
855.00	I	Un primer estrato de material organico sin presencia de raíces	A-8	Pt			0.50	-	-	
854.50	II	En este segundo estrato el suelo es una arcilla inorganica de baja a media plasticidad, de color naranja claro, de consistencia semi dura	A-6	CL			0.63	-	-	
853.87	III	El suelo limo inorganico de baja plasticida de color gris claro con betas de color naranja, de consistencia semi dura, con 0.00% de grava, 9.22% de arena, 90.78% de finos (que pasa la malla N°200), limite liquido de 24.04, limite plástico 22.40% y indice plástico 1.64. Siendo su clasificación SUCS "ML" y AASHTO "A-4(0)".	A-4 (0)	OL			0.37	24.59	-	
853.50	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 A.S.T.M. (registro sin escala)									




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

Solicitante: TESISTAS CARRERO ALEJANDRIA GIAN MARCO Y RAMIREZ BARTUREN MARY PAOLA
Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA - CDR. 05
Descripción del material: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD
Calicata N° 01 M-II **Coordenadas:** 283436.00 m E 9331779.00 m S
Prof. de la Muestra 0.63-1.50 **Componente:** FINES DE PAVIMENTACIÓN
Fecha: 16-10-2020 **Hecho Por:** ING. LUIS LOPEZ MENDOZA CIP:75233

Determinación del % de Humedad Natural		ASTM-D4959- N.T.P. 339.127		
LATA	1	2	3	
PESO DE LATA grs	25.82	27.02	25.62	
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	123.69	141.41	133.85	
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	103.26	117.96	111.63	
PESO DEL AGUA grs	20.43	23.45	22.22	
PESO DEL SUELO SECO grs	77.44	90.94	86.01	
% DE HUMEDAD	26.38	25.79	25.83	
PROMEDIO % DE HUMEDAD	26.00			

OBSERVACIONES: _____
_____ **N.D.** _____




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233



Centro de Servicios,
 consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
 Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGULA CUADRA 05 - MOYOBAMBA - 2020° SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGULA - CDR. 05

Descripción del material: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Calicata: N° 01

Hecho Por: ING. LUIS LOPEZ MENDOZA CP:75233

Solicitante: TESIS TAs CARRERO ALEJANDRIA GIAN MARCO Y RAMIREZ BARTUREN MARY

Muestra: M-II

Prof. de la Muestra: 0.63-1.50

Fecha: 16-10-2020

Coordenadas: 283436.00 m E 9331779.00 m S

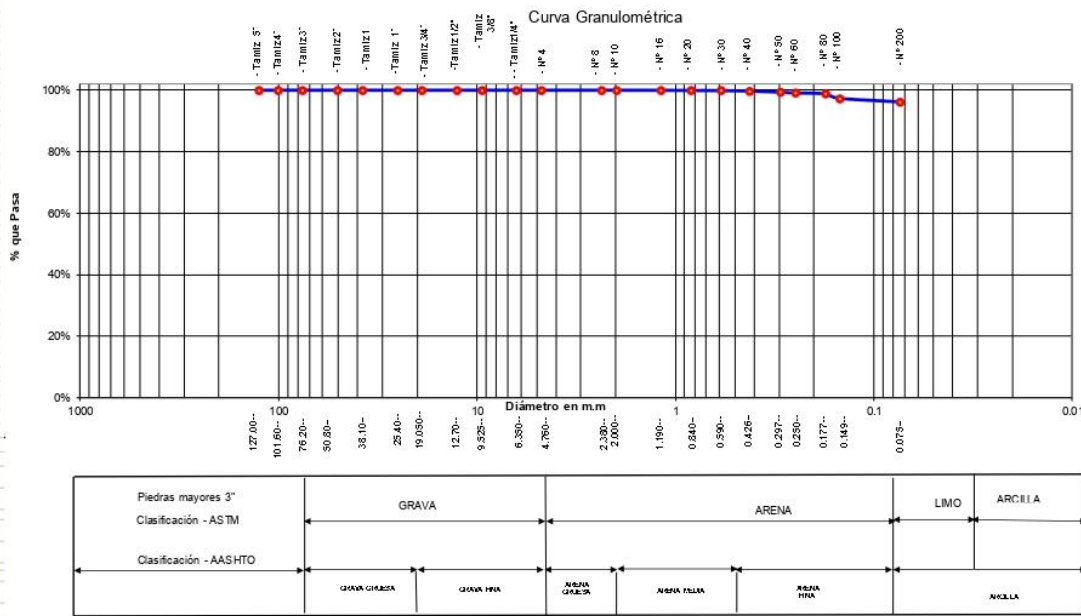
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 339.128

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Composición Granulométrica %				
Ø (mm)					GRAVA	0.00%	% QUE PASA PARA CLASIFICACION		
Tamiz 5"	127.00				ARBA	3.83%	Nº4 = 100.00%	Nº 40 = 99.71%	
Tamiz 4"	101.60				LIMOS Y ARCILLAS	96.17%	Nº10= 100.00%	Nº 200 = 96.17%	
Tamiz 3"	76.20				Descripción Muestra:				
Tamiz 2"	50.80				Grupo: Suelos de partículas finas Sub-Grupo: limos y arcillas				
Tamiz 1 1/2"	38.10				ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD				
Tamiz 1"	25.40				SUCS =	CL	AASHTO =	A-6(16)	
Tamiz 3/4"	19.050				LL	= 37.50	WT	= 50.00	
Tamiz 1/2"	12.700				LP	= 22.40	WT+SAL	= 350.00	
Tamiz 3/8"	9.525				IP	= 15.10	WSAL	= 300.00	
Tamiz 1/4"	6.350				IG	= 16	WT+SDL	= 61.48	
Nº 4	4.760						WSDL	= 29.00	
Nº 8	2.380				D	90=	% Finos	= 96.17	
Nº 10	2.000				D	60=	% ERR.	=	
Nº 16	1.190	0.10	0.03%	0.03%	D	30=	Cc	=	
Nº 20	0.840	0.16	0.05%	0.09%	D	10=	Cu	=	
Nº 30	0.590	0.17	0.06%	0.14%					
Nº 40	0.426	0.43	0.14%	0.29%					
Nº 50	0.297	1.05	0.35%	0.64%					
Nº 60	0.250	0.78	0.28%	0.90%					
Nº 80	0.177	0.81	0.27%	1.17%					
Nº 100	0.149	4.48	1.49%	2.66%					
Nº 200	0.074	3.51	1.17%	3.83%					
Fondo	0.01	0.77	0.28%	4.08%					
TOTAL	12.25								

Descripción del Suelo Ensayado:
 El suelo es una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad de color anaranjado, de consistencia semi dura, con 0.00% de grava, 3.83% de arena, 96.17% de finos (que pasa la malla Nº 200), limite líquido de 37.50%, limite plástico 22.40% y índice plástico 15.10 Siendo su clasificación SUCS "CL" y AASHTO "A-6(16)".

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	1	Peso del agua =	22.0
Peso del tarro =	26.2	Peso suelo húmedo =	106.8
Peso del tarro + Mh =	133.0	Peso suelo seco =	84.8
Peso del tarro + Ms =	111.0	% Humedad Muestra =	26.0



Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CP 75233



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA - CDR. 05

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Calicata: N° 01 M-III **Coordenadas:** 283436.00 m E 9331779.00 m S

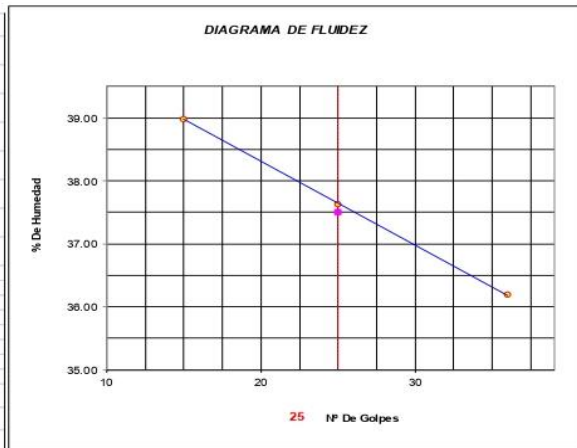
Perforación: Cielo Abierto **Progresiva:**

Hecho Por: Ing. Luis Lopez Mendoza CP: 75233 **Fecha:** 16-10-2020

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	26.86	26.83	25.55
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	57.34	57.77	55.77
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	48.79	49.31	47.74
PESO DEL AGUA grs	8.55	8.46	8.03
PESO DEL SUELO SECO grs	21.93	22.48	22.19
% DE HUMEDAD	38.99	37.63	36.19
NUMERO DE GOLPES	15	25	36

como debe ser el grafico



Indice de Flujo FI	0.24
Límite Líquido (%)	37.50
Límite Plástico (%)	22.40
Indice de Plasticidad Ip (%)	15.10
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(16)
Indice de consistencia Ic	0.76

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129




LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	28.69	26.17	25.36
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	58.73	56.94	55.98
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	53.24	51.30	50.38
PESO DEL AGUA grs	5.49	5.64	5.60
PESO DEL SUELO SECO grs	24.55	25.13	25.02
% DE HUMEDAD	22.36	22.44	22.38
% PROMEDIO	22.40		

OBSERVACIONES: _____



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CP 75233

• CALICATA C-01 MUESTRA III

REGISTRO DE EXCAVACION										
Solicitante :		TESISTAS CARRERO ALEJANDRIA GIAN MARCO Y RAMIREZ BARTUREN MARY PAOLA					Coordenadas:			
Proyecto:		"EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGULA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN					283436.00 m E		9331779.00 m S	
Ubicación :							PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGULA - CDR. 05			
Componente :		FINES DE PAVIMENTACIÓN					Muestra:		TODAS	
Calicata	N° 01	NIVEL FREATICO NO PRESENTA	Prof. Exc.	1.50	Cota As.	855.00	(msnm)	ESPESOR	HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPE (m)	HUM (%)	Observ.		
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO					
855.00	I	Un primer estrato de material organico sin presencia de raíces	A-8	Pt		0.50	-	-		
854.50	II	En este segundo estrato el suelo es una arcilla inorganica de baja a media plasticidad, de color naranja claro, de consistencia semi dura	A-6	CL		0.63	-	-		
853.87	III	El suelo limo inorganico de baja plasticida de color gris claro con betas de color naranja, de consistencia semi dura, con 0.00% de grava, 9.22% de arena, 90.78% de finos (que pasa la malla N°200), limite liquido de 24.04mite plástico 22.40% y índice plástico 1.64. Siendo su clasificación SUCS "ML" y AASHTO "A-4(0)".	A-4 (0)	OL		0.37	24.59	-		
853.50										
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 A.S.T.M. (registro sin escala)								




Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

Solicitante: TESISTAS CARRERO ALEJANDRIA GIAN MARCO Y RAMIREZ BARTUREN MARY PAOLA
Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA - CDR. 05
Descripción del material: LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD
Calicata N° 01 M-III **Coordenadas:** 283436.00 m E 9331779.00 m S
Prof. de la Muestra 0.63-1.50 **Componente:** FINES DE PAVIMENTACIÓN
Fecha: 16-10-2020 **Hecho Por:** ING. LUIS LOPEZ MENDOZA CIP:75233

Determinación del % de Humedad Natural **ASTM-D4959- N.T.P. 339.127**

LATA	1	2	3	
PESO DE LATA grs	25.98	26.77	27.13	
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	132.37	139.76	125.43	
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	111.83	117.96	105.18	
PESO DEL AGUA grs	20.54	21.80	20.25	
PESO DEL SUELO SECO grs	85.85	91.19	78.05	
% DE HUMEDAD	23.93	23.91	25.94	
PROMEDIO % DE HUMEDAD	24.59			

OBSERVACIONES: _____
_____ **N.D.** _____




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020* SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA - CDR. 05

Descripción del material: LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD

Calicata: N° 01

Hecho Por: ING. LUIS LOPEZ MENDOZA CP:75233

Solicitante: TESISTAS CARRERO ALEJANDRIA GIAN MARCO Y RAMIREZ BARTUREN MARY

Muestra: M-III

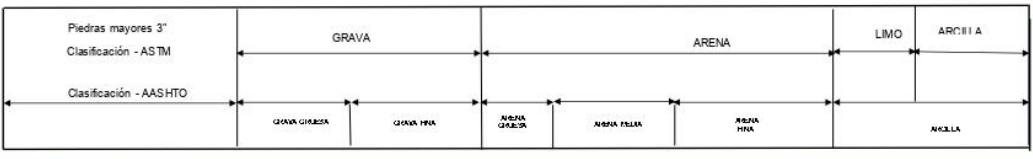
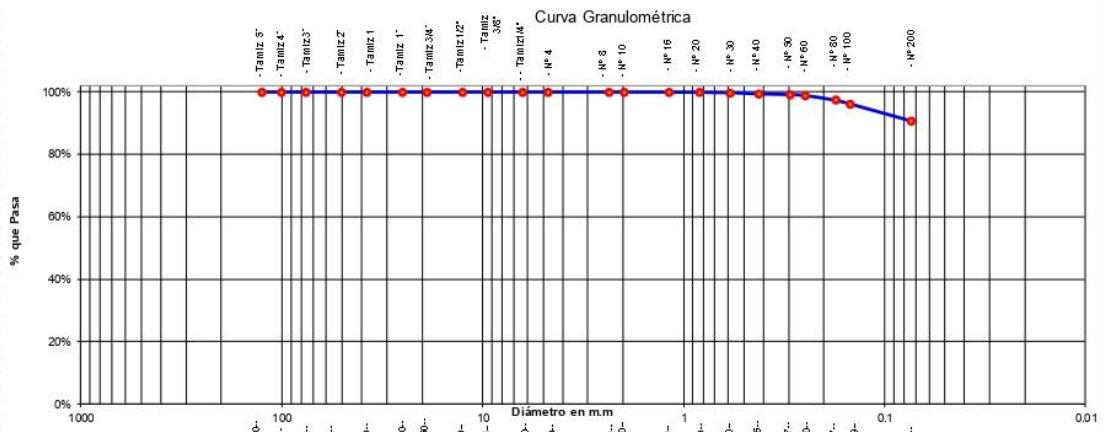
Prof. de la Muestra: 0.63-1.50

Fecha: 16-10-2020

Coordenadas: 283436.00 m E 9331779.00 m S

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 339.128

Tamices	Ø (mm)	Peso		% Retenido		% Que Pasa		Composición Granulométrica %							
		Retenido	Parcial	Parcial	Acumulado	Pasa	Grava	Arba	Limos y Arcillas	Grava	Arba	Limos y Arcillas			
Tamiz 5"	127.00							GRAVA	0.00%			% QUE PASA PARA CLASIFICACION			
Tamiz 4"	101.60							ARBA	9.22%			Nº4 = 100.00%	Nº 40 = 99.43%		
Tamiz 3"	76.20							LIMOS Y ARCILLAS	90.78%			Nº10= 100.00%	Nº 200 = 90.78%		
Tamiz 2"	50.80							Descripción Muestra:							
Tamiz 1 1/2"	38.10							Grupo: Suelos de partículas finas Sub-Grupo : limos y arcillas							
Tamiz 1"	25.40							LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD							
Tamiz 3/4"	19.050							SUCS =	OL	AASHTO =	A-4 (0)				
Tamiz 1/2"	12.700							LL	=	24.04	WT	=	90.00		
Tamiz 3/8"	9.525							LP	=	22.40	WT+SAL	=	350.00		
Tamiz 1/4"	6.350							IP	=	1.64	WSAL	=	300.00		
Nº 4	4.760							IG	=	0	WT+SDL	=	77.85		
Nº 8	2.380										WSDL	=	29.00		
Nº 10	2.000				0.00%	100.00%		D	90=		% Finos	=	90.78		
Nº 16	1.190	0.09	0.03%	0.03%	99.97%			D	60=		% ERR.	=			
Nº 20	0.840	0.15	0.06%	0.08%	99.92%			D	30=		Cc	=			
Nº 30	0.590	0.42	0.14%	0.22%	99.78%			D	10=		Cu	=			
Nº 40	0.426	1.04	0.35%	0.57%	99.43%			Descripción del Suelo Ensayado:							
Nº 50	0.297	0.77	0.28%	0.82%	99.18%			El suelo limo inorganico de baja plasticida de color gris claro con betas de color naranja, de consistencia semi dura, con 0.00% de grava, 9.22% de arena, 90.78% de finos (que pasa la malla Nº200), limite liquido de 24.04, indice plástico 22.40% y indice plástico 1.64. Siendo su clasificación SUCS "ML" y AASHTO "A-4(0)".							
Nº 60	0.250	0.81	0.27%	1.09%	98.91%			% de Humedad Natural de la muestra ensayada							
Nº 80	0.177	4.47	1.49%	2.58%	97.42%			Número de tarro	=	1	Peso del agua	=	20.9		
Nº 100	0.149	3.51	1.17%	3.75%	96.25%			Peso del tarro	=	26.6	Peso suelo húmedo	=	105.9		
Nº 200	0.074	16.39	5.46%	9.22%	90.78%			Peso del tarro + Mh	=	132.5	Peso suelo seco	=	85.0		
Fondo	0.01	0.77	0.28%	9.47%	0.00%			Peso del tarro + Ms	=	111.7	% Humedad Muestra	=	24.5		
TOTAL		28.42													



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA - CDR. 05

Descripción del Suelo: LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD

Calicata: N° 01 MIII **Coordenadas:** 283436.00 m E 9331779.00 m S

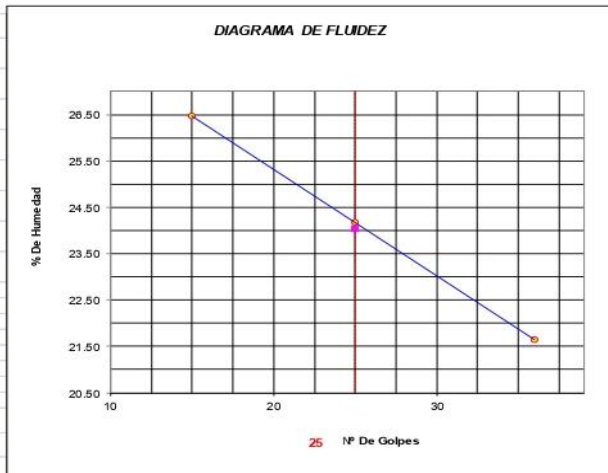
Perforación: Cielo Abierto **Progresiva:**

Hecho Por: Ing. Luis Lopez Mendoza CIP: 75233 **Fecha:** 16-10-2020

Determinación del Limite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	25.99	25.62	27.99
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	56.14	57.84	58.74
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	49.83	51.57	53.27
PESO DEL AGUA grs	6.31	6.28	5.47
PESO DEL SUELO SECO grs	23.84	25.95	25.28
% DE HUMEDAD	26.47	24.19	21.64
NUMERO DE GOLPES	15	25	36

como debe ser el grafico



Indice de Flujo FI	1.34
Límite Líquido (%)	24.04
Límite Plástico (%)	22.40
Indice de Plasticidad Ip (%)	1.64
Clasificación SUCS	OL
Clasificación AASHTO	A-4 (0)
Indice de consistencia Ic	-0.34

Determinación del Limite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	28.69	26.17	25.36
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	58.73	56.94	55.98
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	53.24	51.30	50.38
PESO DEL AGUA grs	5.49	5.64	5.60
PESO DEL SUELO SECO grs	24.55	25.13	25.02
% DE HUMEDAD	22.36	22.44	22.38
% PROMEDIO	22.40		

OBSERVACIONES: _____




Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233



Centro de Servicios,
 consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
 Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
 Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 - MOYOBAMBA - 2020* SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA - CDR. 05

Descripción del Suelo: LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD

Calicata: N° 01 MII **Coordenadas:** 283436.00 m E 9331779.00 m S

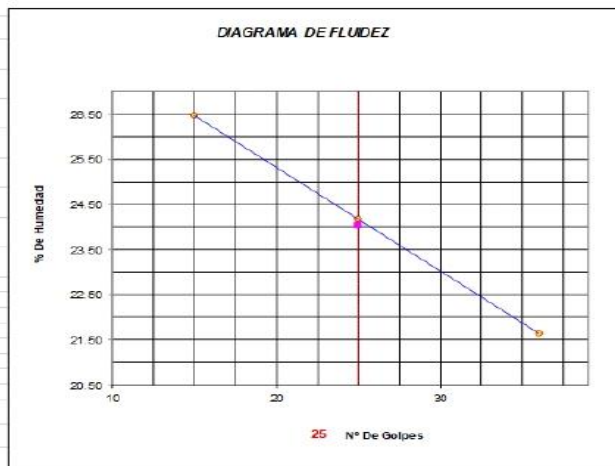
Perforación: Cielo Abierto **Progresiva:**

Hecho Por: Ing. Luis Lopez Mendoza CIP: 75233 **Fecha:** 16-10-2020

Determinación del Limite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	25.99	25.62	27.99
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	56.14	57.84	58.74
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	49.83	51.57	53.27
PESO DEL AGUA grs	6.31	6.28	5.47
PESO DEL SUELO SECO grs	23.84	25.95	25.28
% DE HUMEDAD	26.47	24.19	21.04
NUMERO DE GOLPES	15	25	36

como debe ser el gráfico



Indice de Flujo FI	1.34
Limite Líquido (%)	24.04
Limite Plástico (%)	22.40
Indice de Plasticidad Ip (%)	1.64
Clasificación SUCS	OL
Clasificación AASHTO	A-4 (0)
Indice de consistencia Ic	-0.34

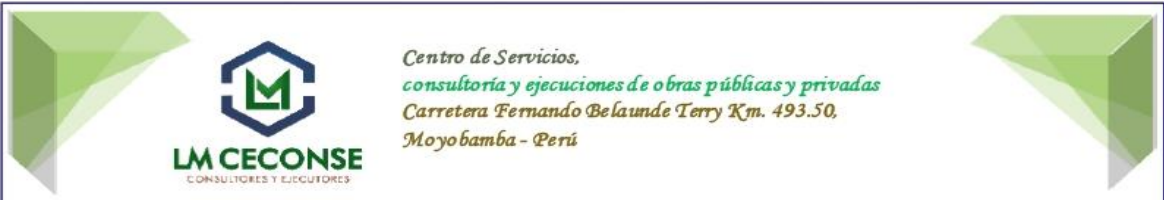
Determinación del Limite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	26.89	26.17	25.36
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	58.73	56.04	55.98
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	53.24	51.30	50.38
PESO DEL AGUA grs	5.49	5.04	5.60
PESO DEL SUELO SECO grs	24.55	25.13	25.02
% DE HUMEDAD	22.36	22.44	22.38
% PROMEDIO	22.40		

OBSERVACIONES: _____



Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233



Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA - CDR. 05

Descripción del Suelo: LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Calicata N° 01 M-III 0.63-1.50

Coordenadas: 283436.00 m E 9331779.00 m S

Fecha: 16-10-2020

Progresiva: -

N° Golpes / capa:	56	N° Capas:	5	Peso del Martillo:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde:		Diametro:	10.10 cm ²	Altura:	11.60 cm
		Sobrecarga:	10 Lbs.	Vol.:	929.37 cm ³

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115

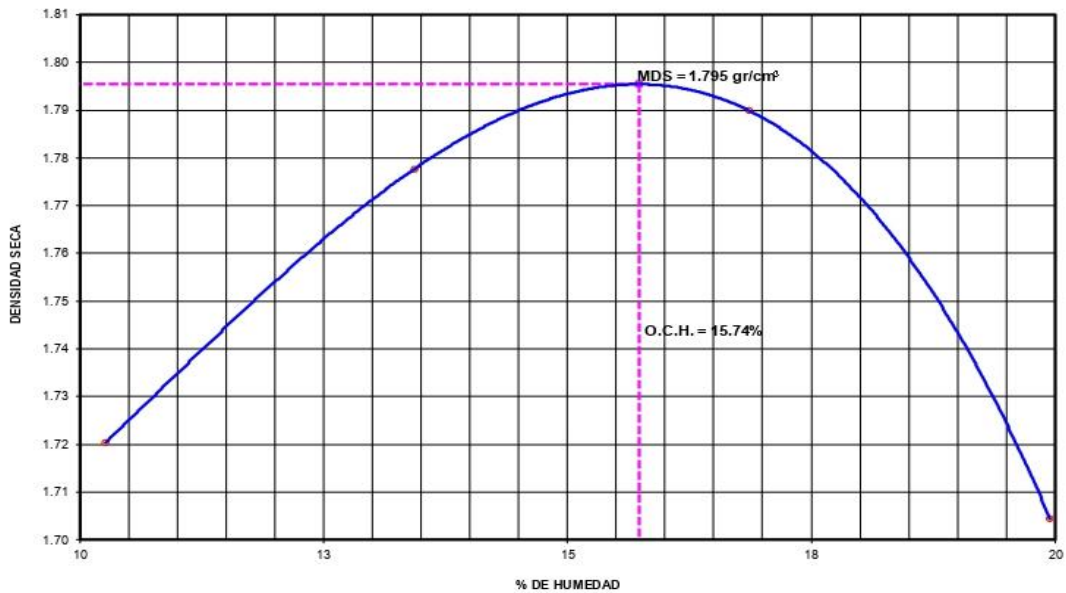
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N°	1	2	3	4				
PESO DEL TARRO (grs)	25.78	25.49	26.79	27.29	26.87	26.85	24.85	25.60
PESO DEL TARRO+ MUESTRA HÚMEDA	85.92	85.77	87.49	87.37	87.32	87.75	85.59	85.65
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	80.32	80.16	80.31	80.25	78.60	78.96	75.49	75.66
PESO DEL AGUA (grs)	5.60	5.61	7.18	7.12	8.72	8.79	10.10	9.99
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	54.5	54.7	53.5	53.0	51.7	52.1	50.6	50.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	10.27	10.26	13.42	13.44	16.86	16.87	19.94	19.96
% PROMEDIO	10.26	13.43	16.86	19.95				

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.26	13.43	16.86	19.95
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	3368.00	3479.00	3549.00	3505.00
PESO DEL MOLDE (grs)	1605.00	1605.00	1605.00	1605.00
PESO DEL SUELO (grs)	1763	1874	1944	1900
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	1.90	2.02	2.09	2.04
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.72	1.78	1.79	1.70
Densidad Máxima (grs/cm ³)				1.795
Humedad Óptima%				15.74

COMPACTACION



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA - CDR. 05

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Calicata N° 01 M-III 0.63-1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 283436.00 m E 9331779.00 m S Fecha: 21-11-2020

Progresiva: -

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 11.70 cm

Dimensiones del Molde Diámetro: 15.20 cm Altura: 11.70 cm

Sobrecarga: Vol.: 2123.07 cm3

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	25				12	
PESO DEL TARRO (grs)	27.56	27.50	27.65	27.56	27.99	27.23
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	88.23	88.21	88.88	88.68	88.26	88.42
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	79.80	80.15	80.70	80.23	80.15	80.03
PESO DEL AGUA (grs)	8.43	8.06	8.18	8.45	8.11	8.39
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	52.24	52.65	53.05	52.67	52.16	52.80
CONTENIDO DE HUMEDAD %	16.14	15.31	15.42	16.04	15.55	15.89
% PROMEDIO	15.72		15.73		15.72	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	15.72	15.73	15.72
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9575.00	9395.00	9112.00
PESO DEL MOLDE (grs)	5163.00	5161.00	5165.00
PESO DEL SUELO (grs)	4412.00	4234.00	3947.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.08	1.99	1.86
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.796	1.723	1.607

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Nº GOLPES 56			Nº GOLPES 25			Nº GOLPES 12				
			Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN			
				Dial	m.m		%	Dial		m.m	%	Dial	m.m
21/11/2020	12:32:00 p.m.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	117
21/11/2020	12:32:00 p.m.	24	1.3	1.32	1.13	2.0	2.03	1.74	2.4	2.41	2.06	117	
21/11/2020	12:32:00 p.m.	48	1.5	1.55	1.32	2.2	2.16	1.85	2.5	2.54	2.17	117	
21/11/2020	12:32:00 p.m.	72	1.8	1.83	1.56	2.3	2.29	1.95	2.7	2.67	2.28	117	
21/11/2020	12:32:00 p.m.	96	1.8	1.83	1.56	2.3	2.29	1.95	2.7	2.67	2.28	117	

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56 Nº de golpes				Molde Nº 25 Nº de golpes				Molde Nº 12 Nº de golpes			
	Lec	Dial	CORRECCIÓN		Lec	Dial	CORRECCIÓN		Lec	Dial	CORRECCIÓN	
			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2
0.000	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.025	24.5	53.02	17.67		17.1	38.71	12.90		10.8	24.81	8.27	
0.050	44.1	96.24	32.08		30.8	68.87	22.96		19.4	43.87	14.62	
0.075	63.7	139.46	46.49		44.5	99.03	33.01		28.1	62.92	20.97	
0.100	80.9	177.27	59.09	5.91	56.4	125.43	41.81	4.18	35.6	79.59	26.53	2.65
0.150	111.5	244.80	81.60		77.8	172.56	57.52		49.1	109.35	36.45	
0.200	136.5	299.91	99.97	10.00	95.2	211.02	70.34	7.03	60.2	133.64	44.55	2.97
0.250	159.9	351.63	117.21		111.6	247.12	82.37		70.5	156.45	52.15	
0.300	178.9	393.36	131.12		124.8	276.25	92.08		78.8	174.84	58.28	
0.400	198.0	431.18	143.73		136.8	302.64	100.88		86.4	191.51	63.84	
0.500	192.1	422.65	140.88		134.1	296.69	98.90		84.7	187.75	62.58	

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-874-009 desvs.45



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233



Centro de Servicios,
 consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
 Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
 Moyobamba - Perú



Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA - CDR. 05

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Coordenadas: 283436.00 m E 9331779.00 m S

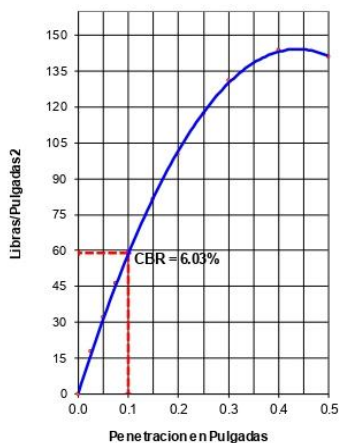
Calicata N° 01 M-III 0.63-1.50

Progresiva: -

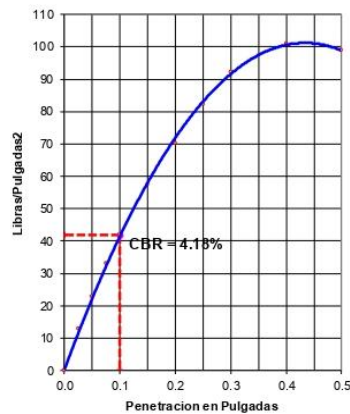
Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: 21-11-2020

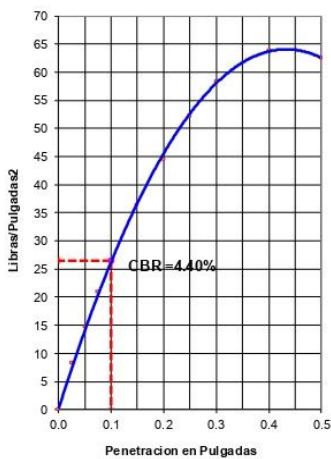
56 GOLPES



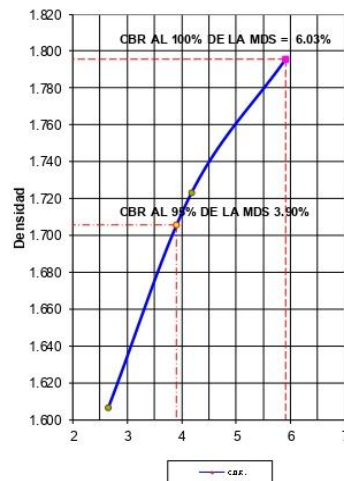
25 GOLPES



12 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLPES	W%	grs/cm3	EXPANC. mm	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	15.72	1.796	1.56	100	5.91		
25	15.73	1.723	1.95	96	4.18	3.90	
12	15.72	1.607	2.28	87	2.65		5.91

Luis López Mendoza
 Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 73233

• CALICATA C-02



REGISTRO DE EXCAVACION

Solicitante :		TESISTAS: CARRERO ALEJANDRIA GIAN MARCO Y RAMIREZ BARTUREN MARY PAOLA					Coordenadas:			
Proyecto:		"EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN					283351.00 m E			
							933197.00 m S			
Ubicación :		PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA					Fecha :		16-10-2020	
Componente :		FINES DE PAVIMENTACIÓN					Muestra:		TODAS	
Calicata	N° 02	NIVEL FREATICO NO PRESENTA	Prof. Exc.	1.50	Cota As.	852.00 (msnm)	ESPESOR	HUMEDAD	Observ.	
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION					
					AASHTO	SUCS	SIMBOLO	(m)	(%)	
852.00	I	Un primer estrato de material organico con presencia de raíces			A-8	Pt		0.60	-	-
851.40	II	El suelo es una suelo arcilloso inorgánica de baja a media plasticidad de color marron oscuro, de consistencia semi dura, con 0.00% de grava, 48.85% de arena, 51.15% de finos (que pasa la malla N°200), limite liquido de 47.15%, limite plástico 15.47% y índice plástico 31.68%. Siendo su clasificación SUCS "CL" y AASHTO "A-7-6(12)".			A-7-6(12)	CL		0.90	15.63	-
850.50										
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 A.S.T.M. (registro sin escala)								



Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

Solicitante: TESISTAS: CARRERO ALEJANDRIA GIAN MARCO Y RAMIREZ BARTUREN MARY PAOLA
Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA
Descripción del material: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD
Calicata N° 02 M-II **Coordenadas:** 283351.00 m E 933197.00 m S
Prof. de la Muestra 0.60-1.50 **Componente:** FINES DE PAVIMENTACIÓN
Fecha: 16-10-2020 **Hecho Por:** ING. LUIS LOPEZ MENDOZA CIP:75233

Determinación del % de Humedad Natural **ASTM-D4959- N.T.P. 339.127**

LATA	1	2	3	
PESO DE LATA grs	25.72	26.14	26.05	
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	167.29	171.58	144.84	
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	148.27	152.21	128.45	
PESO DEL AGUA grs	19.02	19.37	16.39	
PESO DEL SUELO SECO grs	122.55	126.07	102.40	
% DE HUMEDAD	15.52	15.36	16.01	
PROMEDIO % DE HUMEDAD	15.63			

OBSERVACIONES: _____
_____ **N.D.** _____



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 - MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA

Descripción del material: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Muestra: M-II

Calicata: N° 02

Prof. de la Muestra: 0.60-1.50

Hecho Por: ING. LUIS LOPEZ MENDOZA CIP: 75233

Fecha: 16-10-2020

Solicitante: TESISTAS: CARRERO ALEJANDRIA GIAN MARCO Y RAMIREZ BARTUREN MARY Coordinadas: 28335 1.00 m E 933197.00 m S

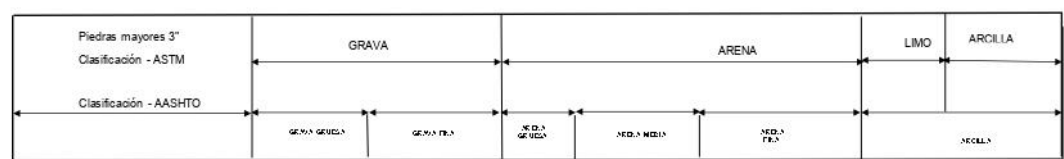
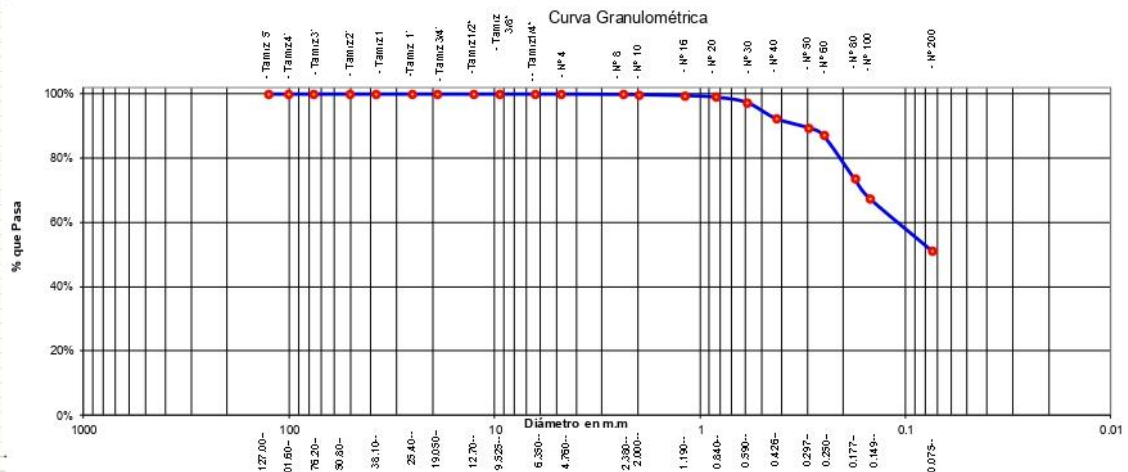
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 339.128

Tamices	Peso Retenido	% Retenido		% Que Pasa	Composición Granulométrica %			
		Parcial	Acumulado		GRAVA	ARENA	UMOS Y ARCILLAS	% QUE PASA PARA CLASIFICACION
Ø (mm)					0.00%	48.85%	51.15%	N°4 = 100.00% N°10= 99.84% N° 200 = 51.15%
Tamiz 5"	127.00							
Tamiz 4"	101.60							
Tamiz 3"	76.20							
Tamiz 2"	50.80							
Tamiz 1 1/2"	38.10							
Tamiz 1"	25.40							
Tamiz 3/4"	19.050							
Tamiz 1/2"	12.700							
Tamiz 3/8"	9.525							
Tamiz 1/4"	6.350							
N° 4	4.760							
N° 8	2.380							
N° 10	2.000							
N° 16	1.190	0.90	0.30%	0.46%	99.54%			
N° 20	0.840	1.45	0.48%	0.94%	99.06%			
N° 30	0.590	5.01	1.67%	2.61%	97.39%			
N° 40	0.426	14.92	4.97%	7.58%	92.42%			
N° 50	0.297	8.68	2.89%	10.48%	89.52%			
N° 60	0.250	7.25	2.42%	12.89%	87.11%			
N° 80	0.177	40.12	13.37%	26.27%	73.73%			
N° 100	0.149	18.58	6.19%	32.46%	67.54%			
N° 200	0.074	49.18	16.39%	48.85%	51.15%			
Fondo	0.01	0.98	0.33%	49.18%	0.00%			
TOTAL		147.54						

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
SUCS =	CL	AASHTO =	A-7-6(12)
LL =	47.15	WT =	50.00
LP =	15.47	WT+SAL =	350.00
IP =	31.68	WSAL =	300.00
IG =	12	WT+SDL =	198.56
		WSDL =	29.00
D 90 =		% Finos =	51.15
D 60 =		% ERR. =	
D 30 =		Cc =	
D 10 =		Cu =	

Descripción del Suelo Ensayado:
El suelo es una **suelo arcilloso inorgánica de baja a media plasticidad de color marron oscuro, de consistencia semi dura, con 0.00% de grava, 48.85% de arena, 51.15% de finos (que pasa la malla N°200), limite líquido de 47.15%, limite plástico 15.47% y indice plástico 31.68%. Siendo su clasificación SUCS "CL" y AASHTO "A-7-6(12)".**

% de Humedad Natural de la muestra ensayada			
Número de tarro =	1	Peso del agua =	18.3
Peso del tarro =	26.0	Peso suelo húmedo =	135.3
Peso del tarro + Mh =	161.2	Peso suelo seco =	117.0
Peso del tarro + Ms =	143.0	% Humedad Muestra =	15.6



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

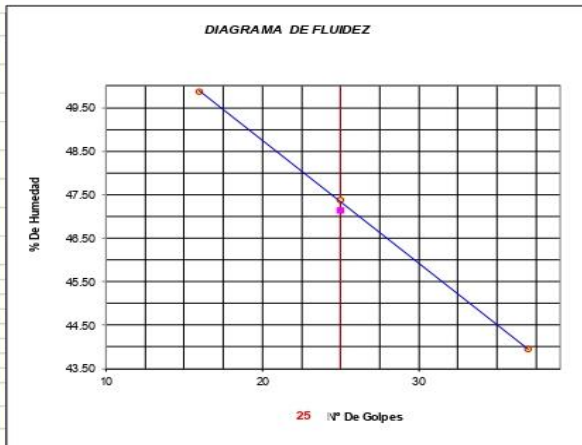
LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA
Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD
Calicata: N° 02 M-II **Coordenadas:** 283351.00 m E 933197.00 m S
Perforación: Cielo Abierto **Progresiva:**
Hecho Por: Ing. Luis Lopez Mendoza CIP: 75233 **Fecha:** 16-10-2020

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	25.72	26.76	26.01
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	56.22	57.21	55.82
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	46.07	47.42	46.72
PESO DEL AGUA grs	10.15	9.79	9.10
PESO DEL SUELO SECO grs	20.35	20.66	20.71
% DE HUMEDAD	49.88	47.39	43.94
NUMERO DE GOLPES	16	25	37



Índice de Flujo Fi	0.01
Límite Líquido (%)	47.15
Límite Plástico (%)	15.47
Índice de Plasticidad Ip (%)	31.68
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(12)
Índice de consistencia Ic	0.99

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	27.30	25.78	26.73
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	57.30	55.85	56.89
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	53.24	51.86	52.85
PESO DEL AGUA grs	4.06	3.99	4.04
PESO DEL SUELO SECO grs	25.94	26.08	26.12
% DE HUMEDAD	15.65	15.30	15.47
% PROMEDIO	15.47		

OBSERVACIONES: _____



Luis López Mendoza
Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA
 Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD
 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN
 Calicata: N° 02 M-II 0.60-1.50
 Coordenadas: 283351.00 m E 933197.00 m S Fecha: 16-10-2020
 Progresiva: -

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde: Diámetro: 10.10 cm² Altura: 11.60 cm
 Sobrecarga: 10 Lbs. Vol: 929.37 cm³

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115

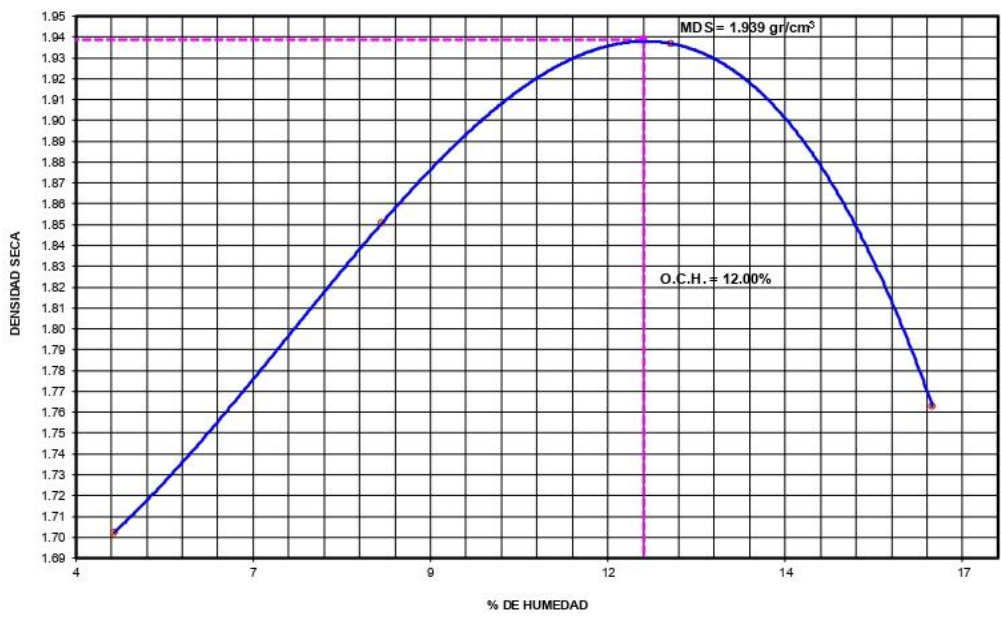
Determinación del contenido de Humedad


MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	25.78	25.49	26.18	26.72
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	85.92	85.77	86.36	87.88
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	83.30	83.16	79.73	79.45
PESO DEL AGUA (grs)	2.62	2.61	6.63	8.43
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	57.5	57.7	53.6	52.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.55	4.53	12.38	16.07
% PROMEDIO	4.54	8.32	12.38	16.08

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.54	8.32	12.38	16.08
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	3259.00	3468.00	3628.00	3507.00
PESO DEL MOLDE (grs)	1605.00	1605.00	1605.00	1605.00
PESO DEL SUELO (grs)	1654	1863	2023	1902
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	1.78	2.00	2.18	2.05
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.70	1.85	1.94	1.76
Densidad Máxima (grs/cm ³)	1.939			
Humedad Óptima%	12.00			

COMPACTACION




Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Calicata N° 02 M-II 0.60-1.50

Componente : FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 283351.00 m E 933197.00 m S Fecha: 21-11-2020

Progresiva: -

N° Golpes / capa: 56 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde Diámetro: 15.20 cm2 Altura: 11.70 cm

Sobrecarga: 10 Lbs. Vol. 2123.07 cm3

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

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	26.25	26.01	25.33	26.01	27.99	27.99
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	76.96	76.10	75.28	76.02	77.56	77.49
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	71.58	70.64	69.90	70.69	72.15	72.28
PESO DEL AGUA (grs)	5.38	5.46	5.38	5.33	5.41	5.21
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	45.33	44.63	44.57	44.68	44.16	44.29
CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.87	12.23	12.07	11.93	12.25	11.76
% PROMEDIO	12.05		12.00		12.01	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.05	12.00	12.01
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9741.00	9530.00	9255.00
PESO DEL MOLDE (grs)	5131.00	5090.00	5099.00
PESO DEL SUELO (grs)	4610.00	4440.00	4156.00
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	2.17	2.09	1.96
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.938	1.867	1.748

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Lec Dial	N° GOLPES 56		N° GOLPES 25		N° GOLPES 12		m.m.M	
				EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN			
				m.m	%	m.m	%	m.m	%		
21/11/2020	12:32:00 p.m.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	117	
21/11/2020	12:32:00 p.m.	24	1.5	1.47	1.26	2.0	1.98	1.69	2.4	2.36	117
21/11/2020	12:32:00 p.m.	48	1.7	1.73	1.48	2.1	2.11	1.80	2.6	2.57	117
21/11/2020	12:32:00 p.m.	72	1.9	1.91	1.63	2.3	2.26	1.93	2.7	2.74	117
21/11/2020	12:32:00 p.m.	96	1.9	1.91	1.63	2.3	2.26	1.93	2.7	2.74	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde N° 56				Molde N° 25				Molde N° 12			
	N° de golpes	Lec Dial	CORRECCIÓN		N° de golpes	Lec Dial	CORRECCIÓN		N° de golpes	Lec Dial	CORRECCIÓN	
			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2
0.000	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.025	19.2	41.34	13.78		12.0	27.46	9.15		6.3	14.81	4.94	
0.050	36.0	78.38	26.13		25.0	56.13	18.71		13.1	29.78	9.93	
0.075	54.0	118.07	39.36		39.0	87.00	29.00		20.4	45.89	15.30	
0.100	69.6	152.47	50.82	5.08	52.2	116.10	38.70	3.87	27.2	61.08	20.36	2.04
0.150	105.6	231.85	77.28		79.2	175.64	58.55		41.3	92.16	30.72	
0.200	138.0	303.29	101.10	10.11	103.5	229.22	76.41	7.64	54.0	120.13	40.04	2.67
0.250	174.0	382.67	127.56		130.5	288.75	96.25		68.1	151.21	50.40	
0.300	208.8	459.40	153.13		156.6	346.30	115.43		81.7	181.25	60.42	
0.400	282.0	620.81	206.94		211.5	467.36	155.79		110.4	244.44	81.48	
0.500	354.0	779.57	259.86		265.5	586.43	195.48		138.6	306.59	102.20	

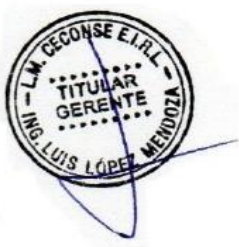
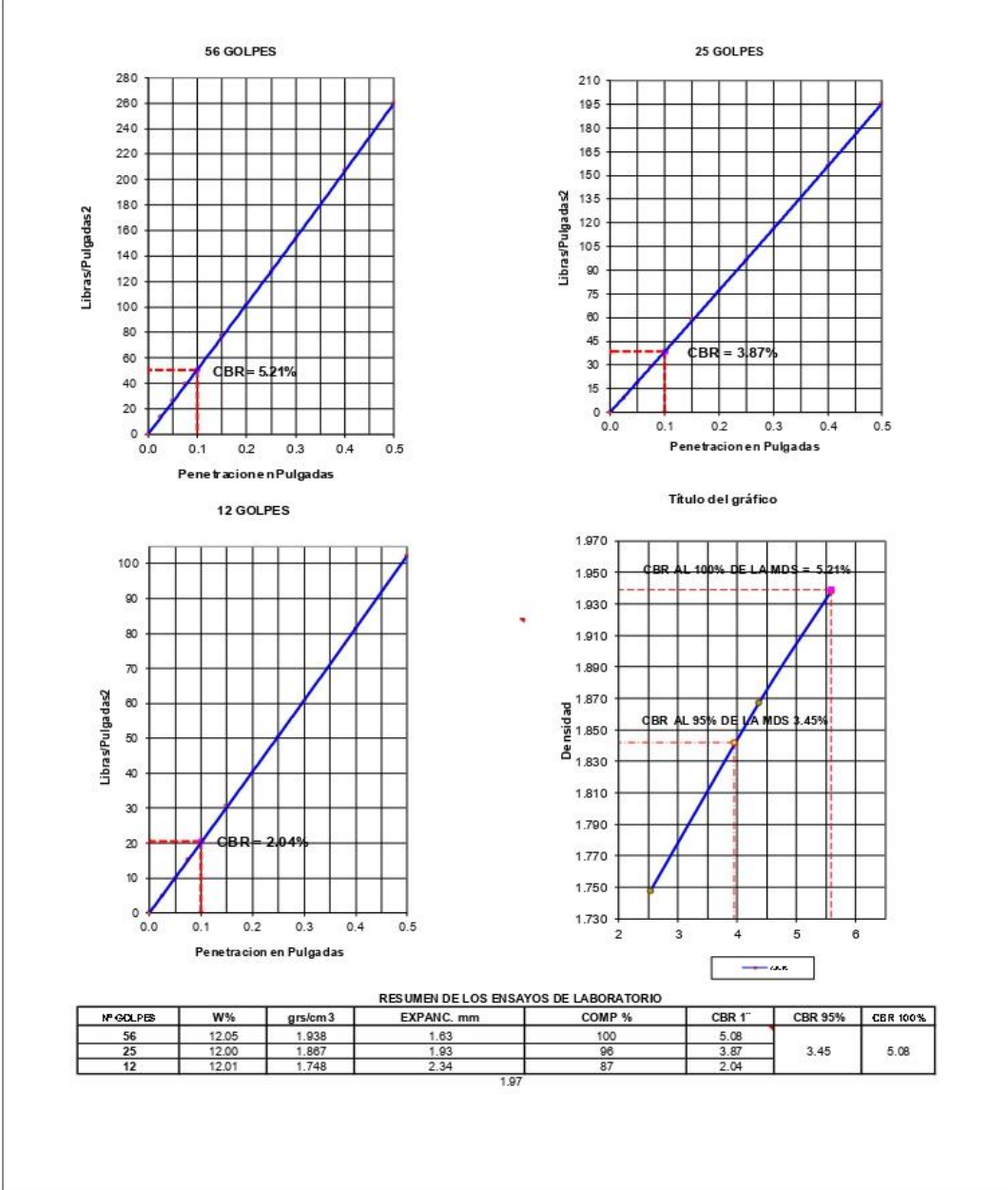
Observación : Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4.5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 - MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA
 Descripción del Suelo: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD
 Calicata: N° 02 M-II 0.60-1.50
 Coordenadas: 283351.00 m E 933197.00 m S
 Progresiva: -
 Fecha: 21-11-2020




Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233

• CALICATA C-03



Centro de Servicios,
 consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
 Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

Calicata

N° 03

REGISTRO DE EXCAVACION

Solicitante :		GRUPO CONSTRUCTOR ROJAS & RAMÍREZ S.A.C					Coordenadas:			
Proyecto:		"EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN					283197.00 m E			
							9331848.00 m S			
Ubicación :		PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA					Fecha : 16-10-2020			
Componente :		FINES DE PAVIMENTACIÓN					Muestra: TODAS			
Calicata	N° 03	NIVEL FREÁTICO NO PRESENTA	Prof. Exc.	1.80	Cota As.	875.00	(msnm)	ESPESOR	HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION			(m)	(%)	
					AASHTO	SUCS	SIMBOLO			
875.00	I	Un primer estrato de material organico con presencia de raíces			A-8	Pt		0.60	-	-
874.40										
874.40	II	El suelo es una arena fina de color anaranjado claro, de consistencia semi dura, con 0.00% de grava, 61.79% de arena, 38.21% de finos (que pasa la malla N°200), limite liquido de 22.21%, limite plástico 15.45% y índice plástico 6.76. Siendo su clasificación SUCS "SH" y AASHTO "A-6(18)".			A-4(0)	SM-SC		1.20	14.84	-
873.20										
OBSERVACIONES:		Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MB 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 A.S.T.M. (registro sin escala)								



Luis López Mendoza
Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

Solicitante: GRUPO CONSTRUCTOR ROJAS & RAMÍREZ S.A.C
Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 - MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA
Descripción del material: ARENA LIMOSA-ARCILLOSA
Calicata N° 03 M-II **Coordenadas:** 283197.00 m E 9331848.00 m S
Prof. de la Muestra 0.30-1.50 **Componente:** FINES DE PAVIMENTACIÓN
Fecha: 16-10-2020 **Hecho Por:** ING. LUIS LOPEZ MENDOZA CIP:75233

Determinación del % de Humedad Natural ASTM-D4959- N.T.P. 339.127

LATA	1	2	3	
PESO DE LATA grs	27.53	27.26	28.00	
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	205.38	186.79	211.92	
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	182.45	166.17	188.10	
PESO DEL AGUA grs	22.93	20.62	23.82	
PESO DEL SUELO SECO grs	154.92	138.91	160.10	
% DE HUMEDAD	14.80	14.84	14.88	
PROMEDIO % DE HUMEDAD	14.84			

OBSERVACIONES: _____
_____ **N.D.** _____




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233



Centro de Servicios,
 consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
 Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PETEN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA

Descripción del material: ARENA LIMOSA-ARCILLOSA

Calicata: N° 03

Hecho Por: ING. LUIS LOPEZ MENDOZA CIP:75233

Solicitante: GRUPO CONSTRUCTOR ROJAS & RAMÍREZ S.A.C

Muestra: M-II

Prof. de la Muestra: 0.30-1.50

Fecha: 16-10-2020

Coordenadas: 283197.00 m E 9331848.00 m S

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 339.128

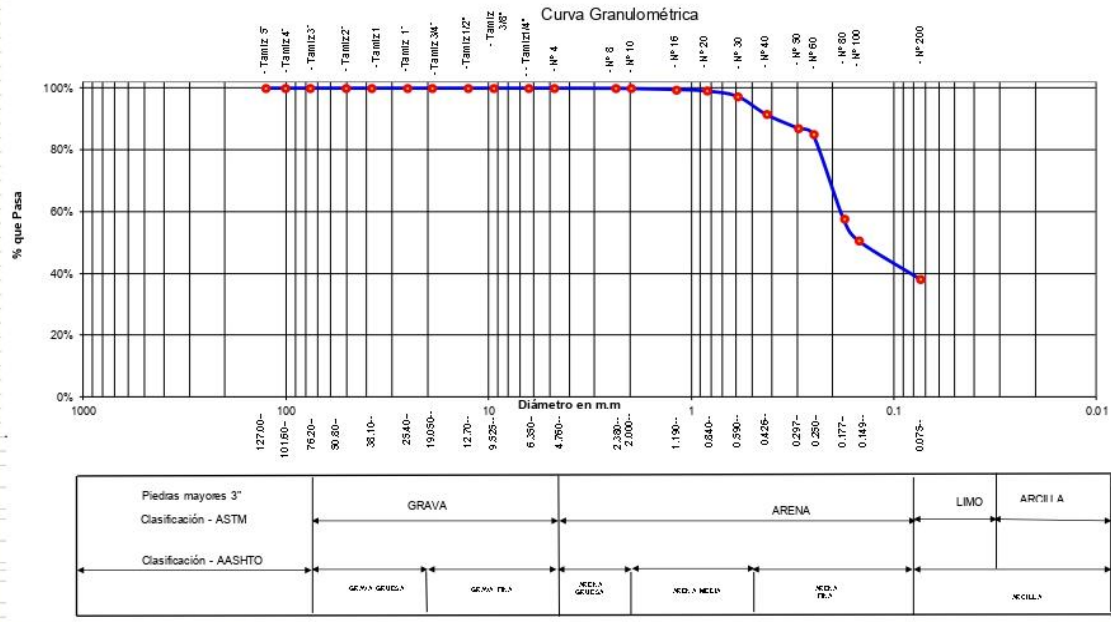
Tamices (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Composición Granulométrica %			
					GRAVA	ARENA	LIMOS Y ARCILLAS	% QUE PASA PARA CLASIFICACION
Tamiz 5"	127.00				0.00%	61.79%	38.21%	N°4 = 100.00% N°10 = 99.86% N°200 = 38.21%
Tamiz 4"	101.80							
Tamiz 3"	78.20							
Tamiz 2"	50.80							
Tamiz 1 1/2"	38.10							
Tamiz 1"	25.40							
Tamiz 3/4"	19.050							
Tamiz 1/2"	12.700							
Tamiz 3/8"	9.525							
Tamiz 1/4"	6.350							
N° 4	4.760							
N° 8	2.380							
N° 10	2.000		0.14%	99.86%				
N° 16	1.190	0.83	0.31%	0.45%	99.55%			
N° 20	0.840	1.42	0.47%	0.93%	99.07%			
N° 30	0.590	5.19	1.73%	2.68%	97.34%			
N° 40	0.428	17.46	5.82%	8.47%	91.53%			
N° 50	0.297	13.44	4.48%	12.95%	87.05%			
N° 60	0.250	6.03	2.01%	14.96%	85.04%			
N° 80	0.177	81.72	27.24%	42.20%	57.80%			
N° 100	0.149	21.41	7.14%	49.34%	50.66%			
N° 200	0.074	37.35	12.45%	61.79%	38.21%			
Fondo	0.01	1.87	0.62%	62.41%	0.00%			
TOTAL		197.24						

ARENA LIMOSA-ARCILLOSA			
SUCS =	SM-SC	AASHTO =	A-4(0)
LL =	22.21	WT =	50.00
LP =	15.45	WT+SAL =	350.00
IP =	6.76	WSAL =	300.00
IG =	0	WT+SDL =	235.37
		WSDL =	29.00
D 90 =		% Finos =	38.21
D 60 =		% ERR. =	
D 30 =		Cc =	
D 10 =		Cu =	

Descripción del Suelo Ensayado:
 El suelo es una arena fina de color anaranjado claro, de consistencia semi dura, con 0.00% de grava, 61.79% de arena, 38.21% de finos (que pasa la malla N°200), límite líquido de 22.21%, límite plástico 6.76 y índice plástico 15.45% y índice plástico 6.76. Siendo su clasificación SUCS "SH" y AASHTO "A-6(18)".

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	1	Peso del agua =	22.5
Peso del tarro =	27.6	Peso suelo húmedo =	173.8
Peso del tarro + Mh =	201.4	Peso suelo seco =	151.3
Peso del tarro + Ms =	178.9	% Humedad Muestra =	14.8



Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233



Centro de Servicios,
 consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
 Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
 Moyobamba - Perú

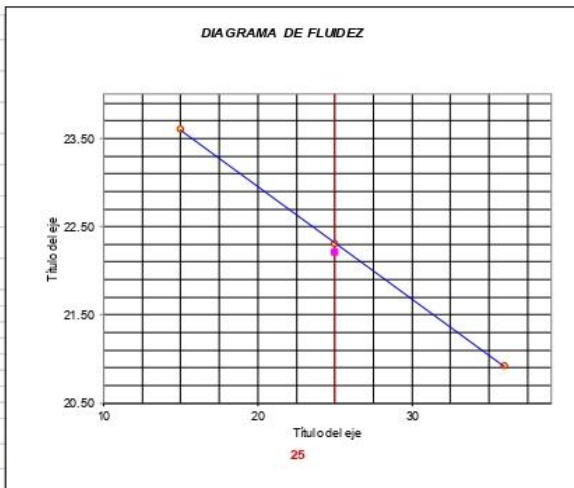
LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA
Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA-ARCILLOSA
Calicata: N° 03 M-II **Coordenadas:** 283197.00 m E 9331848.00 m S
Perforación: Cielo Abierto **Progresiva:**
Hecho Por: Ing. Luis Lopez Mendoza CIP: 75233 **Fecha:** 16-10-2020

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	25.29	26.47	25.75
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	55.45	56.68	55.80
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	49.69	51.17	50.60
PESO DEL AGUA grs	5.76	5.51	5.20
PESO DEL SUELO SECO grs	24.40	24.70	24.85
% DE HUMEDAD	23.61	22.31	20.93
NUMERO DE GOLPES	15	25	36



Indice de Flujo Fi	-0.09
Límite Líquido (%)	22.21
Límite Plástico (%)	15.45
Indice de Plasticidad Ip (%)	6.76
Clasificación SUCS	SM-SC
Clasificación AASHTO	A-4(0)
Indice de consistencia Ic	1.09

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	26.67	26.62	26.49
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	56.43	56.91	57.22
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	52.58	52.95	52.88
PESO DEL AGUA grs	3.85	3.96	4.34
PESO DEL SUELO SECO grs	25.91	26.33	26.39
% DE HUMEDAD	14.86	15.04	16.45
% PROMEDIO	15.45		

OBSERVACIONES: _____



Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233



Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA
 Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA-ARCILLOSA
 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN
 Calicada: N° 03 M-II 0.30-1.50
 Coordenadas: 283197.00 m E 9331848.00 m S Fecha: 16-10-2020
 Progresiva: -

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde: Diámetro: 10.10 cm² Altura: 11.60 cm
 Sobrecarga: 10 Lbs. Vol.: 929.37 cm³

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115

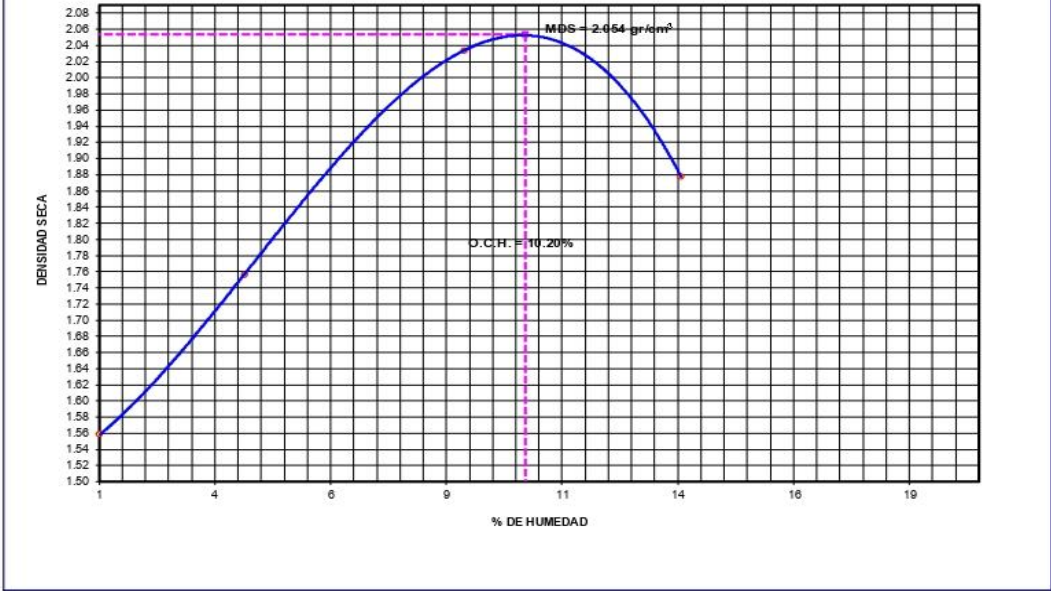
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	25.78	25.49	26.83	26.62
PESO DEL TARRO+ MUESTRA HÚMEDA	85.92	85.77	87.15	86.44
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	85.32	85.16	84.79	84.03
PESO DEL AGUA (grs)	0.60	0.61	2.36	2.41
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	59.5	59.7	58.0	57.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	1.01	1.02	4.07	4.20
% PROMEDIO	1.02	4.13	8.88	13.57

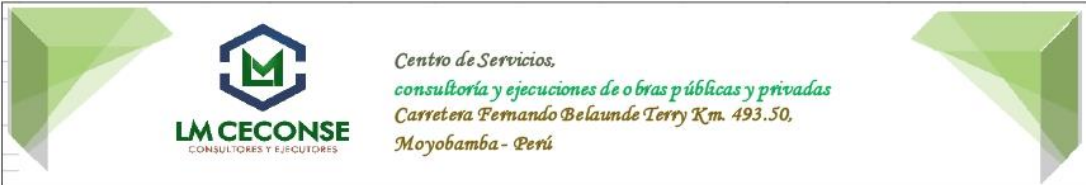
Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	1.02	4.13	8.88	13.57
PESO DEL SUELO+ MOLDE (grs)	3068.00	3305.00	3663.00	3587.00
PESO DEL MOLDE (grs)	1605.00	1605.00	1605.00	1605.00
PESO DEL SUELO (grs)	1463	1700	2058	1982
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	1.57	1.83	2.21	2.13
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.56	1.76	2.03	1.88
Densidad Máxima (grs/cm ³)				2.054
Humedad Óptima%				10.20

COMPACTACION



Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233



Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Calicata: N° 01 M-II 0.30-1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 259952.00 m E 9334609.00 m S Fecha: 16-10-2020

Progresiva: -

N° Golpes / capa: 56 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.20 cm2 Altura: 11.70 cm

Sobrecarga: 10 Lbs. Vol.: 2123.07 cm3

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

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	27.36	25.29	25.33	26.01	27.99	27.99
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	87.36	85.43	88.50	87.50	87.20	87.80
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	82.70	79.02	81.80	82.70	81.10	82.93
PESO DEL AGUA (grs)	4.66	6.41	6.70	4.80	6.10	4.87
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	55.34	53.73	56.47	56.69	53.11	54.94
CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.42	11.93	11.86	8.47	11.49	8.86
% PROMEDIO	10.18		10.17		10.17	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.18	10.17	10.17
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9655.80	9535.00	9559.80
PESO DEL MOLDE (grs)	4856.00	4897.00	5199.00
PESO DEL SUELO (grs)	4799.80	4638.00	4360.80
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	2.26	2.18	2.05
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.052	1.983	1.864

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 56			N° GOLPES 25			N° GOLPES 12			m.m.M
			Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		
				m.m	%		m.m	%		m.m	%	
21/11/2020	12:32:00 p.m.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	117
21/11/2020	12:32:00 p.m.	24	1.3	1.30	1.11	1.9	1.93	1.65	2.3	2.34	2.00	117
21/11/2020	12:32:00 p.m.	48	1.6	1.57	1.35	2.1	2.06	1.76	2.6	2.59	2.21	117
21/11/2020	12:32:00 p.m.	72	1.7	1.65	1.41	2.1	2.13	1.82	2.6	2.64	2.26	117
21/11/2020	12:32:00 p.m.	96	1.7	1.65	1.41	2.1	2.13	1.82	2.6	2.64	2.26	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde N° 56 N° de golpes				Molde N° 25 N° de golpes				Molde N° 12 N° de golpes			
	Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN		
		Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2	
0.000	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.025	19.6	42.22	14.07		15.1	34.34	11.45		9.1	21.00	7.00	
0.050	38.5	83.89	27.96		29.7	66.49	22.16		17.8	40.29	13.43	
0.075	59.5	130.20	43.40		45.9	102.21	34.07		27.5	61.73	20.58	
0.100	80.5	176.50	58.83	5.88	62.1	137.93	45.98	4.60	37.3	83.16	27.72	2.77
0.150	120.1	263.93	87.98		92.7	205.37	68.46		55.6	123.62	41.21	
0.200	162.8	357.86	119.29	11.93	125.6	277.84	92.61	9.26	75.3	167.10	55.70	3.71
0.250	203.0	446.62	148.87		156.6	346.30	115.43		94.0	208.18	69.39	
0.300	245.0	539.23	179.74		189.0	417.75	139.25		113.4	251.05	83.68	
0.400	331.5	729.88	243.29		255.7	564.82	188.27		153.4	339.29	113.10	
0.500	417.8	920.28	306.76		322.3	711.71	237.24		193.4	427.42	142.47	

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4.5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs .45



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

Proyecto: EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020 SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

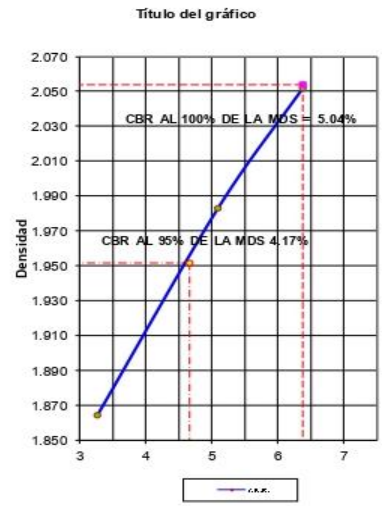
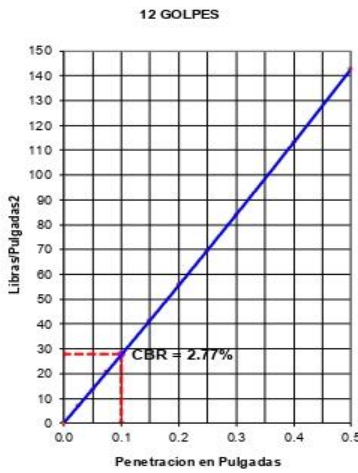
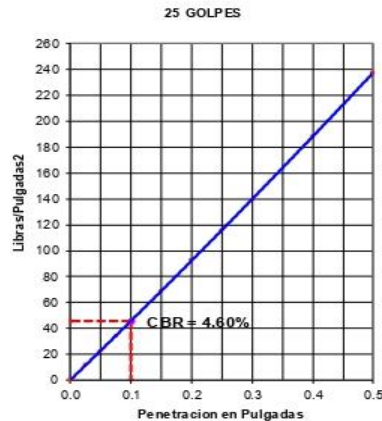
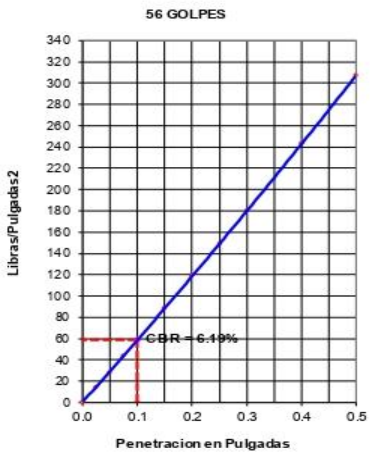
Calicata: N° 01 M-II 0.30-1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 259952.00 m E 9334609.00 m S

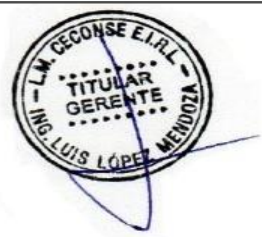
Progresiva: -

Fecha: 16-10-2020



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLPES	W%	grs/cm ³	EXPANC. mm	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	10.18	2.052	1.41	100	5.88		
25	10.17	1.983	1.82	96	4.60	4.17	5.88
12	10.17	1.864	2.26	87	2.77		




Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233

- ADICIÓN DEL 1.5% DE PET CALICATA C-02

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Calicata: N° 02 M-II 0.60-1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 283351.00 m E 933197.00 m S Fecha: 21-11-2020

Progresiva: -

N° Golpes / capa: 56 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.20 cm Altura: 11.70 cm

Sobrecarga: 10 Lbs. Vol: 2123.07 cm³

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

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	25.80	36.34	25.33	26.01	27.99	27.99
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	75.50	76.10	75.28	76.02	77.56	77.49
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	71.25	71.00	69.85	70.69	72.26	72.13
PESO DEL AGUA (grs)	4.25	5.10	5.43	5.33	5.30	5.36
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	45.45	34.66	44.52	44.68	44.27	44.14
CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.35	14.71	12.20	11.93	11.97	12.14
% PROMEDIO	12.03		12.06		12.06	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.03	12.06	12.06
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9689.00	9512.00	9260.00
PESO DEL MOLDE (grs)	5080.00	5079.00	5079.00
PESO DEL SUELO (grs)	4609.00	4433.00	4181.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	2.17	2.09	1.97
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.938	1.863	1.757

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 56				N° GOLPES 25				N° GOLPES 12			
			Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN	
				m.m	%		m.m	%		m.m	%		m.m	%
21/11/2020	12:32:00 p.m.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	117
21/11/2020	12:32:00 p.m.	24	1.1	1.14	0.98	1.9	1.88	1.61	2.3	2.29	1.95	1.17	117	
21/11/2020	12:32:00 p.m.	48	1.5	1.50	1.28	2.0	2.01	1.72	2.4	2.39	2.04	1.17	117	
21/11/2020	12:32:00 p.m.	72	1.7	1.65	1.41	2.1	2.06	1.76	2.5	2.49	2.13	117		
21/11/2020	12:32:00 p.m.	96	1.7	1.65	1.41	2.1	2.06	1.76	2.5	2.49	2.13	117		

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde N° 56 N° de golpes				Molde N° 25 N° de golpes				Molde N° 12 N° de golpes			
	Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN	
		Lbs	Lbs/Pulg2		Lbs	Lbs/Pulg2		Lbs	Lbs/Pulg2			
0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	
0.025	34.2	74.41	24.80	21.0	47.31	15.77		14.9	33.74	11.25		
0.050	63.0	137.92	45.97	40.6	90.52	30.17		28.7	64.31	21.44		
0.075	93.6	205.39	68.46	58.8	130.65	43.55		41.6	92.68	30.89		
0.100	124.2	272.86	90.95	9.10	86.9	192.70	64.23	6.42	61.5	136.56	45.52	4.55
0.150	189.0	415.75	138.58		132.3	292.72	97.57		93.6	207.29	69.10	
0.200	250.2	550.77	183.59	18.36	175.2	387.24	129.08	12.91	123.9	274.13	91.38	6.09
0.250	315.0	693.58	231.19		220.5	487.20	162.40		155.9	344.81	114.94	
0.300	378.0	832.49	277.50		264.6	584.44	194.81		187.1	413.58	137.86	
0.400	518.4	1142.07	380.69		362.9	801.15	267.05		256.6	566.82	188.94	
0.500	656.7	1447.05	482.35		459.7	1014.63	338.21		325.1	717.78	239.26	

Observación : Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs. 45

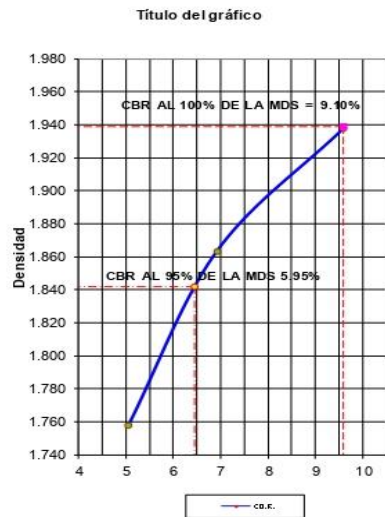
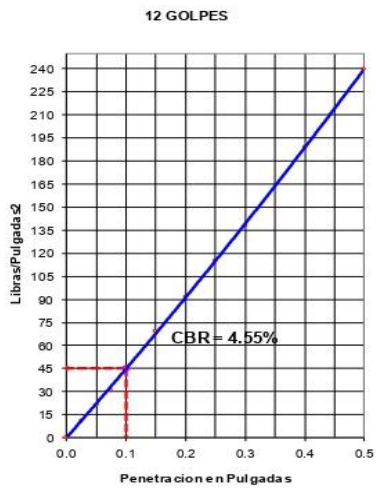
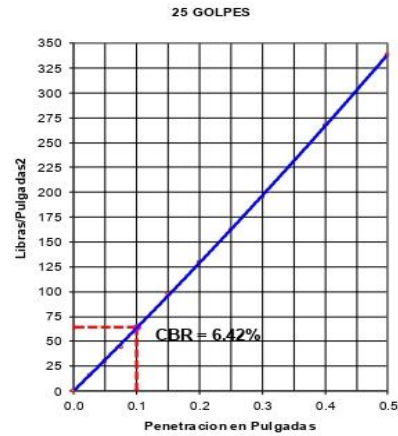
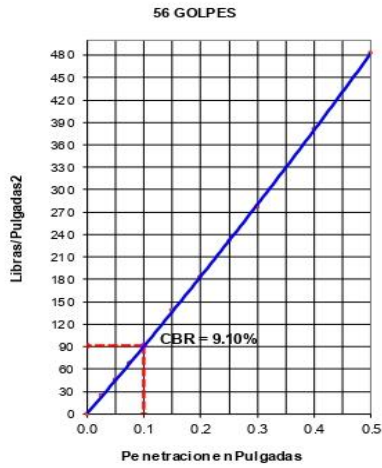


Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA
 Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD
 Calicata: N° 02 M-II 0.60-1.50
 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 283351.00 m E 933197.00 m
 Progresiva: -
 Fecha: 21-11-2020



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLPES	W%	grs/cm3	EXPANC. mm	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	12.03	1.938	1.41	100	9.10		
25	12.06	1.863	1.76	98	6.42	5.95	
12	12.06	1.757	2.13	87	4.55		9.10

1.765698006




Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233

- **ADICIÓN DEL 3% DE PET CALICATA C-02**

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA
Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD
Calicata: N° 02 M-II 0.60-1.50
Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN
Coordenadas: 283351.00 m E 933197.00 m S Fecha: 16-10-2020
Progresiva: -

N° Golpes / capa: 56 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.20 cm² Altura: 11.70 cm
Sobrecarga: 10 Lbs. Vol.: 2123.07 cm³

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

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	25.80	26.34	25.33	26.01	27.99	27.99
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	75.57	77.17	75.28	76.02	77.56	77.49
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	71.30	70.64	70.00	70.59	72.26	72.13
PESO DEL AGUA (grs)	4.27	6.53	5.28	5.43	5.30	5.36
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	45.50	44.30	44.67	44.58	44.27	44.14
CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.38	14.74	11.82	12.18	11.97	12.14
% PROMEDIO	12.06		12.00		12.06	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.06	12.00	12.06
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9688.90	9559.20	9460.00
PESO DEL MOLDE (grs)	5079.00	5128.00	5258.00
PESO DEL SUELO (grs)	4609.90	4431.20	4202.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	2.17	2.09	1.98
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.938	1.864	1.766

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 56			N° GOLPES 25			N° GOLPES 12			
			Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		
				m.m	%		m.m	%		m.m	%	
22/02/2020	12:32:00 p.m.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	117
23/02/2020	12:32:00 p.m.	24	1.1	1.14	0.98	1.5	1.47	1.26	1.8	1.78	1.52	117
24/02/2020	12:32:00 p.m.	48	12.4	12.45	10.64	16.0	16.00	13.68	1.9	1.93	1.65	117
25/02/2020	12:32:00 p.m.	72	1.3	1.35	1.15	1.7	1.70	1.45	2.0	2.01	1.72	117
26/02/2020	12:32:00 p.m.	96	1.3	1.35	1.15	1.7	1.70	1.45	2.0	2.01	1.72	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde N° 56 N° de golpes				Molde N° 25 N° de golpes				Molde N° 12 N° de golpes			
	Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN		
		Lbs	Lbs/Pulg ²			Lbs	Lbs/Pulg ²			Lbs	Lbs/Pulg ²	
0.000	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.025	47.3	103.21	34.40		37.5	83.75	27.92		22.5	50.65	16.88	
0.050	87.7	192.42	64.14		69.7	154.60	51.53		41.8	93.16	31.05	
0.075	125.1	274.89	91.63		99.4	220.09	73.36		59.6	132.45	44.15	
0.100	163.9	360.36	120.12	12.01	130.1	287.96	95.99	9.60	78.1	173.18	57.73	5.77
0.150	231.2	508.80	169.60		183.6	405.84	135.28		110.2	243.90	81.30	
0.200	299.8	659.97	219.99	22.00	238.0	525.89	175.30	17.53	142.8	315.93	105.31	7.02
0.250	358.1	788.70	262.90		284.4	628.12	209.37		170.6	377.27	125.76	
0.300	414.8	913.63	304.54		329.4	727.33	242.44		197.6	436.80	145.60	
0.400	510.1	1123.68	374.56		405.0	894.13	298.04		243.0	536.88	178.96	
0.500	586.5	1292.23	430.74		465.8	1027.98	342.66		279.5	617.19	205.73	

Observación : Penetración ejecutada en una prensa Multiplax E-50, con celda de 4.5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desv.45



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

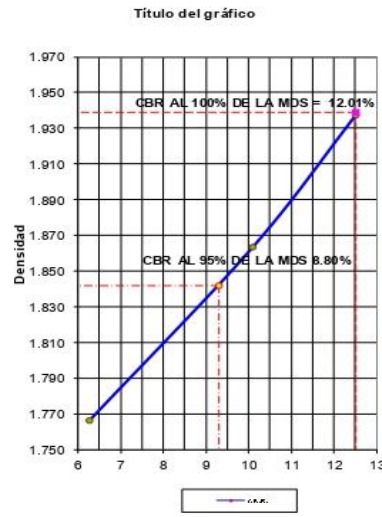
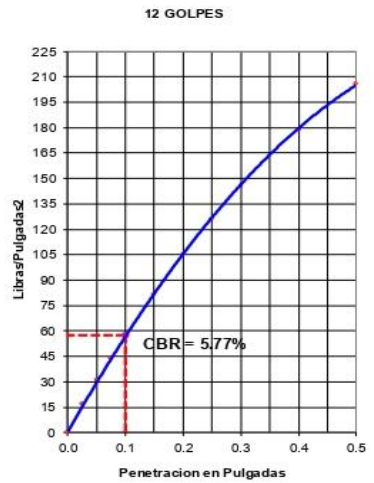
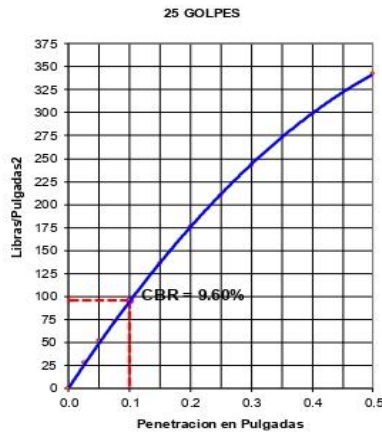
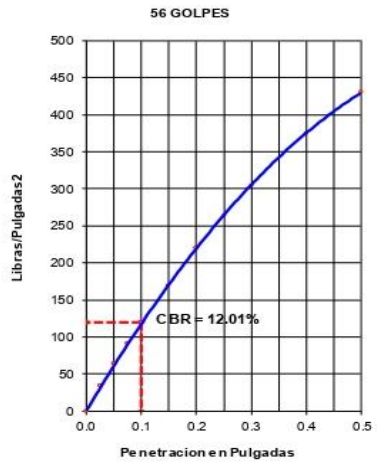
Calicata: N° 02 M-II 0.60-1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 283351.00 m E 933197.00 m S

Progresiva: -

Fecha: 16-10-2020



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLFES	W%	grs/cm ³	EXPANC. mm	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	12.06	1.938	1.15	100	12.01		
25	12.00	1.864	1.45	96	9.60	8.80	
12	12.06	1.766	1.72	87	5.77		12.01

1.44005698




Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233

ADICIÓN DEL 5% DE PET CALICATA C-02

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Calicata N° 02 M-II 0.60-1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 283351.00 m E 933197.00 m S

Fecha: 16-10-2020

Progresiva: -

Nº Golpes / capa:	56	Nº Capas:	5	Peso del Martillo:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde		Diametro:	15.20 cm ²	Altura:	11.70 cm
		Sobrecarga:	10 Lbs.	Vd.	2123.07 cm ³

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

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	25.74	26.82	25.33	26.01	27.99	27.99
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA (grs)	86.27	86.94	75.28	76.02	77.56	77.49
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	80.09	80.15	69.10	71.50	73.50	71.00
PESO DEL AGUA (grs)	6.18	6.79	6.18	4.52	4.06	6.49
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	54.35	53.33	43.77	45.49	45.51	43.01
CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.37	12.73	14.12	9.94	8.92	15.09
% PROMEDIO	12.05		12.03		12.01	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.05	12.03	12.01
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9669.00	9509.00	9191.00
PESO DEL MOLDE (grs)	5059.00	5077.00	5001.00
PESO DEL SUELO (grs)	4610.00	4432.00	4190.00
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	2.17	2.09	1.97
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.938	1.863	1.762

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 56				N° GOLPES 25				N° GOLPES 12				
			Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		
				Dial	m.m		%	Dial		m.m	%		Dial	m.m	%
22/02/2020	12:32:00 p.m.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	117
23/02/2020	12:32:00 p.m.	24	1.5	1.47	1.26	1.8	1.83	1.56	2.4	2.41	2.06	117			
24/02/2020	12:32:00 p.m.	48	1.6	1.60	1.37	2.0	1.98	1.69	2.5	2.49	2.13	117			
25/02/2020	12:32:00 p.m.	72	1.7	1.65	1.41	2.1	2.08	1.78	2.6	2.62	2.24	117			
26/02/2020	12:32:00 p.m.	96	1.7	1.65	1.41	2.1	2.08	1.78	2.6	2.62	2.24	117			

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde N° 56 Nº de golpes				Molde N° 25 Nº de golpes				Molde N° 12 Nº de golpes			
	Lec	CORRECCIÓN		Lec	CORRECCIÓN		Lec	CORRECCIÓN		Lec	CORRECCIÓN	
		Dial	Lbs		Lbs/Pulg ²	Dial		Lbs	Lbs/Pulg ²		Dial	Lbs
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.025	27.6	59.86	19.95	18.0	40.69	13.56	13.0	29.58	9.86			
0.050	50.4	110.13	36.71	37.8	84.35	28.12	27.2	61.01	20.34			
0.075	74.4	163.05	54.35	55.8	124.04	41.35	40.2	89.59	29.86			
0.100	98.4	215.97	71.99	7.20	73.8	163.73	54.58	5.46	53.1	118.16	39.39	3.94
0.150	150.0	329.75	109.92		112.5	249.06	83.02		81.0	179.61	59.87	
0.200	198.0	435.59	145.20	14.52	148.5	328.44	109.48	10.95	106.9	236.76	78.92	5.26
0.250	252.0	554.66	184.89		189.0	417.75	139.25		136.1	301.06	100.35	
0.300	306.0	673.73	224.58		229.5	507.05	169.02		165.2	365.35	121.78	
0.400	417.6	919.81	306.60		313.2	691.61	230.54		225.5	498.24	166.08	
0.500	533.1	1174.41	391.47		399.8	882.55	294.18		287.9	635.72	211.91	

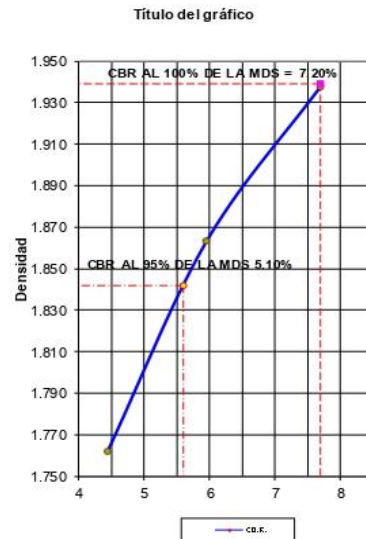
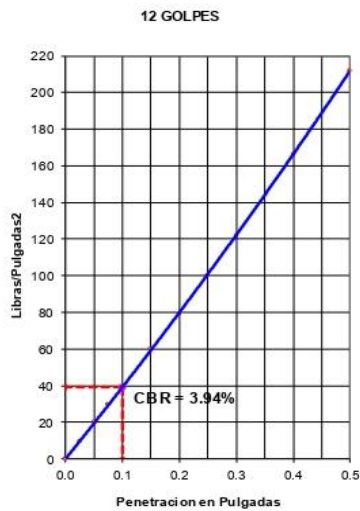
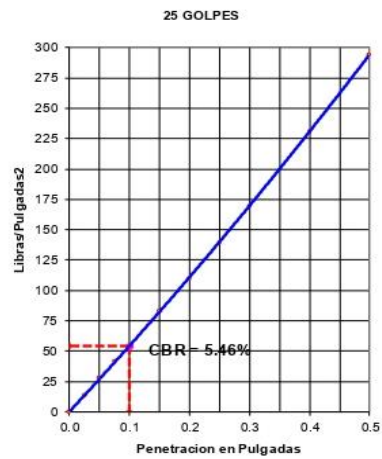
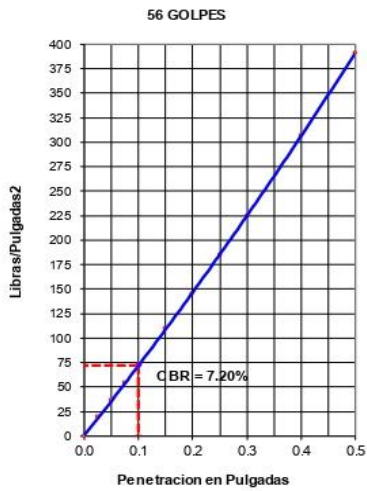
Observación : Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 desvs.45



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

Proyecto: "EFECTO DE LA ADICIÓN DEL PET EN LA RESISTENCIA CBR DE LA SUBRASANTE CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA PAVIMENTACIÓN EN LA PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL ÁGUILA CUADRA 05 – MOYOBAMBA - 2020" SAN MARTIN DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Localización del Proyecto: PROLONGACIÓN MANUEL DEL ÁGUILA
 Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD
 Calicata: N° 02 M-II 0.60-1.50
 Coordenadas: 283351.00 m E 933197.00 m S
 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN
 Progresiva: -
 Fecha: 16-10-2020



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLFES	W%	grs/cm ³	EXPANC. mm	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	12.05	1.938	1.41	100	7.20	5.10	7.20
25	12.03	1.863	1.78	96	5.46		
12	12.01	1.762	2.24	87	3.94		




Luis López Mendoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 75233

PLANO DE EXPLORACION DE CALICATAS.




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233

• **CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN**

HORNO

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 389 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 6

1. Expediente	191068
2. Solicitante	LM CECONSE E.I.R.L.
3. Dirección	Car. Fernando Belaunde Terry N° s/n, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STHX-3A
Número de Serie	14413
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2019-12-19

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-12-19


WILLIAMS PERÉZ COELLO



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 389 - 2019***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 6

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Temperatura de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego Vipol, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,0 °C	25,0 °C
Humedad Relativa	86 %	86 %



El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.
El controlador se seteo en 110

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 104 - 2018	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0669 - 2019
Dirección de Metrología INACAL LT - 272 - 2018		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 389 - 2019

Página 3 de 6

11. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	máx - T _m
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	108,2	110,3	107,3	107,8	110,0	107,1	108,7	113,7	110,4	109,7	109,3	6,6
02	110,0	108,4	110,5	107,4	107,8	110,1	107,2	108,8	113,6	110,6	110,0	109,4	6,4
04	110,1	108,3	110,3	107,4	107,6	109,7	107,0	108,8	113,7	110,4	109,7	109,3	6,7
06	110,0	108,2	110,3	107,3	107,7	109,9	106,9	108,7	113,9	110,3	109,7	109,3	7,0
08	110,0	108,5	110,2	107,3	107,8	110,0	106,9	108,9	113,7	110,4	109,9	109,4	6,8
10	110,0	108,5	110,3	107,3	107,8	109,9	106,8	108,7	113,9	110,7	109,9	109,4	7,1
12	110,0	108,4	110,3	107,3	107,7	109,7	107,0	108,8	113,9	110,9	109,9	109,4	6,9
14	110,0	108,2	110,4	107,2	107,7	109,9	107,0	109,0	113,7	110,5	110,0	109,4	6,7
16	110,0	108,2	110,3	107,2	107,6	109,9	107,0	108,8	113,6	110,9	110,0	109,4	6,6
18	110,0	108,3	110,4	107,2	107,8	109,8	107,0	108,9	113,6	111,0	110,1	109,4	6,6
20	110,0	108,3	110,2	107,1	107,7	109,8	106,9	108,8	113,6	110,7	110,0	109,3	6,7
22	110,0	108,3	110,2	107,2	107,6	109,8	106,7	108,7	113,6	110,8	110,1	109,3	6,9
24	110,0	108,3	110,4	107,2	107,7	109,9	107,0	108,7	113,8	110,9	110,2	109,4	6,8
26	110,0	108,3	110,4	107,3	107,4	110,0	107,1	108,7	113,8	110,8	109,9	109,4	6,7
28	110,0	108,3	110,2	107,4	107,5	109,9	107,0	108,7	113,9	111,0	109,9	109,4	6,9
30	110,0	108,4	110,4	107,3	107,7	110,0	106,9	108,8	113,8	110,9	110,0	109,4	6,9
32	110,0	108,4	110,3	107,2	107,3	109,9	106,8	108,7	113,7	110,9	110,1	109,3	6,9
34	110,0	108,3	110,3	107,3	107,6	109,8	107,0	108,7	113,5	111,0	110,0	109,4	6,5
36	110,0	108,4	110,3	107,2	107,8	109,9	107,2	108,7	113,8	110,9	110,1	109,4	6,6
38	110,0	108,3	110,3	107,2	107,7	109,7	107,1	108,7	113,8	110,9	110,1	109,4	6,6
40	110,0	108,2	110,3	107,2	107,6	109,9	106,9	108,8	113,9	110,6	109,9	109,3	7,0
42	110,0	108,3	110,3	107,1	107,8	109,8	107,0	108,7	113,7	110,9	110,0	109,4	6,7
44	110,0	108,2	110,3	107,1	107,6	109,9	106,9	108,7	113,9	110,7	110,1	109,3	7,0
46	110,0	108,4	110,3	107,1	107,6	109,8	107,0	108,8	113,7	110,9	110,1	109,4	6,7
48	110,0	108,4	110,3	107,3	107,6	109,6	107,1	108,6	113,8	110,7	110,0	109,3	6,7
50	110,0	108,3	110,3	107,2	107,7	109,9	107,1	108,7	113,7	110,8	109,9	109,4	6,6
52	110,0	108,3	110,1	107,1	107,8	109,8	107,1	108,7	113,9	110,9	110,0	109,4	6,8
54	110,0	108,2	110,3	107,1	107,7	109,7	107,0	108,7	113,7	110,7	110,0	109,3	6,7
56	110,0	108,4	110,4	107,3	107,7	109,9	107,1	108,9	113,9	110,8	110,0	109,4	6,8
58	110,1	108,4	110,3	107,3	107,7	109,8	107,1	108,9	113,9	111,0	110,1	109,5	6,8
60	110,0	108,4	110,3	107,3	107,6	110,0	107,1	108,9	113,9	110,6	110,0	109,4	6,8
T.PRON	110,0	108,3	110,3	107,2	107,7	109,9	107,0	108,8	113,7	110,8	109,9	109,4	
T.MAX	110,1	108,5	110,5	107,4	107,8	110,1	107,2	109,0	113,9	111,0	110,2		
T.MIN	110,0	108,2	110,1	107,1	107,3	109,6	106,7	108,6	113,5	110,3	109,7		
DTT	0,1	0,3	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,7	0,5		



Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 389 - 2019**

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113,9	0,20
Mínima Temperatura Medida	106,7	0,21
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,7	0,12
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,8	0,13
Estabilidad Medida (±)	0,35	0,08
Uniformidad Medida	7,1	0,13

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

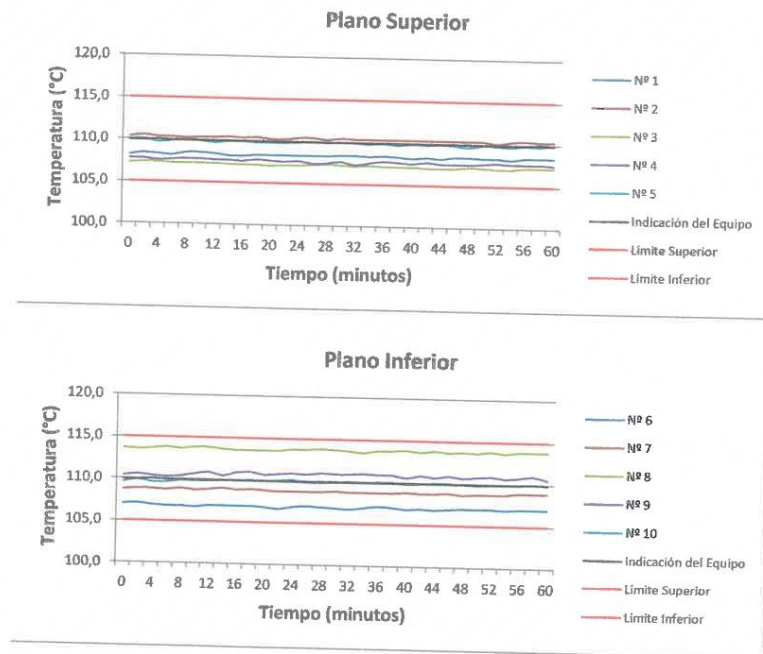
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

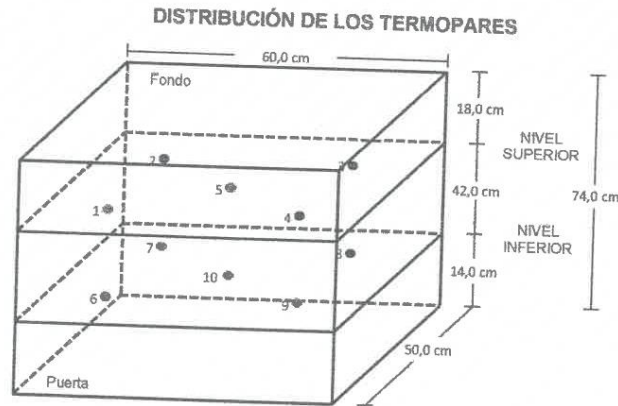
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.



DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$





Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 10 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 077 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

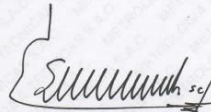
1. Expediente	200008	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LM CECONSE E.I.R.L.	
3. Dirección	Car. Fernando Belaunde Terry N° s/n, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN	
4. Instrumento de Medición	DIAL	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Alcance de indicación	0 pulg. a 1,00 pulg.	
División de Escala / Resolución	0,001 pulg.	
Marca	GENSIZE	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	9120	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de indicación	ANALÓGICO	
5. Fecha de Calibración	: 2020-06-01	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-06-02



ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ



11. Resultados de mediciónALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg)	ERROR DE INDICACIÓN (mil)
(mm)	(pulg)		
1,500	0,0591	0,0593	0,2
2,500	0,0984	0,0985	0,1
5,000	0,1969	0,1973	0,4
10,000	0,3937	0,3940	0,3
15,000	0,5906	0,5911	0,5
20,000	0,7874	0,7879	0,5
25,000	0,9843	0,9850	0,7

Alcance del error de indicación (f_e) : 0,6 mils.Incertidumbre del error de indicación : $\pm 0,59$ mils para ($k=2$)ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg.)	ERROR DE INDICACIÓN (mil)
(mm)	(pulg)		
25,000	0,9843	0,9850	0,7
		0,9850	0,7
		0,9850	0,7
		0,9850	0,7
		0,9850	0,7

Error de Repetibilidad (f_w) : 0,00 milsIncertidumbre del error de indicación : $\pm 0,59$ mils para ($k=2$)Nota 1.- 1 mils es equivalente a 25,4 μm .**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 156 - 2020**Área de Metrología
Laboratorio de Masa

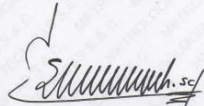
Página 1 de 4

1. Expediente	200008	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LM CECONSE E.I.R.L.	
3. Dirección	Car. Fernando Belaunde Terry N° s/n, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	500 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	YA501	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	2 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	2289	(*)
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2020-06-01	

Fecha de Emisión
2020-06-03

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



ELEAZAR CESAR CHAVEZ KARAZ



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 156 - 2020**

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Car. Fernando Belaunde Terry N° s/n, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19,5	20,4
Humedad Relativa (%)	52,9	53,3

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL 180467001	Pesa (exactitud E2)	LM-C-198-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicado en el equipo SPEEDY que pertenece la balanza.

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 156 - 2020

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	NO TIENE		

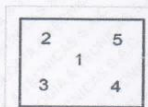
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final
20,4 °C 20,4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 250,00 g			Carga L2 = 500,00 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250,0	0,05	0,00	499,9	0,05	-0,10
2	250,0	0,05	0,00	499,9	0,05	-0,10
3	250,0	0,06	-0,01	499,9	0,05	-0,10
4	250,0	0,05	0,00	499,9	0,05	-0,10
5	250,0	0,05	0,00	499,9	0,05	-0,10
6	250,0	0,05	0,00	499,9	0,06	-0,11
7	250,0	0,05	0,00	499,9	0,06	-0,11
8	250,0	0,05	0,00	499,9	0,06	-0,11
9	250,0	0,06	-0,01	499,9	0,06	-0,11
10	250,0	0,06	-0,01	499,9	0,06	-0,11
Diferencia Máxima	0,01			Diferencia Máxima 0,01		
Error Máximo Permissible	± 0,30			Error Máximo Permissible ± 0,30		



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura Inicial Final
19,5 °C 19,5 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga (L)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,00 g	1,0	0,05	0,00	160,00 g	160,0	0,05	0,00	0,00
2		1,0	0,05	0,00		160,0	0,06	-0,01	-0,01
3		1,0	0,05	0,00		160,0	0,06	-0,01	-0,01
4		1,0	0,05	0,00		160,0	0,04	0,01	0,01
5		1,0	0,05	0,00		160,0	0,05	0,00	0,00
Error máximo permisible								± 0,20	

* Valor entre 0 y 10e

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 156 - 2020**Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	19,5 °C	19,5 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,0	0,05	0,00						
2,00	2,0	0,05	0,00	0,00	2,0	0,05	0,00	0,00	0,10
5,00	5,0	0,05	0,00	0,00	5,0	0,05	0,00	0,00	0,10
10,00	10,0	0,05	0,00	0,00	10,0	0,05	0,00	0,00	0,10
20,00	20,0	0,05	0,00	0,00	20,0	0,05	0,00	0,00	0,10
50,00	50,0	0,06	-0,01	-0,01	50,0	0,05	0,00	0,00	0,10
100,00	100,0	0,06	-0,01	-0,01	100,0	0,06	-0,01	-0,01	0,20
200,00	200,0	0,05	0,00	0,00	200,0	0,06	-0,01	-0,01	0,20
300,00	300,0	0,05	0,00	0,00	300,0	0,06	-0,01	-0,01	0,30
400,00	400,1	0,06	0,09	0,09	400,0	0,06	-0,01	-0,01	0,30
500,00	500,1	0,07	0,08	0,08	500,1	0,07	0,08	0,08	0,30

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



LECTURA CORREGIDA

: $R_{CORREGIDA} = R - 1,14 \times 10^{-4} \times R$

INCERTIDUMBRE

: $U = 2 \times \sqrt{2,53 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 5,30 \times 10^{-10} \times R^2}$ **12. Incertidumbre**

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masa**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LM - 158 - 2020

Página 1 de 4

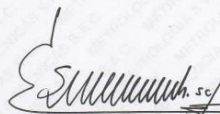
1. Expediente	200008	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LM CECONSE E.I.R.L.	
3. Dirección	Car. Fernando Belaunde Terry N° s/n, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	30 000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336130226	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2020-06-01	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-06-03


ELEAZAR CESAR CHAVEZ KARAZ

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 158 - 2020

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa **TÉCNICAS CP S.A.C.**
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,2	25
Humedad Relativa (%)	54,7	65,4

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL 180467001	Pesa (exactitud E2)	LM-C-198-2019
PESAS (Clase de exactitud F2) DM- INACAL LM-033-2019	Pesa (exactitud M1)	M-1445-2019
PESA (Clase de exactitud M1) TOTAL WEIGHT: M-0070-2019	Pesa (exactitud M2)	CM-2487-2019
PESA (Clase de exactitud M1) TOTAL WEIGHT: M-0251-2019	Pesa (exactitud M2)	CM-2486-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 158 - 2020

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	25 °C	25 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,5	0,0	29 999	0,4	-0,9
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,4	0,1
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,4	0,1
4	15 000	0,5	0,0	29 999	0,4	-0,9
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
7	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
8	15 000	0,5	0,0	29 999	0,4	-0,9
9	15 000	0,5	0,0	29 999	0,4	-0,9
10	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
	Diferencia Máxima		0,1	Diferencia Máxima		1,0
	Error Máximo Permisible		± 20,0	Error Máximo Permisible		± 30,0



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	24,4 °C	24,4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
2		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
3	10,0 g	10	0,5	0,0	10 000,0 g	10 000	0,5	0,0	0,0
4		10	0,5	0,0		10 000	0,7	-0,2	-0,2
5		10	0,5	0,0		10 001	0,9	0,6	0,6
						Error máximo permisible			± 20,0

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 158 - 2020

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,2 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE			CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**	
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
10,0	10	0,5	0,0						
20,0	20	0,5	0,0	0,0	20	0,5	0,0	0,0	10,0
100,0	100	0,5	0,0	0,0	100	0,5	0,0	0,0	10,0
500,0	500	0,5	0,0	0,0	500	0,5	0,0	0,0	10,0
1 000,0	1 000	0,5	0,0	0,0	1 000	0,5	0,0	0,0	10,0
4 999,9	5 000	0,5	0,1	0,1	5 000	0,5	0,1	0,1	10,0
10 000,2	10 000	0,6	-0,3	-0,3	10 000	0,5	-0,2	-0,2	20,0
15 000,1	15 000	0,5	-0,1	-0,1	15 000	0,6	-0,2	-0,2	20,0
20 000,1	20 000	0,5	-0,1	-0,1	20 000	0,6	-0,2	-0,2	20,0
25 000,0	25 000	0,5	0,0	0,0	25 000	0,6	-0,1	-0,1	30,0
30 000,3	29 999	0,6	-1,4	-1,4	29 999	0,6	-1,4	-1,4	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



LECTURA CORREGIDA : $R_{CORREGIDA} = R + 1,72 \times 10^{-5} \times R$

INCERTIDUMBRE : $U = 2 \times \sqrt{4,01 \times 10^{-1} g^2 + 5,58 \times 10^{-10} \times R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 168 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

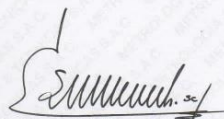
Página 1 de 3

1. Expediente	200008	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LM CECONSE E.I.R.L.	
3. Dirección	Car. Fernando Belaunde Terry N° s/n, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN	
4. Instrumento de medición	CAZUELA CASAGRANDE	
Marca	FORNEY	
Modelo	LA-3715	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Procedencia	U.S.A.	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	855	
Código de Identificación	NO INDICA	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Tipo de contador	ANALÓGICO	
5. Fecha de Verificación	2020-06-01	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-06-02

Jefe del Laboratorio de Metrología



ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 168 - 2020**

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Car. Fernando Belaunde Terry N° s/n, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN

**8. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	23,8 °C	23,6 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2017	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2018
Magnificador óptico con retícula de medición. INACAL DM/LLA-043-2017		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICADO**.

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Profundidad (mm)	Ancho (mm)
50,47	150,03	125,03

HERRAMIENTA DE RANURADO**EXTREMO CURVADO**

Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10,02	2,02	13,00

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
54,16	1,91	47,41



Fin del Documento

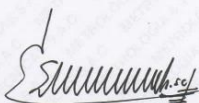
METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
*Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LF - 073 - 2020

Página 1 de 3

1. Expediente	200008	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LM CECONSE E.I.R.L.	
3. Dirección	Car. Fernando Belaunde Terry N° s/n, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo	PRENSA CBR	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	TAMIEQUIPOS	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	1501	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
5. Indicador	DIGITAL	
Marca	HIWEIGHT	
Número de Serie	1412030	
División de Escala / Resolución	0,1 kgf	
6. Fecha de Calibración	2020-06-01	

Fecha de Emisión **Jefe del Laboratorio de Metrología****2020-06-02**


ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ

Sello



Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 073 - 2020**

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones de LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Car. Fernando Belaunde Terry N° s/n, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,6 °C	23,7 °C
Humedad Relativa	75 % HR	75 % HR

**10. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 012-20B

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 073 - 2020**

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

El equipo presenta CELDA DE CARGA con las siguientes características:

Capacidad : 5,0t

Marca : ZEMIC

Modelo : H3-C3-5,0t.6B

N° de Serie : P2C032623

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				Error de Exactitud q (%)	Incertidumbre U (k=2) (%)
	Patrón de Referencia					
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)		
10	500	499,6	499,4	499,3	0,11	0,24
20	1000	1000,0	1000,0	999,8	0,01	0,24
30	1500	1499,1	1499,0	1498,8	0,07	0,24
40	2000	1999,4	1998,8	1998,6	0,05	0,24
50	2500	2498,0	2497,3	2497,2	0,10	0,24
60	3000	2996,4	2995,7	2996,0	0,13	0,24
70	3500	3495,3	3494,4	3495,1	0,14	0,24
80	4000	3993,6	3992,4	3992,4	0,18	0,24
90	4500	4491,6	4491,5	4491,4	0,19	0,24
100	5000	4990,3	4988,7	4989,1	0,21	0,24

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)

0,00 %

**13. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del Documento

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures

Empresa: --
Cliente: GIAN MARCO CARRERO Y RAMIREZ PAOLA
Descripcion del Proyecto DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE
Ubicacion: PROLONGACIÓN JR. MANUEL DEL AGUILA CDRA. 05
Ingeniero: --

Diseño de Pavimento Flexible

Número Estructural	3.084033103	Módulo Resiliente (Psi)	10,276.85
Design ESALs	2,000,000.00	Serviciabilidad Inicial	4.20
Confiabilidad	75%	Serviciabilidad Final	2.00
Desviación Estandar	-0.674		

Diseño de Espesores de Pavimento

CAPA DE MATERIAL	Coficiente de Capa (a)	Coficiente de Drenaje (m)	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN)	ESPESOR (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Asfalto	0.43	1	4	1.73	10.00	4.324
Base Granular	0.13	1	5	0.65	12.00	1.561
Sub Base Granular	0.12	1	7	0.818	17.00	1.987
				3.198		7.872

ANEXO 06 PANEL FOTOGRAFICO.



Foto 01: Excavación de la Calicata N° 01 (Coordenadas: 9331779; 283436)



Foto 02: Realizando la estratificación de la Calicata N° 01



Foto 03: Toma de medida del estrato 2 de la Calicata N° 01



Foto 04: Toma de medida del estrato 3 de la Calicata N° 01




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233



Foto 05: Toma de la muestra para realizar los ensayos de laboratorio, Calicata N° 01



Foto 06: Excavación de la Calicata N° 02 (Coordenadas: 9331797; 283351)



Foto 07: Realizando la estratificación de la Calicata N° 02



Foto 08: Toma de medidas de los estratos de la Calicata N° 02

Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233



Foto 09: Toma de la muestra para realizar los ensayos de laboratorio, Calicata N° 02



Foto 10: Excavación de la Calicata N° 03 (Coordenadas: 9331848; 283197)



Foto 11: Realizando la estratificación del suelo de la Calicata N° 03



Foto 12: Toma de muestra de la Calicata N° 03


Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233



Foto 13: Lavado de la muestra para realizar el ensayo de granulometría



Foto 14: Realizando el ensayo de Proctor Modificado



Foto 15: Realizando el ensayo de Granulometría



Foto 16: realizando la mezcla de suelo con la adición 5% del PET




Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233



Foto 17: Realizando la compactación para el CBR

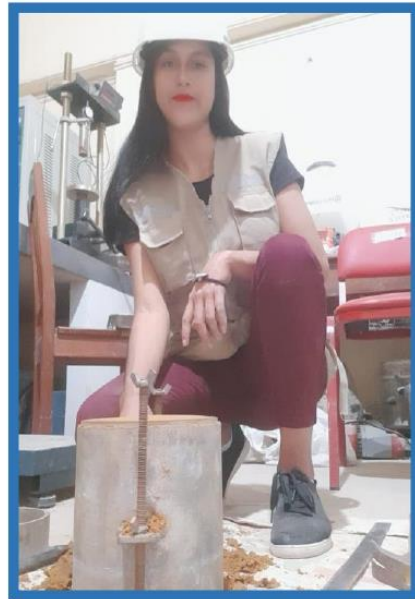


Foto 18: Realizando el enrazado del CBR para pesarlo

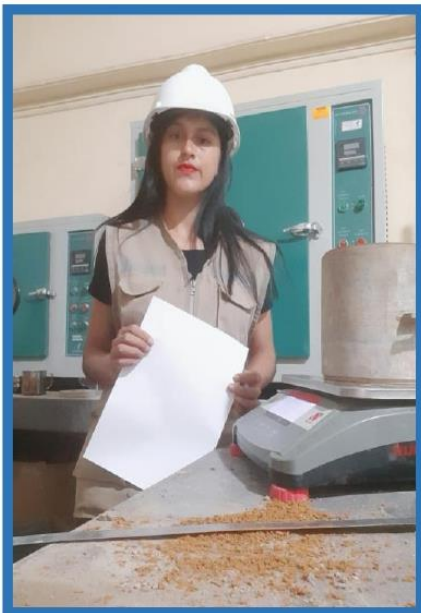


Foto 19: Realizando las anotaciones en el formato de los datos para el ensayo de CBR



Foto 20: Realizando las anotaciones en el formato de los datos para el ensayo de CBR


Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233



Foto 21: Realizando la penetración en la prensa de CBR



Foto 22: Observando la resistencia alcanzada de la muestra del suelo.



Luis López Mendoza
INGENIERO CIVIL
CIP 75233