



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia de polietileno reciclado en la estabilización de subrasante  
en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Casique Silva, Erick Cristhian ([orcid.org/0000-0002-8872-1528](https://orcid.org/0000-0002-8872-1528))

**ASESOR:**

Dr. Muñoz Paucarmayta, Abel Alberto ([orcid.org/0000-0002-1968-9122](https://orcid.org/0000-0002-1968-9122))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA — PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

Quiero expresar mi gratitud y dedicar este reconocimiento a mi amada familia. Agradezco a mi padre, Lister Casique Acosta, a mi madre, Maribel Silva Chuquizuta, y a mis hermanos, Amir A. Casique Silva y Lister Casique Silva.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por las diversas enseñanzas que a diario pone en mi vida para crecer cada día un poco más como persona. A la universidad César Vallejo, también a mi asesor el Dr. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta por su apoyo constante en la realización de esta investigación.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MUÑIZ PAUCARMAYTA ABEL ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "IINFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022", cuyo autor es CASIQUE SILVA ERICK CRISTHIAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 03 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MUÑIZ PAUCARMAYTA ABEL ALBERTO DNI: 23851049 ORCID: 0000-0002-1988-9122	Firmado electrónicamente por: AMUNIZP02 el 22-07- 2023 12:13:47

Código documento Trilce: TRI - 0568112





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CASIQUE SILVA ERICK CRISTHIAN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de polietileno reciclado en la estabilización de subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
CASIQUE SILVA ERICK CRISTHIAN DNI: 71689850 ORCID: 0000-0002-8872-1528	Firmado electrónicamente por: ECASIQUE el 25-10- 2023 21:42:58

Código documento Trilce: INV - 1336815



## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DEL AUTOR .....	v
Índice de contenidos.....	vij
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I.INTRODUCCIÓN. ....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	5
III.METODOLOGÍA.....	12
3.1.Tipo y Diseño de Investigación:.....	12
3.2.Variables y Operacionalización: .....	13
3.3.Población, Muestra y Muestreo: .....	15
3.4.Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos: .....	16
3.5.Procedimientos: .....	18
3.6.Método de análisis de datos.....	22
3.6.Aspectos Éticos.....	26
IV. RESULTADOS .....	27
V. DISCUSIÓN.....	42
VI.CONCLUSIONES .....	46
VII.RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS .....	53

## Índice de Tablas

Tabla 1. Número específico de calicatas para el estudio de suelos .....	10
Tabla 2. Especificaciones Técnicas Generales para Construcción .....	11
Tabla 3. Planificación de Ensayos a realizar. ....	17
Tabla 4. Proporciones de polietileno .....	21
Tabla 5. Clasificación de suelos calicatas 01, 02 y 03 .....	22
Tabla 6. Límite de consistencia calicatas 1, 2 y 3 .....	23
Tabla 7. Ensayo Protor modificado, calicatas 1,2 y 3 .....	23
Tabla 8. Ensayo de CBR de las calicatas 01, 02 y 03 .....	23
Tabla 9. Límites de consistencia del suelo natural .....	24
Tabla 10. Resumen de CBR con incorporación del PET .....	26
Tabla 11. Muestra control adicionado polietileno reciclado .....	29
Tabla 12. Cuantificación de la influencia de adición de polietileno reciclado .....	32
Tabla 13. Estimación de la influencia del polietileno .....	34
Tabla 14. Influencia de la estabilización de subrasante polietileno reciclado .....	36
Tabla 15. Prueba de normalidad de la Plasticidad, MDS Y CBR de la subrasante estabilizada con polietileno reciclado. ....	38
Tabla 16. Correlación de la dosificación de la subrasante estabilizada con polietileno reciclado .....	39
Tabla 17. Correlación de la Máxima densidad seca de la subrasante estabilidad con polietileno reciclado .....	40
Tabla 18. Correlación del CBR de la subrasante estabilizada con polietileno .....	41

## Índice de Figuras

Figura 1. Metodología de investigación. ....	12
Figura 2. Ubicacion de la carretera el tramo Jepelacio-Moyobamba. ....	15
Figura 3. Botellas de Plástico reciclado PET. ....	19
Figura 4. Polietileno reciclado y triturado. ....	19
Figura 5. Índice de plasticidad con 3%, 8%, 15% y 20% de Polietileno reciclado ....	31
Figura 6. Máxima densidad seca con adición de Polietileno. ....	33
Figura 7. Ensayo de CBR con adición de Polietileno. ....	35



## RESUMEN

La presente investigación titula “Influencia de polietileno reciclado en la estabilización de subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022”, tiene como finalidad evaluar la influencia de la adición de polietileno reciclado en la estabilización de la subrasante en un pavimento flexible, empleando una investigación de tipo aplicada y un diseño correlacional; los ensayos realizados en el laboratorio se extrajeron muestras de suelo sin estabilizar de la calicata C-01, C-02 y C-03, de una población del tramo Moyobamba -Jepelacio. Los resultados de plasticidad disminuyen a 9.54%, 9.03%, 8.62% y 6.94% para adiciones de 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno reciclado, densidad máxima obtenidos en la calicata C-03. los resultados muestran un incremento gradual a medida que se añade polietileno reciclado en porcentajes antes descritos, registrando valores de 1.915, 1.926, 1.930 y 1.958 y los valores del CBR para la muestra control alcanzando el 100% de la máxima densidad seca, los cuales son 7.02%, 8.49%, 10.10% y 10.29% para adiciones del 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno reciclado; por lo tanto, se concluye que el CBR, MDS y Plasticidad en la estabilización de la subrasante adicionando en el polietileno reciclado influye significativamente.

**PALABRAS CLAVE:** Subrasante, polietileno, plasticidad, densidad y CBR.

## **ABSTRACT**

The present research, titled 'Influence of recycled polyethylene in the subgrade stabilization of a flexible pavement, Jepelacio, San Martín 2022,' aims to evaluate the influence of adding recycled polyethylene in the subgrade stabilization of a flexible pavement. This study employs an applied research approach and a correlational design. Laboratory tests were conducted using soil samples extracted from the unstabilized boreholes C-01, C-02, and C-03, taken from a section between Moyobamba and Jepelacio. The plasticity results decrease to 9.54%, 9.03%, 8.62%, and 6.94% for additions of 3%, 8%, 15%, and 20% of recycled polyethylene, respectively. The maximum density was obtained in borehole C-03. The results show a gradual increase as the aforementioned percentages of recycled polyethylene are added, with values of 1.915, 1.926, 1.930, and 1.958. The CBR (California Bearing Ratio) values for the control sample reached 95% of the maximum dry density, which were 7.02%, 8.49%, 10.10% and 10.29% for additions of 3%, 8%, 15%, and 20% of recycled polyethylene, respectively. Therefore, it is concluded that the CBR, MDS (Maximum Dry Density), and plasticity significantly influence the subgrade stabilization when using recycled polyethylene.

**Keywords:** Subgrade, polyethylene, plasticity, density, and CBR.

## I.INTRODUCCIÓN.

A **nivel internacional** para ejecutar un proyecto de construcción, se debe tener en cuenta un aspecto principal que son las facultades de la superficie terrestre; como el contenido de humedad, la naturaleza y los tipos de suelo; lo cual nos determinara la posibilidad y la estabilidad de cualquier proyecto. Un suelo con alto contenido de humedad no puede proporcionar una estabilidad necesaria lo cual tampoco nos permite que un suelo bajo de nivel de humedad, nos podrá sostener la carga necesaria a lo estimado para su estabilidad. No solo estos factores son fundamentales para determinar la estabilidad del suelo, sino también el grado del suelo es un factor primordial. Charman, Ajeet, Geet, Shubham y Yash (2018). De igual forma, los países de España, Bélgica y Alemania en la actualidad se denota la implementación de política ambiental que mantiene un alto índice de éxito, en cuanto han encontrado una forma avanzada y sostenible al realizar el aprovechamiento completo de residuos contaminantes de cualquier tipo, ello por intermedio de un tratamiento y posteriormente su transformación a un estado diferido de materia, lo cual logra como resultado el beneficio de reducción del índice de porcentaje de residuos para la disposición de desecho final que mantienen dentro de ese ámbito socio demográfico, sin embargo, los modelos manejados por países europeos no atienden a la misma realidad demográfica y socio-económica que presenta América Latina. Pacheco, Bustos, Rondón Quintana, & Cotte (2017). A **nivel nacional**, se evidencia que en el Perú existe una conmensurada demanda de realización de obras que entren dentro de la clasificación de “infraestructura vial”, se siguen efectuando los métodos más comunes y cotidianos los cuales son muy contaminantes en la construcción de las carreteras. López (2017). Por otro lado, el terrestre es el más utilizado de los tres modos de transporte existentes en el Perú por ser el más accesible y económico, lo cual basta para explicar por qué las carreteras los cuales tienen un rol de suma importancia para el crecimiento del y deben mantener un buen estado para que las conexiones viales entre ciudades, regiones y asentamientos sean posibles. Sánchez y Terrones (2020). Ahora bien, se sabe que **en la región de San Martín** esta situación no es desconocida, puesto que los profesionales deben estar lo suficientemente preparados para visualizar y analizar de manera idónea las características que presentan los suelos de la región, por ello teniendo como base de la cimentación, lo cual a través de la practica en campo y a lo largo de la teoría

también se le conoce bajo el término de “subrasante”, dicho esto se busca el poder realizar la reversión de características que presenta la subrasante, clasificándolo de inadecuado a excelente y evaluar la estabilización potencial y resultados de manera competente; así mismo de conformidad con lo establecido con la normativa a nivel nacional e internacional en cuanto se refiere a los diseños y características de estos proyectos / obras, deben ser utilizados métodos más apropiados, en cuanto se refiere a la implementación de un pavimento flexible o rígido de alta calidad, cuyo producto tenga como directriz final el aseguramiento de la estabilidad que presentan las estructuras y cuyos valores se consideren. Desde la perspectiva del desarrollo científico, en vista de que se busque limitar el posible daño a la naturaleza sentando un punto de huella eco amigable en la ejecución de un proyecto en mérito de los criterios antes mencionados; cabe mencionar que en la ciudad de Tarapoto – provincia de San Martín se presenta una situación en cuanto también existe una tendencia a la aplicación mayoritaria de cal para lograr la estabilización del suelo, por lo que se toma el ejemplo de que conllevo la adición de cal al subsuelo natural en el diseño de pavimento rígido a través del proyecto llevado a cabo en la Unión de Juan Guerra-San Martín, mejorando así la calidad de la planta baja y por ende aumentando significativamente con un aumento estadístico en los valores de CBR. Gracias a esto, los residuos de polietileno en la subrasante de la vía no asfaltada del área de investigación son contorneados antes y después de la aplicación del polietileno para obtener nuestras muestras de investigación que forman parte de la eficiencia geotécnica resultante de la adición de dicho material. Por lo tanto y dada la realidad geológica de la región de San Martín, se elige como **problema general** el siguiente: ¿Cuánto influye la adicción de polietileno reciclado en la estabilización de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022?; seguido de ello y como **problemas específicos** se eligen a continuación de la siguiente forma: ¿Cuánto influye la adición de polietileno reciclado en la plasticidad de la subrasante en un pavimento flexible , Jepelacio, San Martín - 2022?; ¿ Cuánto influye la adición de polietileno reciclado en la máxima densidad seca de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín - 2022?; y por último ¿Cuánto influye la adición de polietileno reciclado en la capacidad de soporte CBR de la subrasante en un pavimento flexible , Jepelacio, San Martín - 2022?. En cuanto se refiere a los motivos que justifican la presente investigación se debe tener en cuenta que, en lo

concerniente a la **justificación teórica**; En este estudio, se buscará identificar el producto más adecuado para contribuir a la estabilización de la subrasante en la ruta Moyobamba-Jepelacio, ubicada en el distrito de Jepelacio, en San Martín. De esta manera, se espera que este estudio aporte información valiosa para futuras investigaciones, ampliando el conocimiento científico sobre el uso del polietileno reciclado como mejora en la estabilización de la subrasante. De igual manera se puede apreciar la **justificación social** Este estudio presenta beneficios directos para el sector de la construcción al introducir una nueva alternativa para la estabilización de la subrasante. Además, indirectamente, se contribuye al cuidado del medio ambiente. A su vez, este estudio busca abordar un problema con el objetivo de mejorar la transitabilidad en la ruta Moyobamba-Jepelacio, ubicada en el distrito de Jepelacio, en San Martín. Seguido de ello se evidencia la **justificación económica** debido al uso del polietileno reciclado en este estudio, se emplea un material que no conlleva costos adicionales, más allá del tiempo y transporte necesarios para su obtención. Estos materiales en desuso suelen encontrarse en trituradoras de plástico, lo que contribuye a reducir los costos asociados al proceso de estabilización de la subrasante en la ruta Moyobamba-Jepelacio, ubicada en el distrito de Jepelacio, en San Martín. Este estudio a su vez contiene una **justificación ambiental** Este enfoque se centra en el reciclaje de residuos, como los plásticos de un solo uso, que pueden volverse muy dañinos si se exponen a ellos durante mucho tiempo. El uso de materiales reciclados ayuda a reducir el impacto ambiental durante la estabilización de la subrasante de la carretera Moyobamba-Jepelacio en el distrito de Jepelacio de San Martín, se elige como **objetivo general**: Evaluar la influencia de la adición de polietileno reciclado en la estabilización de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín – 2022; ello aunado a los **objetivos específicos** elegidos de la siguiente forma: Determinar la influencia de la adición de polietileno reciclado en la plasticidad de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín – 2022; Cuantificar la influencia de la adición de polietileno reciclado en la máxima densidad seca de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín – 2022; y finalmente: Estimar la influencia de la adición de polietileno reciclado en la capacidad de soporte CBR de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín - 2022. Finalmente, en lo que respecta a los resultados esperados en nuestra investigación se plantea de la siguiente forma

nuestra **hipótesis general** siendo: La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la estabilización de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín – 2022; de la mano con las **hipótesis específicas** planteadas de la siguiente manera: La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la plasticidad de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín – 2022; La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la máxima densidad seca de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín – 2022 y finalmente: La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la capacidad de soporte CBR de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín - 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Para llevar a cabo este trabajo de investigación es necesario consultar estudios que ya han sido presentados en el ámbito internacional tenemos a CELI (2021), como **objetivo** analizo y comparó el CBR de una buena base PET, PP, PE-estabilizada y base en su estado natural. Realiza una **metodología** experimental que se centra en la estabilización de una sola capa. estructura del pavimento. (sustrato) suelo granular con la adición de tereftalato de polietileno (PET) de grano fino, polipropileno (PP) y polietileno (PE) que dan como **resultado** muestras de suelo para pruebas Proctor y CBR debido a la adición de PET, PP, PE de grano fino en porcentajes de 0,3, 6, 9, 12 y 15. Se analizaron las variaciones en la densidad máxima seca, el contenido óptimo de humedad y los valores de CBR y se encontraron valores óptimos de estabilización para cada muestra de suelo, **concluyendo** que con la adición de finos de polietileno. tereftalato (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE) como capa base natural, el valor de CBR aumenta hasta un 6,9%, con lo que se consigue una estabilización de la capa base hasta un 57%. ALBAN (2017), En su investigación, tiene como **objetivo** analizo y comparó la resistencia a la compresión de suelos PET y arcillosos, en sustitución de piedra pómez y material agregado fino, se aplicó una **metodología** experimental a través del tratamiento directo y manipulación de las variables investigadas; teniendo como **resultado** bloques con 10%, 15% y 25% de PET molido, resistencia promedio 19.09, 19.61 y 14.73 kg/cm<sup>2</sup> en el ensayo de compresión del bloque. Se **concluyó** que el bloque con la relación de calidad óptima es 15% PET y 15% arcilla. Ramírez e Hincapié (2018), su principal **objetivo** fue aplicar el uso de PET reciclado en la mejora de las sub-bases utilizadas en las rutas de transporte y su **metodología** es de estudio experimental. Los instrumentos utilizados se basan en los límites establecidos por INVIAS para pruebas técnicas. Los principales **resultados** fueron de 0,2" penetración CBR valor agregado 1,5%, 3%, 6% y 9% de PET, teniendo valores de 66,26%, 8 ,92%, 31,07%, 23,39% y 21,4 5%. Se **concluyó** que la adición de PET a las sub-bases logra una resistencia CBR del 84.92% obtenida de la mezcla de materiales con una dosificación de 1,5 PET, lo que muestra uno de estos objetivos a investigar. Como antecedentes nacionales se tiene que ARRELUCÉ & SOLIS (2021), tuvo como **objetivo** el evaluar la metodología empleada para lograr el reforzamiento compuesto por intermedio del

material denominado “fibras de polipropileno”, situación que tenía como finalidad el lograr un incremento significativo en cuanto a la resistencia que presenta el suelo y por ende así el y mejorar las características del mismo dado que dicho suelo a través del lugar de estudio signado Palian – Huancayo presentaba un índice de alta arcilla; la investigación antes mencionada se aplicó mediante con una **metodología** de investigación experimental, teniendo así dos tipos de variables, así como variable independiente se signó como concepto a las “fibras de polipropileno como aditivo”, y la variable dependiente se signó como concepto al “método de reforzamiento en suelos arcillosos”; dicha investigación a lo largo de sus **resultados** expone que se analizó que el suelo el suelo del ámbito de estudio mediante la extracción de diferentes porcentajes en cuanto a la adición de las fibras se dispuso, teniendo así el siguiente orden en cuanto a porcentaje (0.1, 0.2, 0.3, 0.4%), aunado a ello se evidencia una longitud de aproximadamente 10 milímetros de fibra de polietileno por intermedio de ensayos de caracterización física para identificar los componentes que se encuentran el suelo natural luego de la manipulación específica de la solides y aplicación de consistencia y gravedad significativa, los límites de consistencia y la gravedad específica de los sólidos; dicho ello se **concluyó** que a través de los ensayos realizados se demuestra una notable mejora en cuanto a las características mecánicas del suelo se refiere, dado que la referencia de sección que muestra la mezcla de 0.4% de fibras de polipropileno puesto que brinda un mejor resultado a comparación con mezclas que presentan un porcentaje de adición en menor proporción / cantidad. CHUNG & PUICAN (2021), indica que su **objetivo** diseño la mezcla asfáltica adicionando Polietileno con alta densidad, se aplica una **metodología** cuasi experimental. La población y la muestra que se estudia se conforma de 155 briquetas de mezcla asfáltica teniendo como **resultados** que respecto a la estabilidad y flujo de la mezcla, los dos parámetros tienden a bajar su porcentaje mínimo con la adición de PEA, se llegó a la **conclusión** de que la granulometría de las partículas de polímeros PEAD en una mezcla asfáltica, con porcentajes de 0.25, 0.50, 0.75, 1, 1.25 y 1.50%, consistió en un 15.28% de PEAD retenido en la malla número 4, mientras que el 84.72% se retuvo en la malla número 10. Finalmente, el diseño de la mezcla asfáltica, con la adición de PEAD, fue de 0.25% de PEAD, 5.73% de asfalto, 37.80% de agregado grueso y 56.23% de agregado fino. ALBA & HERNANDEZ (2019), su



investigación de tesis como **objetivo** estabilizó el suelo con adición de bolsas de polietileno a nivel de la subrasante, teniendo como **metodología** en la presente investigación como no experimental – correlacional, siendo realizado en el marco de un análisis descriptivo. Para este estudio se realizó un total de 36 ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, en los cuales se cuenta con 5 calicatas para la muestra, donde se obtuvo los **resultados** de las propiedades mecánicas al agregar bolsas de polietileno al suelo natural, fue capaz de estabilizarlo con CBR al 12,62%. En **conclusión**, Se ha evaluado la posibilidad de estabilizar el suelo mediante la adición de bolsas de polietileno, lo cual afecta las propiedades físicas del suelo. Después de agregar bolsas de polietileno en proporciones del 4%, 6% y 8%, se determinó que la muestra de suelo presenta cambios en su índice de plasticidad y propiedades mecánicas. Se observó que el CBR alcanzó valores comprendidos entre el 8.62% y el 12.62% para la muestra C2, y entre el 7.98% y el 12.30% para la muestra C5, lo que indica que estas proporciones de bolsas de polietileno son capaces de estabilizar el suelo. Además, cabe destacar que esta investigación también incluye estudios en idioma inglés, Mahmoud, Falamaki, & Ghodrat, (2022) The main aim of this study is to analyze the geotechnical and microscopic properties of both untreated saline soil and soil treated with polyethylene solid waste (PSAW) and cement, considering different doses and curing methods. The objective is to gain a better understanding of the feasibility and impacts of utilizing this industrial waste on the subgrade of saline soil. The experimental investigation focused on the C2W5-CT1 sample, where the saline soil was modified with a 5% dose of petrochemical plastic waste during a 28-day curing period of type 2. Scanning electron microscope images of the sample revealed that the PSAW particles fill the pores of the natural saline soil, leading to a significant reduction in porosity and an increase in soil strength. The study also involved examining the physical, chemical, and mechanical properties of saline soils stabilized with various percentages of modifiers, including petrochemical polyethylene waste and cement, using two different curing methods. The comprehensive review of the results obtained from direct shear and unconfined compression tests concluded that the addition of PSAW and cement resulted in a substantial enhancement in shear strength, with an increase of approximately 127%. Manikanta et al. (2018), aimed to improve with the addition of plastic the physical

properties such as consistency limits and the CBR test. The methodology is experimental study. It was considered as a population the soils of the city of Telengana. The technique used was observation and instruments, technical data sheets of laboratory tests. The main results were the additions of recycled plastic in 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.7%, 0.8% and 1.0% in red soil, being the optimal of 0.7% increasing its resistance in the CBR test and addition by 0.2%, 0.4%, 0.5% 0.6% and 0.8% in black cotton soil, being the optimal of 0.5%. It was concluded that the inclusion of plastics in strips improves the strength properties of the soil, and the addition of the recycled material is considered ecological. Veer y Dixit (2017), aimed at soil improvement through the use of waste plastic products, following the methodology type of study was experimental. They had as a study population the soils of the city of New Delhi. The technique used was observation and instruments, technical data sheets of laboratory tests. The main results were recycled plastic additions at 0.25%, 0.5%, 0.75% and 1.0%, considerably improving their resistance in the CBR test. It is concluded that the inclusion of plastics helps in the improvement and increase in the resistance and carrying capacity of the soil. Como artículos científicos tenemos a Rivera y Bedoya (2019), El **objetivo** de su trabajo evaluó el proceso de curación del barro inorgánico reforzado con fibra redonda de tereftalato de polietileno (PET) en diferentes proporciones. La **metodología** es una investigación experimental. Realizaron varios experimentos de laboratorio con fibras redondas de tereftalato de polietileno de 6 mm de diámetro, mantuvieron porcentajes diferentes de PET del suelo 0,5 %, 0,8 %, 1 % y 1,2 % de su peso seco del suelo. Con base en los **resultados**, Se determinó que los rangos de porcentaje entre 0.5% y 2% son los más adecuados para lograr una mayor resistencia del suelo. Se **concluyó** que el suelo mejoro en promedio un 85% y un 125% en comparación de las muestras del suelo originales sin usar PET. López (2018) como **objetivo** Se llevó a cabo un análisis de las propiedades de un suelo arcilloso al agregar fibras de plástico reciclado. Se empleó una **metodología** experimental que consistió en mezclar la tierra arcillosa con fibras de longitudes de 3 y 5 cm. Se prepararon muestras con concentraciones de 0.2%, 0.5%, 1% y 1.5% en peso del suelo. Además, se realizaron ensayos para determinar las propiedades más relevantes del material estudiado, como la granularidad, el límite líquido, la humedad, el límite de plasticidad y el índice de plasticidad, con el fin de clasificarlo

adecuadamente. Los **resultados** que se obtuvieron muestran que cuando se aumenta la cantidad de fibra PET se aumenta la resistencia del suelo y por consiguiente también su deformación, esto significa un aumento en la resistencia al corte y durabilidad. Finalmente, se **concluyó** que no es recomendable exceder una concentración del 1,5% del peso del suelo para obtener buenos resultados, generalmente si la longitud de fibra es mayor o igual a 5 cm. Arulrajah et al. (2021); el **objetivo** utilizó geopolímeros a base de fibras de PET, cenizas volantes y escorias en la base y sub-base de vías de tráfico ligero. De acuerdo con esta **metodología**, se trató de un estudio experimental. Seleccionaron materiales extraídos de canteras en la ciudad de Melbourne como su población de estudio. La técnica utilizada fue tipo participante y observación instrumental, técnica de investigación de laboratorio diarios, sus **resultados** Se destacan los efectos clave de agregar un 5% de fibra de PET a las mezclas de 5% de agregado reciclado de concreto (RCA) y 5% de PET 95 en términos de mejorar la durabilidad de los suelos y las bases de tráfico ligero. Se llegó a la **conclusión** de que las mezclas compuestas al 100% de PET y al 5% de PET 95 presentaban partículas más finas en comparación con las mezclas compuestas al 100% de RCA y al 5% de PET 95% RCA. Además, se observó que la mezcla con un 5% de PET no causó cambios significativos en las curvas de distribución de partículas.

Como bases teóricas, según variables establecidas, tenemos los siguientes:

**Polietileno reciclado (variable independiente).** El material en cuestión es un polímero termoplástico sintético obtenido por polimerización de etileno. El tipo de polietileno puede variar dependiendo de las diferentes condiciones de operación en el proceso de polimerización. (Leyva, 2016). El polietileno se caracteriza por su estructura química, expresada como "(CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-) n", formada por átomos de carbono y átomos de hidrógeno unidos por enlaces covalentes. Las fuerzas de los enlaces C-C y CH en esta estructura son 347 y 414 KJ/mol, respectivamente. El arreglo más simple se puede repetir un número infinito de veces para formar polietileno. El número de repeticiones de esta unidad básica depende del tipo de catalizador utilizado en la reacción química, la temperatura y la presión. (Leyva, 2016).

Para ahondar profundidad en el estudio se toma en cuenta las estipulaciones dadas por gobierno, ante lo cual se elige el siguiente cuadro.

**Tabla 1. Número específico de calicatas para el estudio de suelos**

Tipos de Carreteras	Profundidad	Número de Calicatas
Autopista: IMDA mayores de 6000 veh/día	1.50m al nivel de la subrasante	De 2 a 3 carriles: 4 calicatas * Km De 4 carriles: 6 calicatas * Km
Autopista: IMDA entre de 4001 a 6000 veh/día	1.50m al nivel de la subrasante	De 2 a 3 carriles: 4 calicatas * Km De 4 carriles: calicatas * Km
Carretera de 1° clase: IMDA entre 2001 a 4000 veh/día	1.50m al nivel de la subrasante	4 calicatas * Km
Carretera de 2° clase: IMDA entre 401 a 2000 veh/día	1.50m al nivel de la subrasante	3 calicatas * Km
Carretera de 3° clase: IMDA entre 201 a 401 veh/día	1.50m al nivel de la subrasante	2 calicatas * Km
Carretera de bajo volumen: IMDA menor a 200 veh/día	1.50m al nivel de la subrasante	1 calicatas * Km

*Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*

En cuanto a la **estabilización de la subrasante (variable dependiente)**; La base es el área donde se ubica la parte prismática del camino, es decir, es el suelo obtenido después del movimiento de tierras en cualquier locación. Su tarea primordial es soportar la estructura del pavimento rígido o flexible; Por lo tanto,

debe consistir en suelos con buenas propiedades para producir cuerpos más fuertes o compactos que puedan soportar el diseño de sus cargas. Las propiedades mecánicas son los principales lineamientos para determinar las capas de pavimentación o el espesor del revestimiento. Durante la fase de construcción, 0,30 m por debajo del subsuelo se debe compactar 95 % hasta la máxima densidad seca obtenida según un ensayo del MTC EM 115 (Gil & Nuñez, 2018).

Ante ello se pone en evidencia lo establecido por el gobierno para evidenciar la taxatividad y resistencia a tener en cuenta ante la clasificación de la subrasante establecido en el siguiente cuadro:

**Tabla 2. Especificaciones Técnicas Generales para Construcción**

<b>Categoría de la Subrasante</b>	<b>CBR</b>
SO: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR > 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR > 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR > 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR > 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR > 30%

*Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*

Considerando la normativa establecida por el Ministerio de Transporte en 2014, se establece que la superficie del suelo, ubicada a una profundidad de 0,60 m por debajo del primer piso, debe cumplir con un CBR (Índice de Soporte de California)  $\geq$  6%. En caso de no cumplir con este requisito, es necesario reemplazar o mejorar estos suelos según el análisis técnico realizado por el profesional a cargo. Además, se requiere realizar una caracterización detallada de las propiedades físico-mecánicas de la base, con una profundidad mínima de 1,50 metros. Si la vía cuenta con un bajo volumen de tráfico ( $IMDA \leq 200$  veh/día), solo se necesita construir una copa de prueba por kilómetro. Es importante tener en cuenta que la topografía del área de estudio puede provocar cambios en el perfil del terraplén, o si el tipo de suelo varía significativamente, se deben realizar más excavaciones (calicatas) por kilómetro.

### III.METODOLOGÍA.

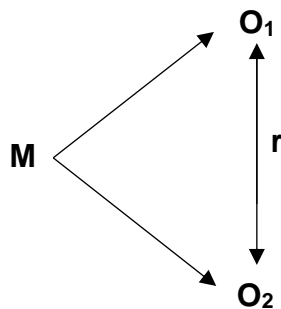
#### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación:

##### 3.1.1. Tipo de Investigación:

**Aplicada:** La investigación planteada será elaborada dentro del marco de tipología aplicada puesto que a que a través del conocimiento científico común, dado que se aplica un conocimiento por intermedio de una ciencia de especialidad (refiriéndose a la carrera de ingeniería); por la que a través se busca el cumplir una necesidad reconocida y específica como viene siendo el caso del resultado que se obtendría ante la aplicación de polietileno en suelo débil, pudiendo evidenciar el aumento o decreción de propiedades con posterioridad (CONCYTEC, 2018).

**3.1.2. Diseño de Investigación:** El diseño escogido es de tipo experimental, de carácter correlacional, dado que en primera instancia se tiene como finalidad el explicar el efecto que tendrá la adición de polietileno en la subrasante; seguido de ello la tipología experimental que se le atribuye es que se tendrá la manipulación directa de las variables a través de ensayos o pruebas como se llevará a cabo en la presente aplicando el polietileno en proporciones 3%,8%,15% y 20% para evidenciar su efecto en la subrasante; ante lo cual se evidencia de la siguiente forma:

**Figura 1. Metodología de investigación.**



*Fuente: Elaboración propia en el marco de lo establecido por (Shone, 2015)*

Donde:

**M** : Muestra.

**r** : Relación existente entre las variables de estudio.

**O<sub>1</sub>** : Observación de la variable "*Polietileno reciclado*".

**O<sub>2</sub>** : Observación de la variable "*Estabilización de la subrasante*".

**Nivel de Investigación:** Con base en lo anterior, se debe establecer que el objeto de la investigación es brindar recomendaciones para la prevención del debilitamiento del subsuelo, lo cual se especifica en la resolución de la Dirección General del 9 de mayo de 2017 N° 65.2017-MiNAGRI-DVDiR-DGAAA, a través de la cual se evidencia que la zona objeto de estudio posee una subrasante del tipo arcilloso, ante dicha situación se recolectará datos pasible de ser medibles y observables teniendo ante nosotros una investigación con corte cuantitativo (Sampieri, 2014).

### 3.2. Variables y Operacionalización:

**Variable 1:** *Polietileno reciclado* (Variable Independiente).

**Definición Conceptual:** El polietileno es un polímero sintético termoplástico polimerizado a partir de etileno. La formación de polietileno puede variar dependiendo de las condiciones de operación de la polimerización (Leiva, 2016). Su estructura química se caracteriza por la secuencia "(CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-)n", donde los átomos de carbono y los átomos de hidrógeno están conectados por enlaces covalentes. La resistencia de estos enlaces, tanto C-C como CH, se estima en 347 y 414 KJ/mol, respectivamente.

**Definición Operacional:** Polietileno reciclado son aquellos elementos que serán incorporados en el siguiente orden proporcional "3%, 8%, 15% y 20%" con la finalidad de corroborar los objetivos expuestos con anterioridad (Tamara Otzen, 2017).

**Dimensiones e Indicadores:** En lo que respecta a la dimensión que corresponde a la variable 1 se erige como criterio la "dosificación", seguida de

su respectivo indicador fijado como “3%, 8%, 15% y 20% residuos de polietileno”.

**Escala de Medición:** El tipo de escala utilizada será de razón, puesto que a través de la misma tenemos datos más precisos en lo que respecta al valor exacto que arrojarán las unidades, lo que finalmente permitiría aplicar una amplia gama de estadísticas tanto descriptivas como inferenciales (Merli, 2010).

**Variable 2:** *Estabilización de la subrasante* (Variable Dependiente).

**Definición Conceptual:** Es el área donde se ubica la parte prismática del camino, es decir, es el suelo obtenido después del movimiento de tierras en cualquier locación. Su tarea primordial es soportar la estructura del pavimento rígido o flexible; Por lo tanto, debe consistir en suelos con buenas propiedades para producir cuerpos más fuertes o compactos que puedan soportar el diseño de sus cargas. Las propiedades mecánicas son los principales lineamientos para determinar las capas de pavimentación o el espesor del revestimiento.

**Definición Operacional:** La estabilización de la subrasante vendría a ser el resultado obtenido luego de la aplicación de la proporción indicada del polietileno ello a fin de evaluar las proporciones físicas resultantes como también las propiedades mecánicas, siendo estas la resistencia al corte, deflexión, esfuerzo para compresión y el tipo de suelo.

**Dimensiones e Indicadores:** La variable en cuestión presenta distintas dimensiones, que incluyen conceptos como "propiedades físicas" y "propiedades mecánicas". En relación a las propiedades físicas, se consideran indicadores como el análisis granulométrico (%), el contenido de límite plástico (%), la humedad (%), la clasificación de suelos según los estándares SUCS y AASHTO, el límite líquido (%), y el índice de plasticidad (%). Por otro lado, en lo que respecta a las propiedades mecánicas, se tienen indicadores como la densidad máxima seca ( $T_n/m^3$ ), el contenido óptimo de humedad (%) y el ensayo de CBR (%).

**Escala de Medición:** Como se señaló para la variable anterior la escala de medición será de razón.



### 3.3. Población, Muestra y Muestreo:

**3.3.1. Población:** En mérito de lo establecido por Arias-Gómez, Villasís-Keever, & Miranda Novales (2016 p.43), se entiende que la población son la totalidad de aquellos sujetos o de ser el caso el escenario de estudio en el cual se centra la presente investigación. Dicho ello la población escogida como escenario de estudio son los suelos a nivel de la subrasante que se encuentra ubicado en la carretera Moyobamba – Jepelacio, distrito de moyobamba perteneciente a la región de San Martín.

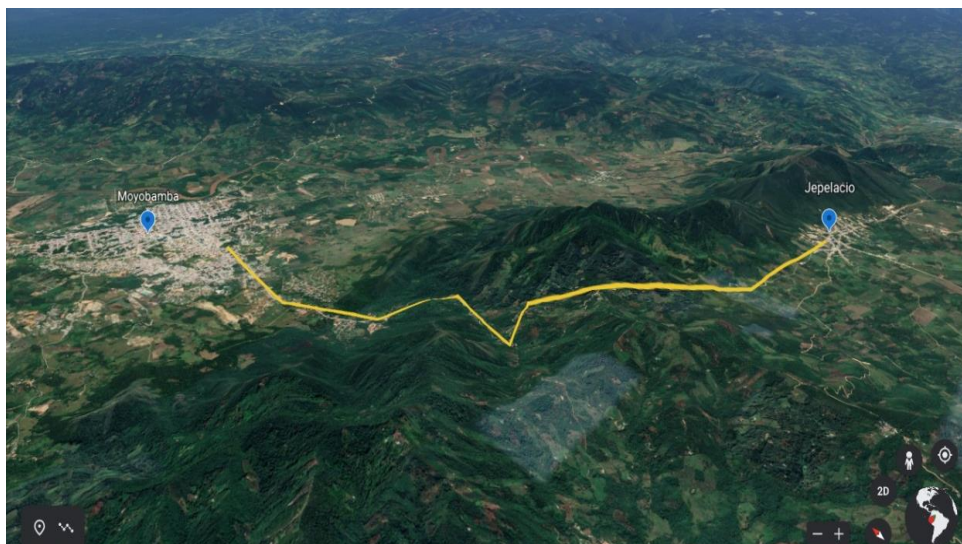


Figura 2. Ubicación de la carretera el tramo Jepelacio-Moyobamba.

**3.3.2. Muestra:** Es el corte seccional del total poblacional escogido inicialmente, ello para así se tenga una facilidad de recolección de datos exacta y se cumpla el total de objetivos planteados en la investigación, ello de conformidad con lo dispuesto por Kabir (2016); en mérito de lo descrito líneas arriba, como muestra representativa de la investigación se analizará un tramo km 0+ 700 hasta km 1+700 de la carretera Moyobamba – Jepelacio. Se escogerá el sitio donde se muestra considerable inconsistencia en torno al suelo suave que presenta.

**3.3.3. Muestreo:** Es aquel proceso mediante el cual el investigador realizara una depuración de elementos ajenos o de menor relevancia al grupo de investigación, ello mediante métodos de tipo probabilístico o no probabilístico en la investigación, dado que al tratar en la presente

contamos con datos que son medibles de manera exacta se aplicará un método no probabilístico dado que es el investigador quien selecciona las muestras a criterio propio, dado que la selección del lugar in situ de evaluación y las muestras son mediante proceso y metacognición crítica (Díaz, 2016).

#### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:**

**Técnica:** La táctica a utilizar en la actual investigación dependerá de la “observación”, dado que visualmente se puede determinar cuál es la zona (tramo) más crítica para sentar un punto ápice, el cual debe presentar un terreno arenoso y en el que también prime un alto contenido de arcilla; dicho ello para proceder a la recolección de datos mediante una inspección de campo como herramienta complementaria específica en la investigación se cumple con señalar como primer paso la identificación exacta del tramo, luego se cumple con indicar el kilometraje exacto en el que se ejecutará el análisis en este asunto es de km 0+ 700 hasta el km 1+700 y consecuentemente se procederá a la ubicación de los puntos específicos para el posicionamiento de las calicatas siguiendo la distancia específica de 1 kilómetro por cada una; como segundo punto en el orden de la investigación se procederá a realizar la sustracción de calicatas en los sitios anteriormente distinguidos para las siguientes dimensiones: 1.50m de profundidad, 0.70m de ancho y 1.50m de largo, consecuente a ello se procederá al traslado de las muestras extraídas a un laboratorio especializado para el estudio respectivo (Nelly López, 2015).

**Instrumentos:** Los instrumentos que se plantean para la facilitación de los datos serán: wincha métrica, pico, pala, bolsa con sellado hermético; en lo que corresponde al laboratorio en el cual se analizarán las muestras recolectadas serán: indumentaria de protección personal, celular, laptop especializada para el análisis de muestras, y el personal humano especializado de laboratorio, finalmente se realizarán los ensayos para obtener los resultados mediante la aplicación del polietileno y las fichas de recolección de datos correspondientes (Carla Tamayo Ly, 2018).

Bajo la tesitura de lo expuesto líneas arriba se elige la siguiente tabla a fin de llevar un orden en la metodología propuesta en el presente proyecto.

**Tabla 3. Planificación de Ensayos a realizar.**

Tipo de Ensayo	Instrumento
Dosificación con polietileno	Ficha Técnica aplicada para recolección de datos
Análisis Mecánico por tamizadd	Ficha Técnica aplicada para recolección de datos
Limite Liquido	Ficha Técnica aplicada para recolección de datos
Limite Plástico	Ficha Técnica aplicada para recolección de datos
CBR	Ficha Técnica aplicada para recolección de datos
Protector Modificado	Ficha Técnica aplicada para recolección de datos
	Ficha Técnica aplicada para recolección de datos
	Ficha Técnica aplicada para recolección de datos
	Ficha Técnica aplicada para recolección de datos
	Ficha Técnica aplicada para recolección de datos

*Fuente: Elaboración Propia.*

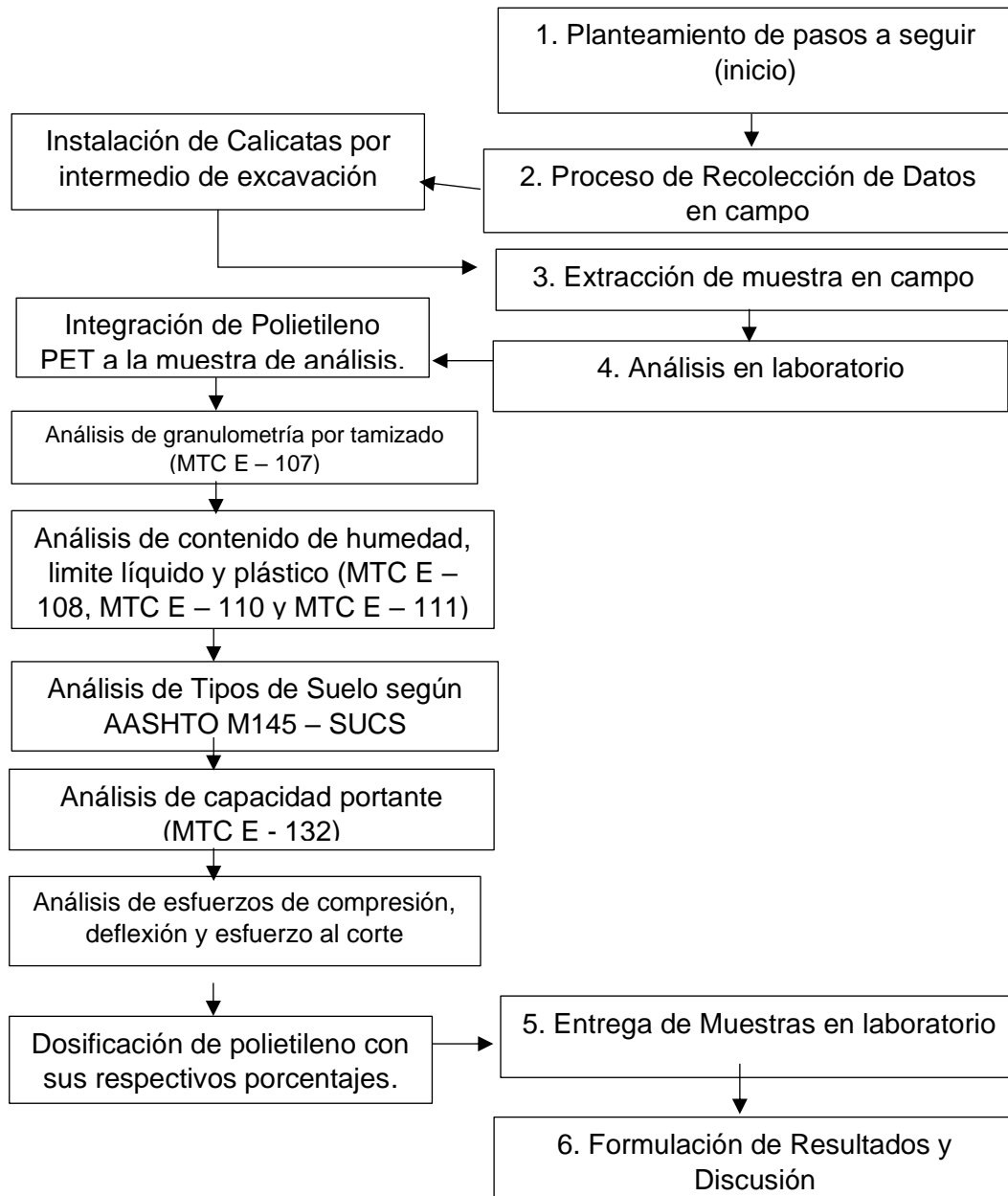
**Validez:** La validez empleada en el presente proyecto se sienta como la opinión de expertos, los cuales validarán el producto final a presentar; ello con la finalidad de demostrar la fiabilidad que tendrán los instrumentos ante la aplicación de la recolección de datos, dado que en el campo practico se debe tener una respuesta adecuada, la cual en este caso serpa respaldada por expertos en la materia, lo cual demostrará la adecuada respuesta a la puesta en evidencia de propiedades, características y variaciones reales de las muestras antes mencionadas (Middleton, 2019).

**Confiabilidad:** Llamada también consistencia o fiabilidad; es la situación mediante la cual se empleará equipos, conocimientos o herramientas (de ser el caso) para corroborar el orden real y científico de manera consistente (Sürücü & Maslakci, 2020, p. 21). Para ello se contará con el respaldo de laboratorio y un técnico especializado en la materia.

### 3.5. Procedimientos:

El estudio se llevó a cabo siguiendo los procesos descritos en el diagrama de flujo 1. Se realizaron tres calicatas para obtener muestras de suelo natural que luego fueron analizadas en el laboratorio. Dado el enfoque de ingeniería de la investigación, se establecen los procedimientos a seguir, como se indica en la figura siguiente.

**Flujograma 01:** Flujo procedimental de proceso de estabilización de la subrasante:



### 3.5.1. Obtención de residuo de polietileno

La recolección se dio en la provincia de Moyobamba, lo cual existen diversas plantas recicladoras de botellas plásticas, optamos en ir a una recicladora que cuenta con máquina trituradora.



Figura 3. Botellas de Plástico reciclado PET.

**Tamizado:** Luego de ello se realizó el proceso del triturado de las botellas plásticas recicladas y así se pudo movilizar hasta el laboratorio LM CECONSE, donde tamizamos las botellas; por ende, el residuo de polietileno atravesó la malla #10" para que se quede retenido en la malla N° 200.



Figura 4. Polietileno reciclado y triturado

### 3.5.2. Caracterización técnica de polietileno.

**Tabla 3.** Caracterización técnica de polietileno

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

**Fuente:** Echevarría, 2017.

### 3.5.3. Incorporación de residuos de polietileno para la estabilización de la subrasante.

La estabilización de la subrasante se añade 3%,8%,15% y 20% de residuo de polietileno, que es designado como "PET", ya que se ejecutó la incrementación de los porcentajes de polietileno, por el cual se determinó en el laboratorio de mecánica de suelos y concreto.

#### **Diseño de mezclas**

Se estableció una relación entre el peso del suelo y las proporciones de polietileno, y se realizaron los correspondientes ensayos de laboratorio, que incluyeron los límites de Atterberg, el Proctor modificado y el ensayo

de CBR.

**Tabla 4. Proporciones de polietileno**

<b>Muestra</b>	<b>Peso del suelo</b>	<b>Peso del polietileno</b>
MC	100%	0%
M1	97%	3%
M2	92%	8%
M3	85%	15%
M4	80%	20%

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **3.5.4. Estudios de exploración de suelos**

La ejecución se realizó según los parámetros establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). De acuerdo con las instrucciones, para áreas de bajo volumen de tránsito con IMD  $\leq$  200 veh/día, se recomienda realizar una calicata por kilómetro a una profundidad de 1.50 m. Con base en esta información y teniendo en cuenta las características específicas de la zona, se realizaron tres calicatas entre las progresivas 0+700 a 1+700.

#### **3.5.5. Estudios de Laboratorio**

Los análisis de laboratorio se llevarán a cabo siguiendo las

- Contenido de humedad natural: norma ASTM D-2216 y MTC E 108 (ver anexo 5)
- Ensayo de granulometría: norma ASTM D-422 y MTC E 107 (ver anexo 5)
- Límite líquido (LL) y límite plástico (LP): norma ASTM D-423 y MTC E 110 (ver anexo 6)
- Peso específico: norma ASTM C127-04 y MTC E 113. (ver anexo 6)
- California Bearing Ratio (CBR) de suelos: norma ASTM D-1883 y MTC E 132 (ver anexo 5)
- Compactación de suelos (Proctor modificado), norma ASTM D-1557 (ver anexo 5)

especificaciones técnicas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Estos análisis se realizarán en el laboratorio designado utilizando muestras obtenidas de la calicata 01, 02 y 03.

Posteriormente, se realizará la mezcla conjunta de las muestras con los porcentajes correspondientes de residuos de polietileno.

### 3.6. Método de análisis de datos:

Por intermedio de la presente se optó por la aplicación de un método de tipo comparativo dado que se buscará el contraste de la muestra inicialmente extraída con la posterior aplicación ello se procedió del aditivo para aumentar su resistencia al corte, siendo este el caso del polietileno; luego de a la descripción de los resultados acorde a las pruebas de laboratorio realizadas.

#### Calicatas de estudio

Se realizaron 3 calicatas de estudio en las progresivas 0+700, 1+200 y 1+700

**Tabla 5. Clasificación de suelos calicatas 01, 02 y 03**

Nº	Muestra	CLASIFICACIÓN		CBR		CATEGORÍA SUBRASANTE
		AASHTO	SUCS	95%	100%	
Calicata – 01	M-III	A-7-6(20)	CH	3.70	5.26	Pobre
Calicata – 02	M-III	A-7-6(20)	CH	2.89	4.08	Pobre
Calicata – 03	M-III	A-7-6(20)	CH	3.65	5.87	Pobre

Fuente: Elaboración propia

#### Límite de Atterberg - ASTM 4318

Se ejecutó los suelos de la Calicata 01, 02, 03 en los ensayos de Límites de Atterberg



**Tabla 6. Límite de consistencia calicatas 1, 2 y 3**

	<b>Características</b>	<b>Limite liquido</b>	<b>Limite plástico</b>	<b>Índice de plasticidad</b>
C-01	Contenido de humedad (%)	45.42	20.09	25.43
C-02	Contenido de humedad (%)	34.39	12.73	21.66
C-03	Contenido de humedad (%)	27.87	17.66	10.21

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Proctor Modificado (ASTM D 1557)**

La comprensión del suelo es una propiedad esencial para lograr su optima capacidad portante. Este proceso tiende de la humedad y la densidad del suelo. El ensayo de Proctor Modificado, por su parte, nos permite tener una comprensión eficaz aplicando una fuerza específica establecida.

**Tabla 7. Ensayo Proctor modificado, calicatas 1,2 y 3**

	<b>Ensayos de Proctor Modificado</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Máximo valor</b>
C-01	contenido de humedad (%)	6.51	10.37	14.20	18.43	12.10
	densidad máxima seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.83	1.83	1.67	1.847
C-02	contenido de humedad (%)	8.79	11.13	14.59	17.64	14.20
	densidad máxima seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.46	1.56	1.68	1.37	1.680
C-03	contenido de humedad (%)	4.50	8.26	12.27	16.64	12.30
	densidad máxima seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.35	1.63	1.86	1.37	1.860

**Fuente:** elaboración propia.

Ejecución de los ensayos del California Bearing Ratio (CBR)

**Tabla 8. Ensayo de CBR de las calicatas 01, 02 y 03**

Ensayo de CBR		95% MDS	100% MDS	Subrasante
C-01 M III	CBR %	3.70	5.26	Pobre
C-02 M III	CBR %	2.89	4.08	Pobre
C-03 M III	CBR %	3.65	5.87	Pobre

**Fuente:** elaboración propia.

### **Análisis del Suelo Control**

Se llevará a cabo el análisis de los suelos extraídos de las calicatas 01, 02 y 03, centrándonos en aquellos que presenten mayores deficiencias. A estos suelos se les aplicarán diferentes porcentajes de polietileno reciclado, como 3%, 8%, 15% y 20%. El suelo de la calicata 03, que muestra propiedades más deficientes y se considera el suelo de control, presenta un CBR del 95% de 3.65%. Este valor está por debajo del umbral de 6% establecido en el Manual de Carreteras, lo que lo clasifica como una subrasante inadecuada y requiere un mejoramiento del suelo. Además, este suelo presenta una densidad máxima de compactación de 1.86 g/cm<sup>3</sup>, una humedad del 12.30% y un índice de plasticidad del 10.21%.

#### **3.6.1. Determinación de la influencia de la adición de polietileno reciclado en la plasticidad de la subrasante.**

Para determinar cómo influye la plasticidad se realizó el ensayo de límites de consistencia con la adición de polietileno reciclado en suelo natural, se automatizó mediante el uso del laboratorio.

**Tabla 9. Límites de consistencia del suelo natural**

calicata	Suelo	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	índice de plasticidad (%)
	0% polietileno	27.87	17.66	10.21
<b>MC</b>	3% polietileno	24.4	18.51	6.9
	8% polietileno	24.56	18.94	5.7
	15% polietileno	23.11	18.19	4.8
	20% polietileno	23.23	17.19	4.33

**Fuente:** elaboración propia

### 3.6.2. Cuantificación de la influencia de la adición de polietileno reciclado en la máxima densidad seca en la estabilización de la subrasante.

Se realizó un análisis utilizando el ensayo de Proctor (MDS) para examinar cómo la adición de polietileno reciclado afecta la capacidad de soporte del suelo. Durante este análisis, se observaron los cambios en la densidad seca de esta adicción, con el objetivo de identificar tanto los cambios favorables como los desfavorables en el comportamiento del suelo.

**Tabla 10 Ensayo de Proctor Modificado polietileno reciclado**

calicata patrón	mezcla suelo y polietileno	humedad óptima (%)	densidad máxima (%)
<b>C-03</b>	0% polietileno	12.30	<b>1.860</b>
	3% polietileno	11.60	<b>1.915</b>
	8% polietileno	11.20	<b>1.926</b>
	15% polietileno	9.60	<b>1.930</b>
	20% polietileno	8.60	<b>1.958</b>

**Fuente:** elaboración propia.

### 3.6.3. Estimación de la influencia de la adición de polietileno reciclado en la capacidad de soporte CBR en la estabilización de la subrasante.

En el estudio de la influencia de la estabilización de la subrasante mediante la adición de polietileno reciclado, se tuvo en cuenta la capacidad de soporte CBR al agregar diferentes porcentajes de polietileno reciclado, específicamente 3%, 8%, 15% y 20%.

	100% MDS	95% MDS	Subrasante
MC + 0%	5.87	3.65	Insuficiente

MC + 3%	7.02	4.76	Regular
MC + 8%	8.49	5.65	Regular
MC + 15%	10.10	8.05	Regular
MC + 20%	10.29	8.80	Regular

**Tabla 10. Resumen de CBR con incorporación del PET**

**Fuente:** elaboración propia.

### **3.6. Aspectos Éticos:**

La particularidad que atañe a la materia de investigación al encontrarse dentro del ámbito de ingeniería, tiende a respetar los lineamientos bases establecido por la norma ISO 690, ello de conformidad con los lineamientos en cuanto a forma que establece la Universidad Cesar Vallejo en cuanto al contenido y forma sobre la cual se llevará la investigación; asegurando así que la información indexada a la presente denote los aspectos básicos en lo referente al respeto a los derechos de autor; de igual manera en cuanto debe referirse a los resultados que se aplicarán en el posterior análisis en laboratorio, dado que se busca garantizar la severidad en la investigación realizada, por lo que bajo esa tesitura se tienen en cuenta a los siguientes principios éticos que se perciben en la presente investigación.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1 Descripción de la zona de estudio**

El tramo de carretera que conecta Moyobamba con Jepelacio se caracteriza por ser mayormente llano, con pendientes suaves que varían entre el 0.5% y el 2%. La anchura promedio de la vía se encuentra en el rango de 5 a 7 metros. Sin embargo, se observa la existencia de cunetas inapropiadas y accesos que no cumplen con los estándares necesarios para garantizar la transitabilidad de los vehículos. Además, se evidencia la presencia de erosión en los suelos a lo largo de la carretera.

#### **Ubicación política**

Mapa político del Perú

Mapa político del departamento de San Martín



Mapa de la provincia y distrito de Moyobamba.



### **Ubicación geográfica**

Moyobamba abarca una extensión territorial de 3,772.31 Km<sup>2</sup> y se encuentra situada en la región de la ceja de selva, conocida como selva alta. La topografía de esta zona es ligeramente accidentada debido a su ubicación en las últimas ramificaciones de la Cordillera Oriental.

### **Condición climática**

Moyobamba experimenta un clima tropical caracterizado por ser una sábana lluviosa, semicálida y húmeda. Las temperaturas oscilan entre los 14 °C como mínima y los 30 °C como máxima, siendo el promedio anual alrededor de 22 °C. En algunas ocasiones, las noches en Moyobamba pueden presentar temperaturas más frescas.

## **4.2 Resultados obtenidos en laboratorio de acuerdo a nuestros objetivos.**

### **4.2.1. Determinación de la influencia de la adición de polietileno reciclado en la plasticidad de la subrasante.**

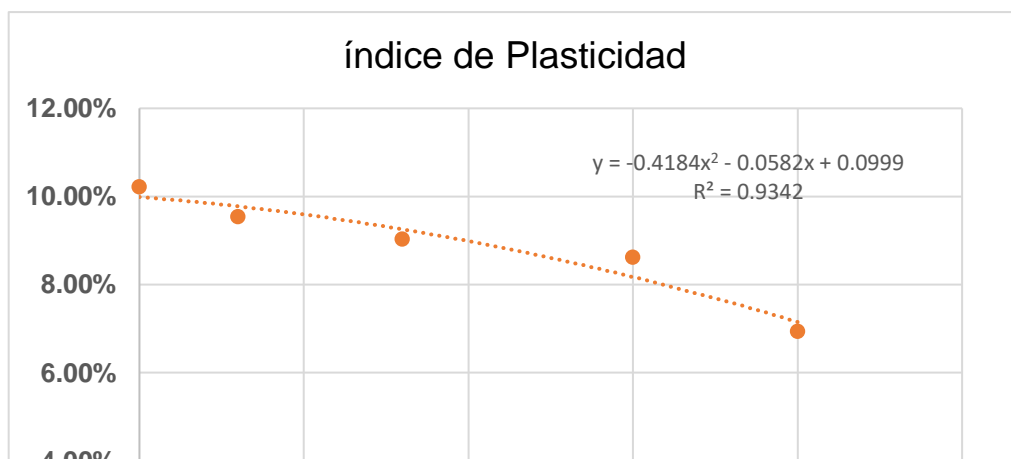
**Tabla 11.** Muestra control adicionado polietileno reciclado

calicata	Suelo	Limite liquido (%)	Limite plástico (%)	índice de plasticidad (%)
MC	0% polietileno	27.87	17.66	10.21
	3% polietileno	25.10	15.56	9.54
	8% polietileno	23.11	14.08	9.03
	15% polietileno	18.25	13.19	8.62
	20% polietileno	16.74	9.80	6.94

Fuente: Elaboración propia

### Interpretación:

La Tabla 11 muestra los resultados de la plasticidad del suelo de referencia, la cual se registra en un 10.21%. Sin embargo, se observa una disminución en los valores de plasticidad al realizar adiciones de polietileno reciclado. Específicamente, los porcentajes de plasticidad disminuyen a 9.54%, 9.03%, 8.62% y 6.94% para adiciones de 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno reciclado, respectivamente. El valor máximo de plasticidad se obtiene con una adición del 3% de polietileno, alcanzando un 9.54%. En contraste, para adiciones del 8%, 15% y 20%, se observa una disminución en la plasticidad.





**Figura 5. índice de plasticidad con 3%, 8%, 15% y 20% de Polietileno reciclado**

**Interpretación:**

En la ilustración proporcionada, se puede observar cómo los niveles de plasticidad varían a medida que se realizan adiciones de polietileno reciclado. Se registran porcentajes de plasticidad de 9.54%, 9.03%, 8.62% y 6.94% para adiciones del 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno reciclado, respectivamente. Se identifica un valor máximo de plasticidad del 9.54% cuando se añade un 3% de polietileno. Sin embargo, se observa una disminución en los niveles de plasticidad para porcentajes mayores a este valor.

**4.2.2. Cuantificar la influencia de la adición de polietileno reciclado en la máxima densidad seca de la subrasante en un pavimento flexible.**

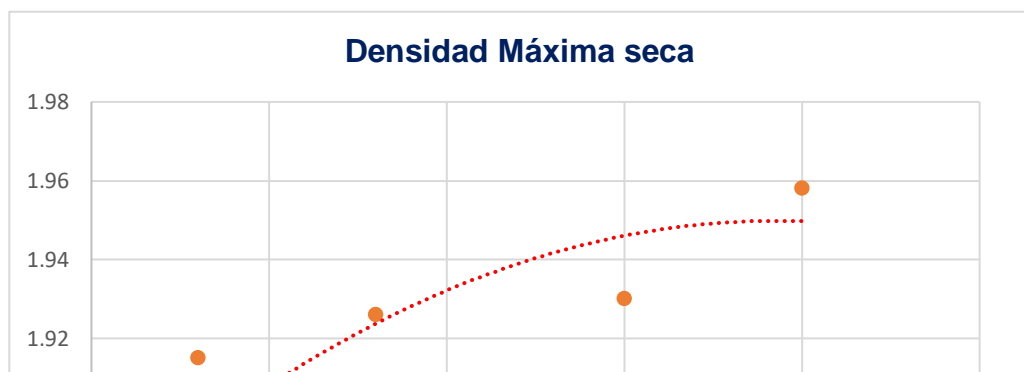
**Tabla 12.** Cuantificación de la influencia de adición de polietileno reciclado

calicata patrón	mezcla suelo y polietileno	humedad optima (%)	densidad máxima (gr/cm3)
C-03	0% polietileno	12.3	1.860
	3% polietileno	11.6	1.915
	8% polietileno	11.2	1.926
	15% polietileno	9.6	1.930
	20% polietileno	8.6	1.958

Fuente: elaboración propia.

### Interpretación

En la siguiente tabla 12 se presentan los valores de densidad máxima obtenidos en la calicata C-03. Los resultados muestran un incremento gradual a medida que se añade polietileno reciclado en porcentajes del 3%, 8%, 15% y 20%, registrando valores de 1.915, 1.926, 1.930 y 1.958, respectivamente. Estos resultados indican que a medida que aumenta el porcentaje de adición de polietileno reciclado, se observa un incremento en la máxima densidad en comparación con el patrón de referencia.



### **Figura 6. Máxima densidad seca con adición de Polietileno**

#### **Interpretación:**

Según la figura 6 presentada, se puede apreciar que la densidad de referencia es de  $1.86 \text{ gr/cm}^3$ . Al realizar adiciones de polietileno en porcentajes del 3%, 8%, 15% y 20%, se obtienen densidades de 1.915, 1.926, 1.930 y 1.958, respectivamente. Por lo tanto, se puede observar en la ilustración que a medida que se incrementa el porcentaje de polietileno, también se incrementa la densidad seca en comparación con la muestra de referencia.

#### **4.2.3. Estimación de la influencia de la adición de polietileno reciclado en la capacidad de soporte CBR de la subrasante.**

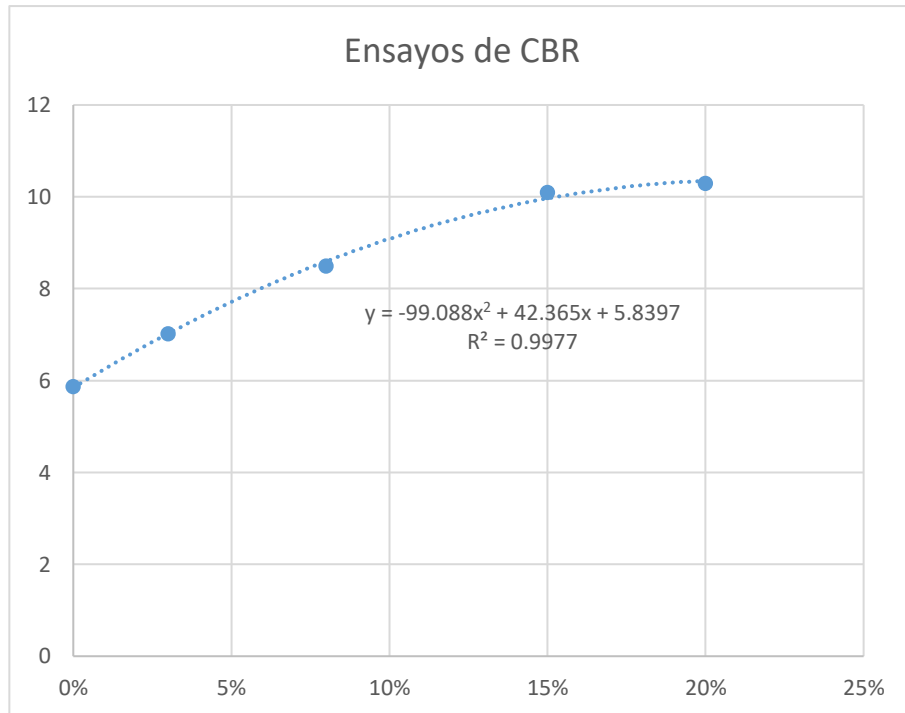
**Tabla 13. Estimación de la influencia del polietileno**

	<b>100% MDS</b>	<b>95% MDS</b>	<b>Subrasante</b>
MC + 0%	5.87	3.65	Insuficiente
MC + 3%	7.02	4.76	Regular
MC + 8%	8.49	5.65	Regular
MC + 15%	10.10	8.05	Regular
MC + 20%	10.29	8.80	Regular

**Fuente: elaboración propia.**

**Interpretación:**

La Tabla 13 presenta los valores del CBR (Coeficiente de Soporte California) para la muestra control alcanzando el 95% de la máxima densidad seca, los cuales son 4.76%, 5.65%, 8.05% y 8.80% para adiciones del 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno reciclado, respectivamente. Asimismo, al alcanzar el 100% de la máxima densidad seca, se observa un aumento en los valores del CBR, registrando 7.02%, 8.49%, 10.10% y 10.29% con respecto a la muestra control



**Figura 7. Ensayo de CBR con adición de Polietileno**

**Interpretación:**

Observando la figura, se puede notar que los valores de CBR al alcanzar el 100% de la máxima densidad seca presentan una variación al agregar diferentes porcentajes de polietileno reciclado. Estos porcentajes son 3%, 8%, 15% y 20%, y se corresponden con valores de CBR de 5.87%, 7.02%, 8.49%, 10.10% y 10.29%, respectivamente. El mayor valor obtenido es de 10.29% de CBR cuando se agrega un 20% de polietileno reciclado. Por otro lado, al considerar el 95% de la máxima densidad, los valores de CBR varían al añadir 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno, siendo 3.65%, 4.76%, 5.65%, 8.05% y 8.8%, respectivamente. Se destaca que el CBR tiende a aumentar con la adición de polietileno reciclado.

#### 4.2.4. Resultados de la estimación de la influencia de la adición de polietileno reciclado en la estabilización de la subrasante.

El porcentaje ideal de polietileno reciclado se determina como el 20% según la información proporcionada en las tablas previas. Este porcentaje demuestra ser óptimo para lograr la estabilización adecuada de la subrasante mediante la adición de polietileno reciclado.

**Tabla 14. Influencia de la estabilización de subrasante polietileno reciclado**

Ensayo	Muestra control	Suelo con polietileno			
	MC + 0%	MC + 3%	MC + 8%	MC + 15%	MC + 20%
Índice de Plasticidad	10.21	9.54	9.03	8.62	6.94
densidad máxima seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.860	1.915	1.926	1.930	1.958
contenido de humedad (%)	12.3	11.6	11.2	9.6	8.6
CBR (100% DMS) 0.1"	5.87	7.02	8.49	10.10	10.29

Fuente: elaboración propia

#### Interpretación:

En la tabla 14, se pueden apreciar los ensayos llevados a cabo, que corresponden al CBR, Máxima densidad seca y Índice de plasticidad. Se observan las variaciones de estos ensayos al agregar 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno reciclado. Se nota que, con la adición de polietileno, las propiedades experimentan cambios positivos en el CBR, mientras que el índice de plasticidad disminuye en estos porcentajes. Además, se observa un aumento en la densidad en estos porcentajes.

### 4.3 Contrastación de hipótesis

La elección de las pruebas estadísticas se realizó mediante la realización de una prueba de normalidad. Se eligió la prueba de Shapiro-Wilk porque el tamaño del grupo de estudio es inferior a 50 unidades y consta de 4 porcentajes y una muestra de control. Considere un nivel de significación del 5% (0,05) y un nivel de confianza del 95% (0,95). Las pruebas de correlación se realizaron utilizando correlaciones de Spearman o Pearson utilizando el programa estadístico IBM SPSS. Los resultados alcanzados son los siguientes:

**HE1:** La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la plasticidad de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022.

Ho= La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la plasticidad de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022.

H1= La adición de polietileno reciclado no influye significativamente en la plasticidad de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022.

Las pruebas de normalidad

Ho= El historial de la variable plasticidad, MDS y CBR con la adición de polietileno reciclado tiene normalidad.

H1 El historial de la variable plasticidad, MDS y CBR con la adición de polietileno reciclado no tiene normalidad.

**Tabla 15.** Prueba de normalidad de la Plasticidad, MDS Y CBR de la subrasante estabilizada con polietileno reciclado.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Plasticidad	,220	5	,200*	,947	5	,718
MDS	,362	5	,031	,698	5	,009
CBR	,225	5	,200*	,941	5	,675

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

La Tabla 15 muestra el valor de "sig". superior a 0,05, lo que lleva a la aceptación de la hipótesis alternativa. Esto muestra que los datos de las variables de Plasticidad, MDS y CBR no siguen una distribución normal al nivel de significancia del 5% después de la adición de polietileno reciclado.

#### **Coefficiente de correlación de Spearman**

Ho= La adición de polietileno reciclado no influye significativamente en la plasticidad de la subrasante en un pavimento flexible.

H1= La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la plasticidad de la subrasante en un pavimento flexible



**Tabla 16.** Correlación de la plasticidad de la subrasante estabilizada con polietileno reciclado

Correlaciones				
			Dosificación de polietileno reciclado	Plasticidad
Rho de Spearman	Dosificación de polietileno reciclado	Coefficiente de correlación	1,000	1,000**
		Sig. (bilateral)	.	.
		N	4	4
	Plasticidad	Coefficiente de correlación	1,000**	1,000
		Sig. (bilateral)	.	.
		N	4	4

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16, se puede observar que el valor es 0.00, lo cual es menor que 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa. Existe evidencia estadística significativa que respalda la afirmación de que la adición de polietileno reciclado tiene una influencia significativa en la plasticidad de la subrasante en un pavimento flexible con  $r=1$ . En consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa.

**HE 2:** La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la máxima densidad seca de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022.

Ho= El historial del cambio de la variable máxima densidad seca no están relacionadas con la adición de polietileno reciclado

H1= El historial del cambio de la variable máxima densidad seca están relacionadas con la adición de polietileno reciclado

**Tabla 17.** Correlación de la Máxima densidad seca de la subrasante estabilidad con polietileno reciclado

Correlaciones				
			Dosificación de polietileno reciclado	MDS
Rho de Spearman	Dosificación de polietileno reciclado	Coeficiente de correlación	1,000	-,632
		Sig. (bilateral)	.	,368
		N	4	4
	MDS	Coeficiente de correlación	-,632	1,000
		Sig. (bilateral)	,368	.
		N	4	4

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17, se puede notar que el valor de 0.368 es mayor a 0.05 lo que lleva a aceptar la hipótesis nula. Esto significa que existe evidencia estadísticamente significativa de que la variable MDS no se correlaciona positivamente con la adición de polietileno reciclado ( $r = -0,632$ ). Por lo tanto, se aceptó la hipótesis alternativa.

**HE 3:** La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la capacidad de soporte CBR estabilización de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022.

Ho= El historial del incremento de la variable CBR no están relacionadas con la adición de polietileno reciclado.

H1= El historial del incremento de la variable CBR están relacionadas con la adición de polietileno reciclado.

**Tabla 18.** Correlación del CBR de la subrasante estabilizada con polietileno

Correlaciones				
			Dosificación de polietileno	CBR al 100%
Rho de Spearman	Dosificación de polietileno	Coeficiente de correlación	1,000	0,930**
		Sig. (bilateral)		0.000
		N	4	4
	CBR al 100%	Coeficiente de correlación	0,930**	1,000
		Sig. (bilateral)	0.000	.
		N	4	4
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).				

Fuente: elaboración propia

De la Tabla 18 se puede observar que el valor de significancia obtenido es 0.000 el cual es menor a 0.05 lo que indica que se acepta la hipótesis alternativa. Hubo evidencia estadísticamente significativa de que la variable CBR estaba directamente relacionada con la adición de polietileno reciclado ( $r=0,930$ ). Por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula.

**HG:** La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la estabilización de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín - 2022, analizando los resultados estadísticos de los objetivos específicos se puede corroborar que la estabilización de la subrasante adicionando polietileno reciclado mejora significativamente en la estabilización en la ruta Moyobamba - Jepelacio.

## V. DISCUSIÓN

### Discusión 1:

Se puede observar que los resultados de la plasticidad del suelo de referencia muestran un valor de 10.21%. Sin embargo, se observa una disminución en los valores de plasticidad al agregar polietileno reciclado. Específicamente, los porcentajes de plasticidad disminuyen a 9.54%, 9.03%, 8.62% y 6.94% para adiciones de 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno reciclado, respectivamente. Además, el análisis estadístico utilizando el coeficiente de correlación de Pearson/Spearman revela una correlación nula entre la plasticidad en la estabilización de la subrasante y el polietileno reciclado, con un valor de  $p$  igual a 0.000, que es menor que 0.05. Por lo tanto, se concluye que la plasticidad en la estabilización de la subrasante tiene una influencia significativa en el polietileno reciclado, lo que lleva a aceptar la hipótesis alternativa y rechazar la hipótesis nula. En referencia a estudios anteriores, CELI (2021) obtuvo muestras de suelo para pruebas de Plasticidad, Proctor y CBR con adiciones de PET, PP y PE de grano fino en diferentes porcentajes. Se analizaron las variaciones en la densidad máxima seca, el contenido óptimo de humedad y los valores de CBR, encontrando valores óptimos de estabilización para cada muestra de suelo. De manera similar, ALBAN (2017) presenta una plasticidad natural de 21.73%, que disminuye a medida que se agrega PET en porcentajes del 4%, 8%, 10% y 12%, con plasticidades de 18.95%, 15.20%, 12.56% y 10.76% respectivamente. Estos resultados coinciden con los hallazgos previos, donde se observa una disminución en los valores de plasticidad las adiciones de polietileno. Pudiéndose afirmar que se cumplió con el objetivo.

### Discusión 2:

se presentan los valores de densidad máxima obtenidos en la calicata C-03. Los resultados muestran un incremento gradual a medida que se añade polietileno reciclado en porcentajes del 3%, 8%, 15% y 20%, registrando valores de 1.915, 1.926, 1.930 y 1.958, respectivamente. Estos resultados indican que a medida que aumenta el porcentaje de adición de polietileno reciclado, se observa un incremento en la máxima densidad en comparación con el patrón de referencia. Además, según el análisis estadístico utilizando el coeficiente de correlación de Pearson/Spearman, se encuentra una correlación nula entre la máxima densidad

seca en la estabilización de la subrasante y el polietileno reciclado, con un valor de  $p$  igual a 0.368, que es mayor que 0.05. Por lo tanto, se concluye que la máxima densidad seca en la estabilización de la subrasante tiene una influencia significativa en el polietileno reciclado, lo que lleva a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula. En referencia a estudios anteriores, ALBA & HERNANDEZ (2019), citado como antecedente nacional, demostró la capacidad de estabilizar el suelo al agregar bolsas de polietileno con un CBR del 12.62%. También se encontró que al agregar 4%, 6% y 8% de bolsas de polietileno al suelo, este presentó índice de plasticidad y propiedades mecánicas, y se determinó que el CBR alcanzó valores de 8.62% a 12.62% en diferentes muestras de suelo. Por otro lado, Ramírez e Hincapié (2018), citado como antecedente internacional, investigó la capacidad de soporte (CBR) al agregar diferentes porcentajes de PET, obteniendo valores de penetración CBR de 66.26%, 8.92%, 31.07%, 23.39% y 21.45% para adiciones de 1.5%, 3%, 6% y 9% de PET, respectivamente. Al revisar estos antecedentes, se observa una concordancia positiva con los resultados de la investigación actual, donde se nota un incremento en la máxima densidad seca al agregar polietileno reciclado. Esto indica que se logró cumplir con el objetivo planteado.

### **Discusión 3.**

Se presentan los valores del CBR (Coeficiente de Soporte California) para la muestra control, alcanzando el 95% de la máxima densidad seca. Estos valores son 4.76%, 5.65%, 8.05% y 8.80% para adiciones del 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno reciclado, respectivamente. Además, al alcanzar el 100% de la máxima densidad seca, se observa un aumento en los valores del CBR, registrando 7.02%, 8.49%, 10.10% y 10.29% en comparación con la muestra control. Asimismo, según el análisis estadístico utilizando el coeficiente de correlación de Pearson/Spearman, se encuentra una correlación nula entre la capacidad de soporte CBR en la estabilización de la subrasante y el polietileno reciclado, con un valor de  $p$  igual a 0.000, que es menor que 0.05. Por lo tanto, se concluye que la capacidad de soporte CBR en la estabilización de la subrasante tiene una influencia significativa en el polietileno reciclado, lo que lleva a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula. En referencia a estudios anteriores, ALBA & HERNANDEZ (2019),

citado como antecedente nacional, demostró la capacidad de estabilizar el suelo al agregar bolsas de polietileno con un CBR del 12.62%. También se encontró que al agregar 4%, 6% y 8% de bolsas de polietileno al suelo, este presentó índice de plasticidad y propiedades mecánicas, y se determinó que el CBR alcanzó valores de 8.62% a 12.62% en diferentes muestras de suelo. Además, CELI (2021) obtuvo muestras de suelo para pruebas Proctor y CBR al agregar PET, PP, PE en porcentajes específicos, encontrando valores óptimos de estabilización en la densidad máxima seca, contenido óptimo de humedad y valores de CBR para cada muestra de suelo. Al revisar estos antecedentes, se observa una concordancia positiva con los resultados de la investigación actual, donde se nota un incremento en el módulo resiliente al agregar polietileno reciclado. Esto permite afirmar que se cumplió con el objetivo planteado.

#### **Discusión 4.**

Se presentan los ensayos realizados que incluyen el CBR, la máxima densidad seca y el índice de plasticidad. Se observan las variaciones de estos ensayos al agregar porcentajes del 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno reciclado. Se puede apreciar que la adición de polietileno tiene un efecto positivo en el CBR, mientras que el índice de plasticidad disminuye en estos porcentajes. Además, se observa un aumento en la densidad en dichos porcentajes. Asimismo, según el análisis estadístico utilizando el coeficiente de correlación de Pearson/Spearman, se encuentra una correlación nula entre el CBR en la estabilización de la subrasante y el polietileno reciclado, con un valor de  $p$  igual a 0.000, que es menor que 0.05. Por lo tanto, se concluye que el CBR, la máxima densidad seca y la plasticidad en la estabilización de la subrasante tienen una influencia significativa en el polietileno reciclado, lo que lleva a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula. En el estudio de ARRELUCÉ & SOLIS (2021), se llegó a la conclusión de que los ensayos realizados demuestran una mejora notable en las características mecánicas del suelo. Específicamente, se encontró que una mezcla con un porcentaje del 0.4% de fibras de polipropileno brinda mejores resultados en comparación con mezclas que presentan una menor proporción de adición. Además, López (2018) analizó las propiedades del suelo arcilloso al agregar fibras de plástico reciclado como objetivo de su estudio. Los resultados obtenidos mostraron que a medida que se aumenta la cantidad de fibra PET, se incrementa

la resistencia y la deformación del suelo, lo cual implica un aumento en la resistencia al corte y la durabilidad. Esto permite afirmar que se cumplió con el objetivo planteado.

## VI. CONCLUSIONES

### **Conclusión 1:**

Se concluye que la plasticidad del suelo de referencia, la cual se registra en un 10.21%. Sin embargo, se observa una disminución en los valores de plasticidad al realizar adiciones de polietileno reciclado. Específicamente, los porcentajes de plasticidad disminuyen a 9.54%, 9.03%, 8.62% y 6.94% para adiciones de 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno reciclado, respectivamente. Asimismo, según el análisis estadístico el coeficiente de correlación de Pearson/Spearman la plasticidad en la estabilización de la subrasante y el polietileno reciclado es nula y el p-valor es ( $p = 0,000 < 0.05$ ); se concluye que la plasticidad en la estabilización de la subrasante influye significativamente en el polietileno reciclado por lo que como regla de decisión se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

### **Conclusión 2:**

Concluyendo que los valores de densidad máxima obtenidos en la calicata C-03. los resultados muestran un incremento gradual a medida que se añade polietileno reciclado en porcentajes del 3%, 8%, 15% y 20%, registrando valores de 1.915, 1.926, 1.930 y 1.958, respectivamente. Estos resultados indican que a medida que aumenta el porcentaje de adición de polietileno reciclado, se observa un incremento en la máxima densidad en comparación con el patrón de referencia. Asimismo, según el análisis estadístico el coeficiente de correlación de Pearson/Spearman la máxima densidad seca en la estabilización de la subrasante y el polietileno reciclado es nula y el p-valor es ( $p = 0.368 > 0.05$ ); se concluye que la máxima densidad seca en la estabilización de la subrasante influye significativamente en el polietileno reciclado por lo que como regla de decisión se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.



### **Conclusión 3:**

Se presenta los valores del CBR (Coeficiente de Soporte California) para la muestra control alcanzando el 95% de la máxima densidad seca, los cuales son 4.76%, 5.65%, 8.05% y 8.80% para adiciones del 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno reciclado, respectivamente. Asimismo, al alcanzar el 100% de la máxima densidad seca, se observa un aumento en los valores del CBR, registrando 7.02%, 8.49%, 10.10% y 10.29% con respecto a la muestra control. Asimismo, según el análisis estadístico el coeficiente de correlación de Pearson/Spearman la capacidad de soporte CBR en la estabilización de la subrasante y el polietileno reciclado es nula y el p-valor es ( $p = 0.000 < 0.05$ ); se concluye que la capacidad de soporte CBR en la estabilización de la subrasante influye significativamente en el polietileno reciclado por lo que como regla de decisión se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

### **Conclusión 4:**

En conclusión, se pueden apreciar los ensayos llevados a cabo, que corresponden al CBR, Máxima densidad seca y Índice de plasticidad. Se observan las variaciones de estos ensayos al agregar 3%, 8%, 15% y 20% de polietileno reciclado. Se nota que, con la adición de polietileno, las propiedades experimentan cambios positivos en el CBR, mientras que el índice de plasticidad disminuye en estos porcentajes. Además, se observa un aumento en la densidad en estos porcentajes. Asimismo, según el análisis estadístico el coeficiente de correlación de Pearson/Spearman el CBR en la estabilización de la subrasante y el polietileno reciclado es nula y el p-valor es ( $p = 0.000 < 0.05$ ); se concluye que el CBR, MDS, Plasticidad en la estabilización de la subrasante influye significativamente en el polietileno reciclado por lo que como regla de decisión se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **Recomendación 1:**

Se sugiere el uso de polietileno reciclado en cantidades de hasta el 20%, ya que este porcentaje representa la mejor opción para lograr una estabilización mejorada de la subrasante en términos de CBR. Además, se recomienda tamizar el polietileno con una malla #10 antes de utilizarlo en el proceso de estabilización de subrasantes.

### **Recomendación 2:**

Se sugiere la utilización de polietileno reciclado a partir de una incorporación del 3%, ya que se evidencia un incremento en la MDS (máxima densidad seca) conforme se aumenta el porcentaje de polietileno. Además, se recomienda realizar investigaciones que exploren la estabilización de suelos utilizando distintos porcentajes de reemplazo de polietileno reciclado, teniendo en cuenta las particularidades del terreno.

### **Recomendación 3:**

Se recomienda utilizar polietileno reciclado para mejorar el California Bearing Ratio (CBR) en la subrasante, utilizando el porcentaje adecuado en relación a la MDS (máxima densidad seca). Por otro lado, se sugiere emplear los porcentajes necesarios de acuerdo a los requisitos específicos de la estabilización en las subrasantes.

### **Recomendación 4:**

Se sugiere utilizar un rango de polietileno reciclado del 8% al 20% en la estabilización de subrasantes, ya que a porcentajes inferiores tienden a disminuir las propiedades de la subrasante. Además, se recomienda evaluar dosificaciones del uso de polietileno reciclado para obtener una mejor obtención del presupuesto.

## REFERENCIAS

1. Ankur , J., Saket , K., Satish, C., & Dinesh Kumar, P. (2015). Likert Scale: Explored and Explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 396 - 403.
2. Aprueban la “Actualización de los Estudios de Suelos y Capacidad de Uso Mayor de las Tierras de la Región San Martín”, N° 165-2017-MiNAGRI-DVDiAR-DGAAA (RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN GENERAL - MINAGRI 9 de Mayo de 2017).
3. Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 201 - 206.
4. Butka Thomas, D., Xavier Oenning, N. S., & Niegia Garcia de Goulart, B. (2018). Essential aspects in the design of data collection instruments in primary health research. *REVISTA CEFAC*, 657 - 664.
5. Carla Tamayo Ly, I. S. (2018). *TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS*. Chimbote: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE.
6. Chavez, R. R. (2019). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO, CHACHAPOYAS, 2018*. 2019: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
7. CONCYTEC. (2018). *REGLAMENTO DE CALIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y REGISTRO DE LOS INVESTIGADORES DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA - REGLAMENTO RENACYT*. Lima: RENACYT.
8. Department of Industrial & Operations Management and Mechanical Engineering, Vaal University of Technology, Vanderbijlpark, South Africa. (2022). Effects of Polyethylene Terephthalate Fibre Reinforcement on Mechanical Properties of Concrete. *Advances in Materials Science and Engineering, Vol. 2022* , 2 - 9.
9. Díaz, N. C. (2016). Técnicas de muestreo. Sesgos mas frecuentes. *Revistas Eden* , 121 - 132.
10. Igwenagu, C. (2016). Fundamentals of reseach methodology and data collection. *ResearchGate*, 1 - 47.
11. Journal of Engineering. (2021). Patent Issued for Polymer Fibers For Reinforcement Of Cement-Based Composites (USPTO 10,947,156). *News R.X. L.L.C., Vol. 3*, 124 - 155.
12. Kabir, S. M. (2016). Methods of Data Collection. *RearchGate*, 201 - 276.

13. Linares Chavez , R. R., Aguilar Rojas , M. E., & Rojas De La Puente, E. E. (2020). Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido. *Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería, Vol. 3, N° 02*, 33 - 40.
14. Mahmoud, K., Falamaki, A., & Ghodrat, H. (2022). FEASIBILITY STUDY OF PETROCHEMICAL WASTE AND CEMENT USAGE FOR SALINE ROAD SUBGRADE STABILISATION. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 185 - 212.
15. MANUAL DE CARRETERAS - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN , Oficio N° 225-2013-MTC/04 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones 14 de Febrero de 2013).
16. Martínez, D. D. (2021). *APLICACIÓN DE LA BOLSA DE POLIETILENO FUNDIDO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE LA PROVINCIA DE CHUPACA - JUNÍN*. Huancayo: Universidad Peruana los Andes.
17. Merli, G. O. (2010). Escalas de medición en Estadística . *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 243 - 247.
18. Middleton, F. (3 de Julio de 2019). *Scribbr*. Obtenido de Scribbr: <https://www.scribbr.com/methodology/reliability-vs-validity/#:~:text=Validity%20refers%20to%20how%20accurately,the%20physical%20or%20social%20world.>
19. Nelly López, I. S. (2015). Métodos y técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa. *Sistema de Universidad Virtual*, 1 - 23.
20. Quispe Serrano , E., & Sañac Vilca , M. (2018). *Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018*. Abancay: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES.
21. Quispe Serrano, E., & Sañac Vilca, M. (2019). *Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018*. . Apurímac: Universidad Tecnológica de los Andes.
22. Rahman, A. U., Khan, A., & Hasnain , M. (2019). STABILIZATION OF SUBGRADE BY USING ADDITIVES (CEMENT, LIME). *Global Scientific Journals*, 456 - 460.
23. REZA KEYMANESH, M., FALAMAKI, A., & GHODRAT, H. (2022). FEASIBILITY STUDY OF PETROCHEMICAL WASTE AND CEMENT USAGE FOR SALINE ROAD SUBGRADE STABILISATION. *THE BALTIC JOURNAL OF ROAD AND BRIDGE ENGINEERING*, 185 - 212.
24. Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: INTERAMERICANA EDITORES S.A.

25. Shone, J. B. (2015). *Introduction to Quantitative Research Methods*. Hong Kong: University of Hong Kong.
26. Sukkarak, R., Jongpradist, P., Jamsawang, P., Sukontasukkul, P., & Chindaprasirt, P. (2019). Effect of Polypropylene Fiber on the Flexural Strength Properties of Lightweight Foam Mixed Soil. *Advances in Materials Science and Engineering, Vol. 2019.*, 2 - 12.
27. Sürücü, L., & Maslakci, A. (2020). Validity and Reliability in Quantitative Research. *BUSINESS & MANAGEMENT STUDIES: AN INTERNATIONAL JOURNAL* , 2694 - 2726.
28. Taherdoost, H. (2016). Validity and Reliability of the Research Instrument; How to Test the Validation of a Questionnaire/Survey in a Research. *International Journal of Academic Research in Management*, 28 - 36.
29. Tamara Otzen, C. M. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. Temuco: Universidad de La Frontera.
30. Yanchapanta, K. A. (2021). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS GRANULARES DE SUBRASANTE CON FINOS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET), POLIPROPILENO (PP) Y POLIETILENO (PE)* . Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.
31. ARIAS Gonzales, Jose Luis y COVINOS Gallardo, Mitsuo. 2021. Diseño y Metodología de la investigacion. Arequipa : ENFOQUES CONSULTING EIRL, 2021. pág. 118. ISBN: 978-612- 48444-2-3.
32. ARIAS Odon, Fidias G. 2012. El Proyecto de Investigación. El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica. Caracas : s.n., 2012. pág. 26.
33. Asociacion Mundial de Carreteras (PIARC). 2014. Importancia de la conservacion de carreteras. 2014. pág. 7.
34. SALAZAR P. , CECILIA y DEL CASTILLO G., SANTIAGO. 2018. FUNDAMENTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA. 2018. pág. 13.
35. SALINAS”, Pedro Jose. 2012. Metodologia De La Investigacion cientifica. 2012.
36. JUAREZ Badillo Eulalio y RICO Rodriguez, Alfonso. 1973. Mecanica De Suelos Tomo I. s.l. : LIMUSA S. A., 1973. pág. 87.
37. JUAREZ Badillo, Eulalio y RICO Rodriguez, Alfonso. 2005. Mecanica de Suelos I - Fundamentos De La Mecanica de suelos. s.l. : Limusa, 2005. pág. 34. ISBN: 968-18-0069-9.
38. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2013. Especificaciones Tecnicas Generales Para Construccion. 2013.
39. MINISTERIO DE TRANSPORTES y COMUNICACIONES. 2016. Manual de Ensayo de Materiales. 2016.

40. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2010. Reglamento Nacional de Edificaciones. NORMA CE.010 Pavimentos Urbanos. 2010.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables.

TÍTULO: INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022					
AUTOR: CASIQUE SILVA ERICK CRISTHIAN					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>Variable 1:</b> Poliétileno reciclado	De acuerdo con la definición de Quinteros (2016), el PET (tereftalato de polietileno) es clasificado como un material plástico muy empleado en la fabricación de recipientes (p.7).	El polietileno reciclado son aquellos elementos que serán incorporados en el siguiente orden proporcional 3%,8%,15% y 20%” con la finalidad de corroborar los objetivos expuestos con anterioridad; bajo esa tesitura se expone que la variable tendrá las características de "Variable Independiente" en la presente investigación.	D1: Porcentajes de polietileno (%)	I1:3% de polietileno I2:8% de polietileno I3:15% de polietileno I4:20%de polietileno	Razón
			D2: Granulometría	I1: Malla #10 I2: Malla #20 I3: Malla #200	
			D3: Peso específico	I1: Peso específico de polietileno I2: Volumen de polietileno	
<b>Variable 2:</b> Estabilización de la subrasante	“Su tarea primordial es soportar la estructura del pavimento flexible o rígido; Por lo tanto, debe consistir con suelos de buenas propiedades para producir cuerpos más compactos que pueda soportar el diseño de cargas” Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014).	La estabilización de la subrasante vendría a ser el resultado obtenido luego de la aplicación de la proporción indicada del polietileno ello a fin de evaluar las proporciones físicas resultantes como también las propiedades mecánicas, siendo estas la resistencia al corte, deflexión, esfuerzo para compresión y el tipo de suelo; bajo esa tesitura se expone que la variable tendrá las características de "Variable Dependiente" en la presente investigación.	D1: Plasticidad	I1: limite liquido I2: limite plástico I3: índice de plasticidad	Razón
			D2: Máxima densidad seca	I1: Densidad máxima I2: Contenido de humedad	
			D3: Capacidad desoporte (CBR)	I1: Expansión I2: Penetración	

## Anexo N° 02. Matriz de Consistencia.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuánto influye la adición de polietileno reciclado en la estabilización de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cuánto influye la adición de polietileno reciclado en la plasticidad de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022?</p> <p>¿Cuánto influye la adición de polietileno reciclado en la máxima densidad seca de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022?</p> <p>¿Cuánto influye la adición de polietileno reciclado en la capacidad de soporte CBR de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Evaluar la influencia de la adición de polietileno reciclado en la estabilización de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín - 2022</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b> Determinar la influencia de la adición de polietileno reciclado en la plasticidad de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022. Cuantificar la influencia de la adición de polietileno reciclado en la máxima densidad seca de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022. Estimar la influencia de la adición de polietileno reciclado en la capacidad de soporte CBR de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la estabilización de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín - 2022</p> <p><b>Hipótesis Específicos:</b> La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la plasticidad de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022. La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la máxima densidad seca de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022. La adición de polietileno reciclado influye significativamente en la capacidad de soporte CBR de la subrasante en un pavimento flexible, Jepelacio, San Martín 2022.</p>	<p><b>Variable 1:</b> Polietileno reciclado</p>	D1: Porcentajes de polietileno (%)	I1:3% de polietileno I2:8%de polietileno I3:15%depolietileno I4:20%depolietileno	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Enfoque de investigación: Cuantitativo</p> <p>El diseño de investigación: Cuasi experimental</p> <p>El nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Población: Ruta Moyobamba-Jepelacio</p> <p>Muestra: desde la progresiva 0+700 hasta 1+700 de laruta Moyobamba-Jepelacio</p> <p>Muestreo: No probabilístico</p>
				D2: Granulometría	I1: Malla #10 I2: Malla #20 I2: Malla #200	
				D3: Peso específico	I1: Peso específico polietileno I2: Volumen de polietileno	
			<p><b>Variable 2:</b> Estabilización de la subrasante</p>	D1: Plasticidad	I1: Limite liquido I2: Limite plástico I3:Indice de plasticidad	
				D2: Máxima densidad seca.	I1: Densidad máxima I2: Contenido de humedad	
				D3: Capacidad de soporte (CBR)	I1: Expansión I2: Penetración	



## Anexo N° 03. Validez

### ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: INFLUENCIA DE POLIETILENO RECIKLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022

AUTOR: CASIQUE SILVA ERICK CRISTHIAN

I.- INFORMACIÓN GENERAL:					
UBICACIÓN:	Ruta Moyobamba- Jepelacio				
DISTRITO:	JEPELACIO	ALTITUD:	1,040 m.s.n.m		
PROVINCIA:	MOYOBAMBA	LATITUD:	8° 30' 50" Sur		
REGION:	SAN MARTIN	LONGITUD:	76° 44' 27" Oeste		
II.- PORCENTAJES DE POLIETILENO:					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3 y 4:	Und
3	(%) de polietileno	8	(%) de polietileno	15 y 20	(%) de polietileno
III.- GRANULOMETRIA					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:		Indicador 2:		Indicador 3:	
MALLA #10		MALLA #20		MALLA #200	
IV.- PESO ESPECIFICO					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Peso específico polietileno	gr/cm3	Volumen de polietileno	cm3		
V.- PLASTICIDAD					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Límite líquido	(%)	Límite plástico	(%)	Índice de plasticidad	(%)
VI.- MÁXIMA DENSIDAD SECA					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Máxima densidad	g/cm3	Contenido de humedad	(%)		
VII.- CBR					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Expansión	(%)	Penetración	pulg		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> Avila Crespín Liber Gueorgui					
<b>PROFESION:</b> Mg. Ing Civil					
<b>REGISTRO CIP No:</b> 157873					
<b>EMAIL:</b> liber3000@hotmail.com					
<b>TELEFONO:</b> 945777899					

Ing. Liber Gueorgui Avila Crespín  
Reg. CIP N° 157873

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *Avila Crespin Liber Gueorgui*  
 1.2 Cargo o Institución donde labora: *Representante Legal AVVA Consultora y Constructora S.R.L.*  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de Evaluación: FICHA DE RECOLECIÓN DE DATOS  
 1.4 Autor del Instrumento: ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA  
 1.5 Título de la Investigación: INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022

**II. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN**

	CRITERIOS	DEFICIENTE 1	BAJA 2	REGULAR 3	BUENA 4	MUY BUENA 5
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje apropiado					X
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductos observables					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de ciencia y tecnología				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos cantidad y calidad				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuada para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científico de la Tecnología Educativa					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación				X	
<b>CONTEO TOTAL DE MARCAS</b> (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = \frac{0,92}{50}$$

2. **CALIFICACION GLOBAL** (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa el circulo adecuado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	(0.00 – 0.60)
Observado	<0.60 – 0.70)
Aprobado	<0.70 – 1.00)

3. **OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

*El instrumento es válido y puede ser aplicado.*

Lima, 04 de Julio del 2023

*Avila Crespin Liber Gueorgui*  
 Ing. Ing. Liber Gueorgui Avila Crespin  
 Reg. CIP N° 157873

## ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022

AUTOR: CASIQUE SILVA ERICK CRISTHIAN

I.- INFORMACION GENERAL:					
UBICACIÓN:	Ruta Moyobamba- Jepelacio				
DISTRITO:	JEPELACIO	ALTITUD:	1,040 m.s.n.m		
PROVINCIA:	MOYOBAMBA	LATITUD:	6° 30' 50" Sur		
REGION:	SAN MARTIN	LONGITUD:	76° 44' 27" Oeste		
II.- PORCENTAJES DE POLIETILENO:					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3 y 4:	Und
3	(%) de polietileno	8	(%) de polietileno	15 y 20	(%) de polietileno
III.- GRANULOMETRIA					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:		Indicador 2:		Indicador 3:	
MALLA #10		MALLA #20		MALLA #200	
IV.- PESO ESPECIFICO					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Peso específico polietileno	gr/cm3	Volumen de polietileno	cm3		
V.- PLASTICIDAD					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Límite líquido	(%)	Límite plástico	(%)	Índice de plasticidad	(%)
VI.- MÁXIMA DENSIDAD SECA					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Máxima densidad	g/cm3	Contenido de humedad	(%)		
VII.- CBR					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Expansión	(%)	Penetración	pulg		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Guamuro Diaz Jeiner				
PROFESION:	Ing Civil				
REGISTRO CIP No:	239175				
EMAIL:	guamurodiazjeiner@gmail.com				
TELEFONO:	990 703 908				

  
**JEINER GUAMURO C.I.P.**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 239175



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *Guamuro Diaz Jeiner*  
 1.2 Cargo o Institución donde labora: *Supervisor - Ministerio de Vivienda*  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de Evaluación: *FICHA DE RECOLECIÓN DE DATOS*  
 1.4 Autor del Instrumento: *ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA*  
 1.5 Título de la Investigación: *INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022*

**II. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN**

	CRITERIOS	DEFICIENTE 1	BAJA 2	REGULAR 3	BUENA 4	MUY BUENA 5
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje apropiado				X	
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductos observables				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de ciencia y tecnología				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos cantidad y calidad				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuada para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas				X	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científico de la Tecnología Educativa					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación					X
<b>CONTEO TOTAL DE MARCAS</b> (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = \frac{0,88}{50}$$

2. CALIFICACION GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa el círculo adecuado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	(0.00 – 0.60)
Observado	<0.60 – 0.70)
Aprobado	<0.70 – 1.00)

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

*El instrumento es válido para ser aplicado.*

Lima, 04 de Julio del 2023

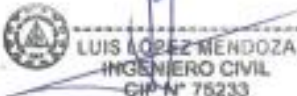
  
**JEINER GUAMURO DIAZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 239173

## ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

**PROYECTO: INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022**

**AUTOR: CASIQUE SILVA ERICK CRISTHIAN**

I.- INFORMACION GENERAL:					
UBICACIÓN:	Ruta Moyobamba- Jepelacio				
DISTRITO:	JEPELACIO	ALTITUD:	1,040 m.s.n.m		
PROVINCIA:	MOYOBAMBA	LATITUD:	6° 30' 50" Sur		
REGION:	SAN MARTIN	LONGITUD:	76° 44' 27" Oeste		
II.- PORCENTAJES DE POLIETILENO:					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3 y 4:	Und
3	(%) de polietileno	8	(%) de polietileno	15 y 20	(%) de polietileno
III.- GRANULOMETRIA:					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:		Indicador 2:		Indicador 3:	
MALLA #10		MALLA #20		MALLA #200	
IV.- PESO ESPECIFICO:					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Peso específico polietileno	g/cm3	Volumen de polietileno	cm3		
V.- PLASTICIDAD:					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Límite líquido	(%)	Límite plástico	(%)	Índice de plasticidad	(%)
VI.- MÁXIMA DENSIDAD SECA:					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Máxima densidad	g/cm3	Contenido de humedad	(%)		
VII.- CBR:					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Expansión	(%)	Penetración	pulg		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> <i>LUIS LÓPEZ MENDOZA</i>					
<b>PROFESION:</b> <i>INGENIERO CIVIL</i>					
<b>REGISTRO CIP No:</b> <i>75233</i>					
<b>EMAIL:</b> <i>llmendoza91@hotmail.com</i>					
<b>TELEFONO:</b> <i>993 704 176</i>					


  
**LUIS LÓPEZ MENDOZA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 75233**

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *LUIS LÓPEZ MENDOZA*  
 1.2 Cargo o Institución donde labora: *REPRESENTANTE LEGAL - LA COOPANSE ETRI.*  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de Evaluación: *FICHA DE RECOLECIÓN DE DATOS*  
 1.4 Autor del Instrumento: *ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA*  
 1.5 Título de la Investigación: *INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022*

**II. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN**

	CRITERIOS	DEFICIENTE 1	BAJA 2	REGULAR 3	BUENA 4	MUY BUENA 5
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje apropiado					X
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductos observables					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de ciencia y tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos cantidad y calidad				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuada para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas				X	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científico de la Tecnología Educativa				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación					X
<b>CONTEO TOTAL DE MARCAS</b> (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0,94$$

2. **CALIFICACION GLOBAL** (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa el círculo adecuado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	(0.00 – 0.60)
Observado	<0.60 – 0.70)
Aprobado	<0.70 – 1.00)

3. **OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

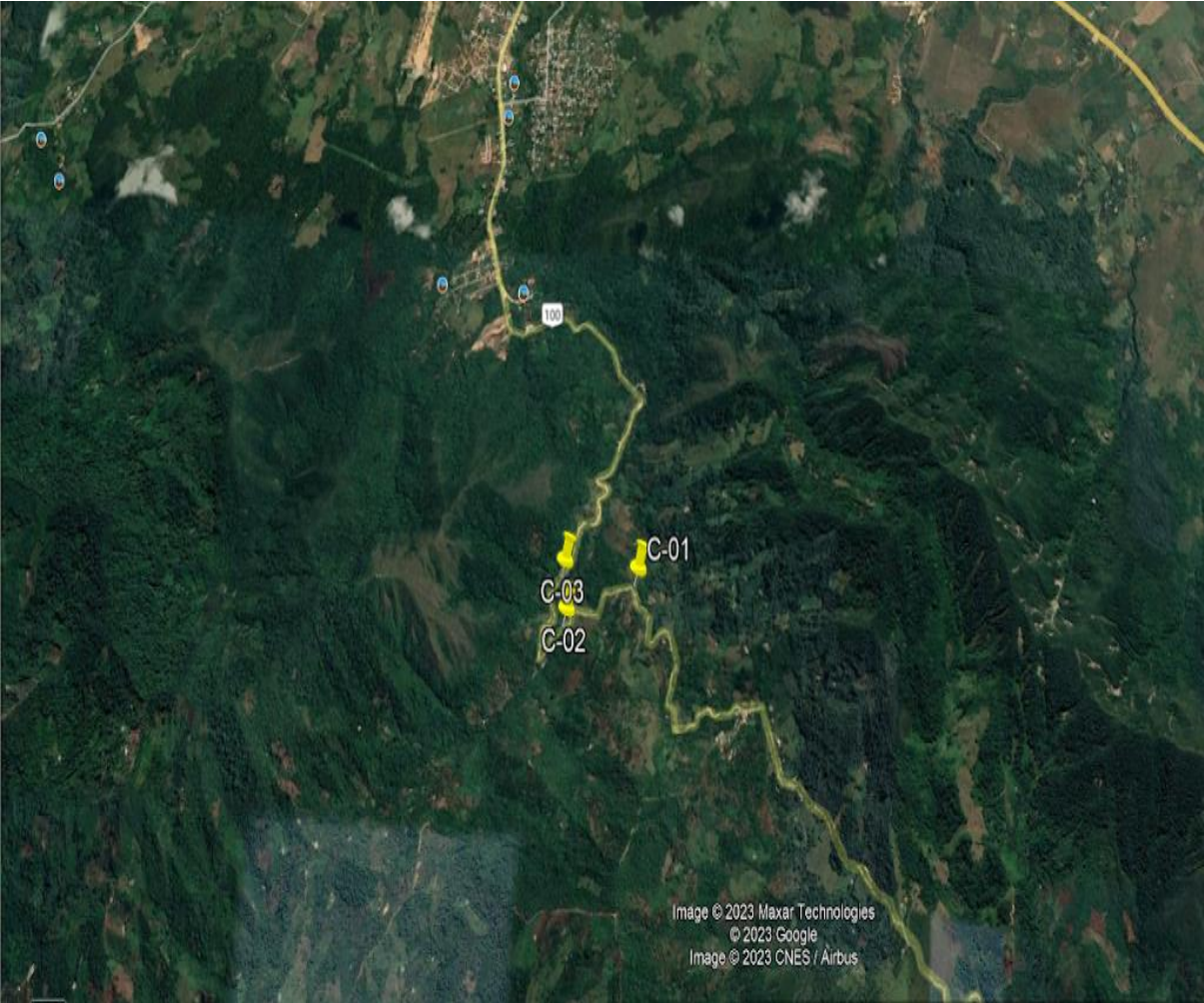
*Completamente aplicable.*

Lima, 03 de Julio del 2023


 LUIS LÓPEZ MENDOZA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 75233



**Anexo N° 04. Plano de la zona de estudio.**



**Anexo N° 05.** Informe de laboratorio y certificados de ensayos.



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN



PROYECTO:

"INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN  
DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN  
MARTÍN 2022"

UBICACIÓN:

TRAMO: MOYOBAMBA JEPELACIO

**LM CECONSE E.I.R.L.**  
CARRETERA F.B.T. KV 410.00 - MOYOBAMBA - SAN MARTÍN

LM CECONSE E.I.R.L.

CARRETERA F.B.T. SN - MOYOBAMBA - SAN

INDICE

1.	GENERALIDADES	3
1.1.	OBJETIVO DEL ESTUDIO	3
1.2.	NORMATIVIDAD	4
1.3.	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	4
1.4.	ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO	4
1.5.	CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA	5
2.	GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO	10
2.1.	GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, GEODINÁMICA DEL ÁREA EN ESTUDIO	10
2.1.1.	Geomorfología	10
2.1.2.	Topografía	11
2.2.	SISMICIDAD	15
	Historia Sísmica de la Región	15
	Norma Técnica E. 001 - Diseño Sísmico Resonante	16
	Parámetros de diseño sísmico resonante Zonificación	16
3.	INVESTIGACIÓN DE CAMPO	17
3.1.	PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN	18
4.	ENSAYOS DE LABORATORIO	19
5.	PERFILES ESTRATIGRAFICOS	20
5.1.	PERFILES BIDIMENSIONALES	20
6.	NIVEL DE LA SAPA FREÁTICA	21
7.	CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA MUESTRANTE (CBR)	25
	23	
	cuadro N° 05: Comparación de la sub rasante	25
8.	CONCLUSIONES-RECOMENDACIONES Y ANEXOS	25
8.1.	CONCLUSIONES	25
8.2.	RECOMENDACIONES	26
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	28
9.1.	PANEL FOTOGRAFICO PUNTOS DE EMBAVACION	29
9.2.	PANEL FOTOGRAFICO PROCESAMIENTO EN LABORATORIO	30
9.3.	ENSAYOS DE LABORATORIO	31
9.4.	ANEXOS	32
9.5.	CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN	33
9.6.	TABLAS	34



**Luis Lopez Mendoza**  
ING. CIVIL CEP N° 75213  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

## 1. GENERALIDADES

El tesista Erick Cristhian Casique Silva en la búsqueda de conocer las características geotécnicas del suelo con fines de pavimentación para su proyecto de tesis: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPÉLACIO, SAN MARTÍN 2022", ha programado la elaboración del estudio de mecánica de suelos (EMS) para la evaluación de la sub rasante mediante el ensayo CBR (California Bearing Ratio).

Para el cumplimiento del EMS el tesista Erick Cristhian Casique Silva, ha solicitado al laboratorio LM CECONSE E.I.R.L., la realización del presente estudio de ingeniería, el cual tiene por finalidad investigar las condiciones geotécnicas de la sub rasante con fines de pavimentación.

### 1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente Estudio de Mecánica de Suelos con fines de pavimentación, tiene los siguientes objetivos:

- Determinar el perfil del suelo y las propiedades geomecánicas de los suelos hallados en el lugar.
- Localizar el nivel freático o filtraciones de agua, si éstas llegarán a no solo afectar los trabajos de movimientos de tierras.
- Determinar máxima densidad seca (grs/cm<sup>3</sup>) y el óptimo contenido de humedad (%).
- Determinar las propiedades expansivas de las muestras.
- Determinar del índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte CBR (California Bearing Ratio).
- Evaluar la resistencia a la penetración de la subrasante del terreno de fundación donde se llevará a cabo el proyecto.



Luis Diego Mendoza  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Figura N° 01: Ubicación distrital provincial y departamental.



Fuente: elaboración propia.

Figura N° 02: Imagen satelital con puntos de exploración.





Fuente: Imagen satelital Google Earth 2021.

#### 1.4. ACCESO AL AREA DE ESTUDIO

Cuadro N° 01 – Ruta 01 de acceso hacia al área de estudio.

De	A	Tipo de vía	Vía	Medio de transporte	Km	Tiempo
Lima	Tarapoto	Aérea	-	Avión	-	01h 10' 00"
Tarapoto	Moyobamba	Terrestre	Carretera Fernando Belaunde Terry,	bus, Camioneta, etc.	135.00	02h 28' 00"
TOTAL					135.00	03h 38' 00"

Fuente: elaboración propia.

  
**Luis José Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Figura N° 03: Recorrido de Lima – Tarapoto.



Fuente: Google Maps.

Figura N° 04: Recorrido de Tarapoto –Moyobamba.



Fuente: Google Maps

**LM CECONSE E.I.R.L.**  
**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 73233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Cuadro N° 02 – Ruta 02 de acceso hacia al área de estudio.

De	A	Tipo de vía	Vía	Medio de transporte	Km	Tiempo
Lima	Moyobamba	Terrestre	Panamericana Nte./Ctra. Panamericana Nte./Vía Evitamiento/Carretera 1N en San Martín de Porres desde Av. Alfonso U. Contessa por Av. Panamericana Nte./Carretera 1N. Toma Panamericana Nte. Au. Panamericana Nte./Carretera 1N, Carretera Panamericana Norte. Carretera 1N. y Carr. Fernando Belaunde Terry hacia Av Grau en Moyobamba. parte.	bus, Camioneta, etc.	1367	23h 30' 00"
TOTAL					1367	23h 30' 00"

Figura N° 05: Recorrido de Lima –Moyobamba.



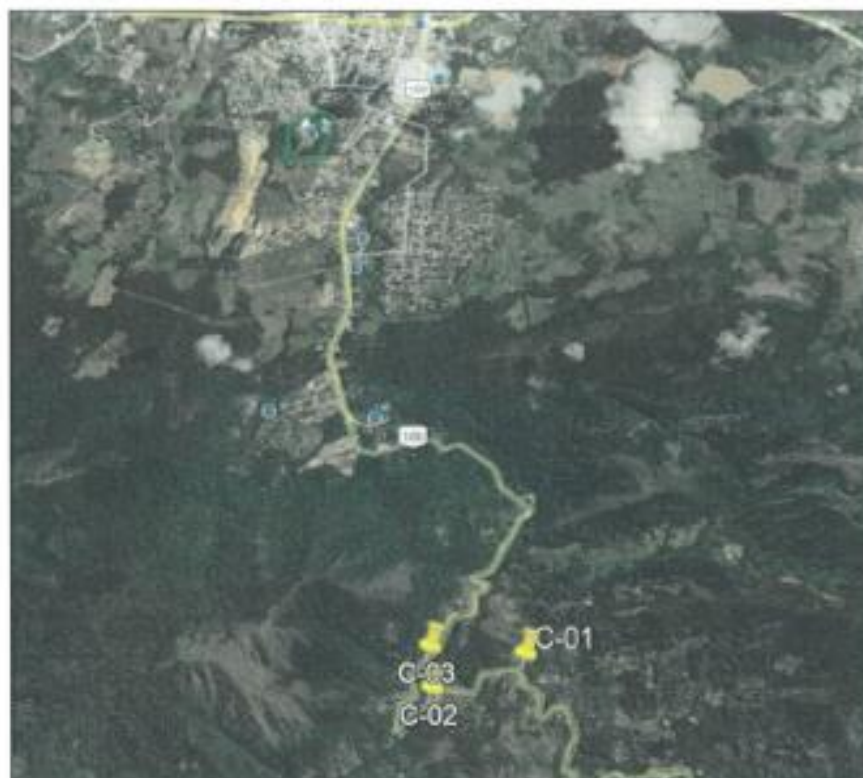
Fuente: Google Maps.



*Luis Lopez Mendoza*  
ING. CIVIL, CIP N° 75213  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

**LM CECONSE E.I.R.L.**  
CARRETERA F.B.T. S/N - MOYOBAMBA - SAN

Figura N° 06: Vista del tramo



#### 1.5. CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA

Provincia de Moyobamba se encuentra a 860 metros sobre el nivel del mar. El clima ligero a moderadamente húmedo y Semi- cálido. La precipitación en el Barrio de Lluylucucha-Moyobamba tiene una estación menos lluviosa muy marcada y un máximo pluviométrico. El clima aquí se clasifica como Af por el sistema Köppen-Geiger.

La temperatura media anual es de 22.8 °C. La precipitación es de 1354 mm al año. El mes más seco es julio, con 62 mm de lluvia. En marzo, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 173 mm. Diciembre es el mes más cálido del año. La temperatura en diciembre promedios 24.4 °C. A 21.4°C en promedio, agosto es el mes más frío del año.



Luis Lopez Mendoza  
ING. CIVIL, CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

LM CECONSE E.I.R.L.

CARRETERA F.B.T. SIN - MOYOBAMBA - SAN

11



### Moyobamba Tabla Climática

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	21.5	21.2	21	20.4	20.0	19.6	19.6	20.1	21.1	21.7	21.9	21.7
Temperatura máx. (°C)	30.1	29.8	29.5	29	28.0	26.8	26.1	26.2	26.6	26.9	27	26.2
Temperatura mín. (°C)	13.0	13.1	12.6	13.3	13.9	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
Precipitación (mm)	116	91	66	51	53	76	97	117	128	135	130	118
Humedad (%)	87%	85%	83%	82%	81%	80%	80%	81%	82%	83%	84%	85%
Días helados (días)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: <https://es.climate-data.org/américa-del-sur/peru/san-martin/moyobamba-4364/>

Hay una diferencia de 111 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. La variación en la temperatura anual está alrededor de 3.0 °C.

## 2. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO

### 2.1. GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, GEODINÁMICA DEL ÁREA EN ESTUDIO.

#### 2.1.1. Geomorfología.

Los rasgos geomorfológicos están estrechamente controlados por las estructuras resultantes de los procesos tectónicos recientes y el tipo de litología. Así como los eventos más recientes que son los que han dado la geomorfología actual.

La ciudad de Moyobamba se encuentra en el sector Nor-Occidental del cuadrángulo de Moyobamba, existe una zona de baja altitud, cubierta por depósitos cuaternarios fluviales con abundante vegetación, limitada por las cadenas de montañas longitudinales; siendo cortada por el Río Mayo en su tramo superior. Tal Geoforma termina justamente 8 Km. Al Sur este de Moyobamba, sus altitudes se encuentran entre 790 a 856 m.s.n.m; contrastando con las elevaciones adyacentes que alcanzan alturas de 1300 a 1450 m.s.n.m. En ellas se han asentado importantes centros poblados y se desarrolla una intensa actividad agrícola y ganadera.



Luis Pérez Mendoza  
INGENIERO CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Figura N.º 07 Peligros Geotectónicos de Moyobamba y zona cercas



Fuente: Equipo técnico INGEWET

### 2.1.2. Estratigrafía

En la zona de Moyobamba existen afloramientos rocosos que datan desde el Triásico- Jurásico hasta el cuaternario reciente, las mismas que están constituidas principalmente por las siguientes secuencias sedimentarias. No obstante, en toda la extensión del área estudiada y en la región en general, existe una cobertura inconsolidada de suelo residual y orgánico producto de la actividad biológica de la flora y fauna a lo que se suma la actividad antrópica, los mismos que están constituidos principalmente por las siguientes secuencias sedimentarias.

**Sistema Triásico-Jurásico** Está conformado por depósitos marinos del Grupo Pucará, seguido de sedimentos continentales de la formación Sarayaquillo.



**LM CECONSE E.I.R.L.**

CARRETERA F.B.T. SN - MOYOBAMBA - SAN

**Sistema Cretáceo** Está bastante desarrollado en el área y consiste de tres unidades arenosas: formaciones Cuchabalay, Aguas Calientes y Vivian y dos unidades marinas: formaciones Esperanza y Chonta.

**Sistema Terciario** Está representado por el grupo Huayabamba del Terciario Inferior.

**Sistema Cuaternario** Está constituido por depósitos sedimentarios de piedemonte en las estribaciones de la cordillera y aluviales a lo largo de las cuencas fluviales. Las terrazas aluviales corresponden a las partes planas. Los sedimentos cuaternarios mayormente son del tipo lacustrino, arcillas y limos de colores variados, con arenas finas; pero también se tienen gravas y conglomerados.

#### a) Pleistoceno (Qp)

Comprende los siguientes depósitos:

- Depósitos aluviales (Qpa) Constituidos por bloques de areniscas, generalmente con matriz areno limosa, limo arcilloso, no plástica. En este tipo de suelo está asentado el pueblo de Jépelacio.
- Depósitos fluviales (Qpf) Constituidos por gravas de matriz arenosa, cuarzosa, micácea, con óxidos de fierro y arcillas. La ciudad de Soritor está emplazada en este suelo sobre la margen derecha del río Tónchima.
- Depósitos coluviales (Qpc) Se encuentran en los conos deyección de las quebradas.
- Depósitos residuales (Qpr) Compuestos de sedimentos arcillosos, arcillo-arenosos y areno-limosos, marrones rojizos a amarillentos (20 m). Estos se acumulan in-situ, otros por gravedad al pie de colinas, cerros o montañas de las que derivan con poco transporte. Las ciudades de Rioja, Moyobamba, Calzada y Habana se encuentran sobre estos suelos.

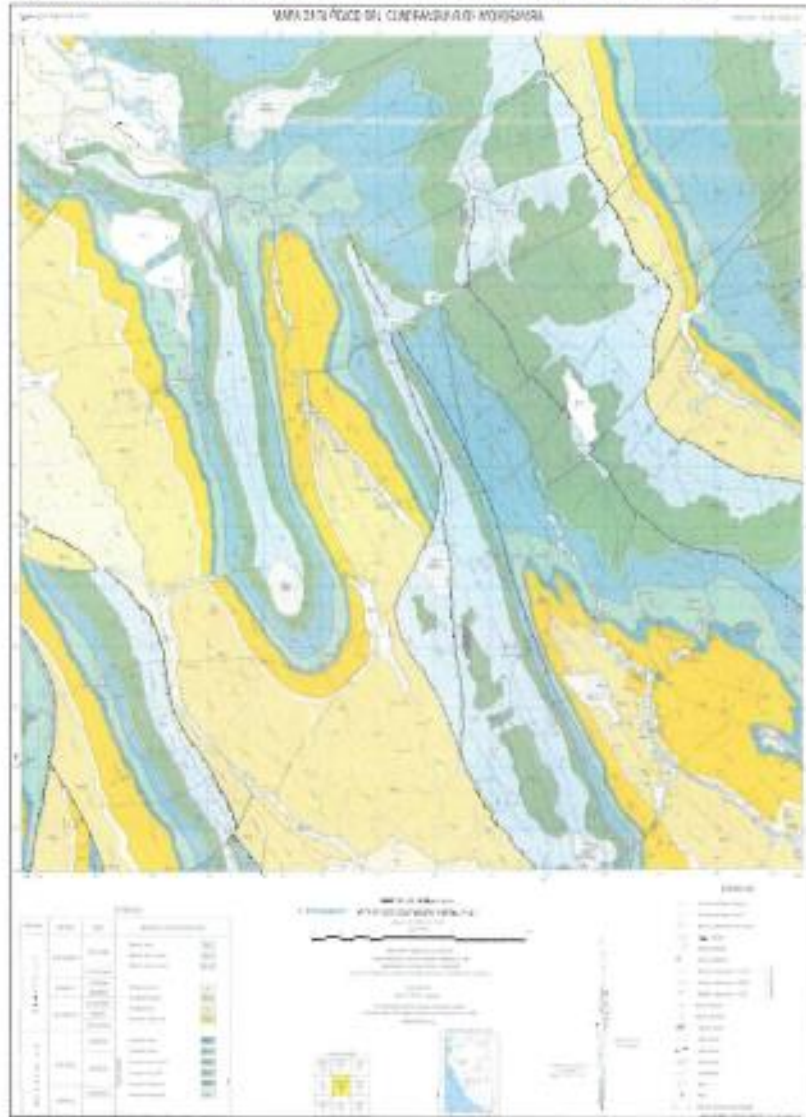


Luis López Mendoza  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO





Figura 09: Cuadrángulo geológico 14-k. (Fuente: INGEMMET, 1998)



Fuente: Microzonificación sísmica de la ciudad de Moyobamba de INGEMMET.

  
**Luis López Mendoza**  
 INGS. CIVILES N° 15233  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO

**LM DECONSE E.I.R.L.**

CARRETERA F.B.T. SN - MOYOBAMBA - SAN

## 2.2. SISMICIDAD

### • Historia Sísmica de la Región

Los sismos más importantes que afectaron la región y cuya historia datan de los últimos años han permitido conocer que la intensidad máxima, en la escala modificada de Mercalli (EMM) de los sismos que han ocurrido en esta zona es del orden de VI a VII grados (Mapa Geológico sismo-tectónico).

La fuente de datos sobre las intensidades sísmicas proviene del trabajo de Silgado (1978). Los sísmicos más importantes que afectaron la región y cuya historia data de los últimos años ha permitido conocer que la intensidad máxima, en la escala modificada de Mercalli (EMM) de los sismos que han ocurrido en esta zona es del orden de VI a VII grados (Mapa Geológico Sismotectónico), el último sismo ocurrido el 04 de abril de 1991 cuyo epicentro se localizó aproximadamente a 30 Km. Al Nor Este de la ciudad de Moyobamba, en las cercanías del cerro Angaiza, conocido como morro de Angaiza. Las localidades más afectadas estuvieron ubicadas en las provincias de Moyobamba y Rioja. En Moyobamba aproximadamente el 90% de las edificaciones de tapial fueron destruidas.

La zona de Topografía baja de la planicie en la que se encuentra la ciudad de Moyobamba, sufrió fallas en el suelo por efecto de las vibraciones sísmicas en suelos arenosos y con nivel freático alto. Este fenómeno ha causado daños materiales y personales en los sectores de Tahuishco, Azungue y Shango.

Se puede apreciar que la historia sísmica de la región en estudio muestra la presencia de tres zonas sismo genéticas claramente definidas:

- En el Alto Mayo, la zona de Pucatanbo (en la provincia de Rioja) y la zona de Angaiza (en Moyobamba).
- En el Huallaga Central, la zona entre Saposa y Sisa, que incluye el área circundante a Juanjui, a los valles de los ríos Saposa y Sisa, y
- A los pueblos y ciudades que se encuentran en ellos (provincias de Mariscal Cáceres, Huallaga, El Dorado, Picota y Bellavista).



Esto no significa que las demás zonas no se encuentren vulnerables ante este peligro, pues también se ha observado daños en ciudades de las provincias de Lamas y San Martín.

La presencia de los terremotos ocurridos en los últimos 20 años (Juanjui - 1972, Rioja - 1990, Moyobamba - 1991), han puesto de manifiesto en forma catastrófica la extraordinaria vulnerabilidad sísmica de las ciudades afectadas y de la región en general.

El 20 de marzo de 1972 ocurrió un terremoto de magnitud  $M_s = 6.5$  que afectó la zona centro-sur del Dpto. de San Martín, ocasionando funestas consecuencias en Juanjui (con 200 casas afectadas<sup>4</sup>) y en Saposa; se observó también el fenómeno de licuación de suelos. Se interrumpieron las siguientes carreteras: Tarapoto-Yurimaguas, debido a derrumbes en diferentes sectores; Puente Colombia - Shapaja, debido a deslizamientos de la plataforma; Tarapoto - Río Nieva y Cacatachi - Lamas; con reposición del tráfico casi inmediatamente.

El último sismo ocurrió el 04 de abril de 1991 cuyo epicentro se localizó aproximadamente a 30 Km. Al Nor Oeste de la Ciudad de Moyobamba, en las cercanías del cerro Angaiza, conocido como Morro de Angaiza.

- **Norma Técnica E. 030 – Diseño Sismo Resistente**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica E. 030 – Diseño Sismo Resistente, el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas. "La zonificación la propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica".

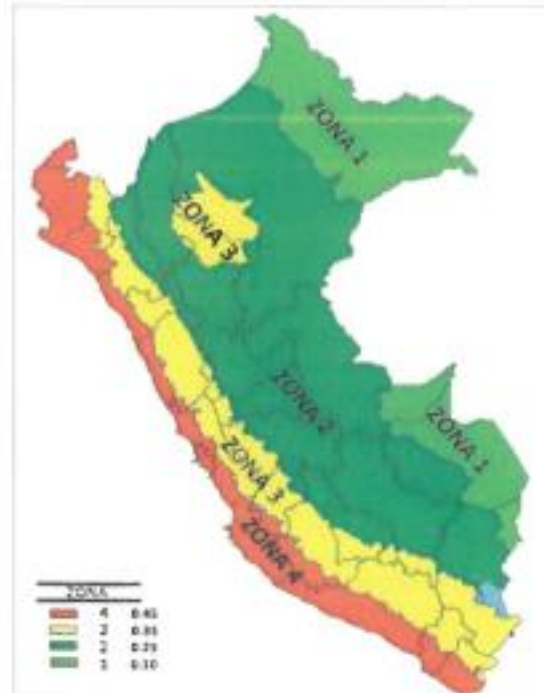
- **Parámetros de diseño sismo resistente Zonificación**

De la revisión realizada al Anexo N° 1 de la mencionada norma, el área del proyecto se ubica en la Zona 3.



Luis Norze Mendoza  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Fuente: Norma E.030, RNE – Figura N° 13



De los factores (Z) asignados a cada zona se tiene que para el área del proyecto le corresponde un valor de 0.35, el cual es interpretado como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años:

Tabla N° 02: Fuente: Norma E.030, RNE.

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

### 3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Para la Investigación de campo aplicamos las siguientes normas de manera estricta dispuestas por MTC, NTP, ASTM:





DENOMINACIÓN	NORMA	
	ASTM	NTP
Pozos, calicatas, trincheras y zanjas	MTC101-2000	_____
SUELOS. Métodos para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo	_____	339.126:1998
Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)	ASTM D 2487	339.134:
Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual –manual)	ASTMD 2488	339.150:
SUELOS: Clasificación de suelos para uso en vías de transporte.	_____	339.135:1998
Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción	ASTM D 420	339.162:

Con la finalidad de definir las características físico mecánicas de los materiales de la Subrasante se llevó a cabo, 3 calicatas como técnica de investigación a cielo abierto, las mismas que fueron ubicadas convenientemente de manera longitudinalmente y en forma alterna, dentro de la faja que cubrirá el ancho de la calzada, a distancias aproximadas iguales en las áreas proyectada a construir y con profundidades mínimas de 1.50 m de profundidad, de acuerdo a Reglamento Nacional.

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, límites de plasticidad, compacidad, 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.

### 3.1 PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

#### a. Número de puntos a investigar,

El programa de investigación requiere la ejecución de 3 calicatas.

3 calicatas para CBR y su respectiva clasificación del suelo.



**Tabla N° 01: Calicata.**

CALICATA	COORDENADAS		PROFUNDIDAD	ENSAYO
	Este	Norte		
C-01	282850.00	9326645.00	1.50 m.	CBR
C-02	282393.00	9326449.00	1.50 m.	CBR
C-03	282392.00	9326449.00	1.50 m.	CBR

**b. Distribución de los puntos en la superficie del terreno.**

La calicata ha sido ubicada convenientemente en el área proyectada a construir. Su coordenada exacta se encuentra en la tabla 01, con coordenadas UTM y puntos de exploración de la ubicación exacta de cada uno de las calicatas.

**c. Número y tipo de muestras a extraer**

Se extrajeron muestras:

- 6 muestra alterada en bolsa de plástico (Mab). Para sus respectivas clasificaciones y muestras representativas para Proctor modificado y CBR.

**4. 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:




ENSAYO REALIZADO	NORMA APLICABLE	
	ASTM	NTP
Suelos. Métodos para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestra de ensayo.	_____	339.126:1998
Descripción visual - manual	ASTM D2488	339.150:2001
Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósito de ingeniería S.U.C.S.	_____	339.134:1998
Peso específico de la masa del suelo	ASTM D1555	_____
Contenido de Humedad	ASTM D2216	339.127:1998
Análisis granulométrico	ASTM D422	339.128:1998
Límite Líquido, Límite Plástico e índice de Plasticidad	ASTM D4318	339.129:1998
Proctor modificado	ASTM D1557	339.141:1999
CBR	ASTM D1883	339.145:1999
Clasificación unificada de suelos	ASTM D2487	_____

## 5. PERFILES ESTRATIGRAFICOS

### 5.1. PERFILES BIDIMENSIONALES

A continuación, se detallan los perfiles estratigráficos y estratos encontrados en cada uno de las calicatas, con descripción del estrato de suelo, clasificaciones, simbología, espesor y contenido de humedad.

#### Calicata C-01

Calicata	N° 01	NIVEL FREÁTICO NO PRESENTA	Prof. Exc.	1.50	Cota As.	1125.00 (msnm)
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO	
1125.00	I	El suelo es un material organico de color marron oscuro, Siendo su clasificación SUCS "Pt" y AASHTO "A-8".	A-8	Pt		
1124.90						
1124.90	II	El suelo es una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad de color anaranjado, con 0.00% grava, 8.09% de arena y 91.91% de finos (que pasa la malla N°200), limite liquido de 45.52, limite plástico 20.09 y indice plástico 25.43, Siendo su clasificación SUCS "CL" y AASHTO "A-7-6(20)".	A-7-6(20)	CL		
1124.10						
1124.10	III	El suelo es una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color anaranjado con betas de color blanco, con 0.00% grava, 3.71% de arena y 96.29% de finos (que pasa la malla N°200), limite liquido de 55.42, limite plástico 24.07 y indice plástico 31.35, Siendo su clasificación SUCS "CH" y AASHTO "A-7-6(20)".	A-7-6(20)	CH		
1123.50						




*Luis Lopez Mendez*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

LM DECONSE E.I.R.L.

CARRETERA F.B.T. SIN - MOYOBAMBA - SAN

20

### Calicata C-02

Calicata	N° 02	NIVEL FREÁTICO NO PRESENTA	Prof. Exc.	1.50	Cota As.	807.00 (manm)
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO	
807.00	I	El suelo es un material organico de color marron oscuro, Siendo su clasificación SUCS "PI" y AASHTO "A-8".	A-8	PI		
806.90	I	El suelo es una grava arcillosa de color pardo oscuro, con 46.97% grava, 25.91% de arena y 27.12% de finos (que pasa la malla N°200), limite liquido de 34.39, limite plástico 12.73 y indice plástico 21.66. Siendo su clasificación SUCS "GC" y AASHTO "A-2-6(1)".	A-2-6(1)	GC		
806.60	II	El suelo es una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color aranjado con betas de color plomo, con 0.44% grava, 2.21% de arena y 97.35% de finos (que pasa la malla N°200), limite liquido de 60.15, limite plástico 25.09 y indice plástico 35.06. Siendo su clasificación SUCS "CH" y AASHTO "A-7-6(20)".	A-7-6(20)	CH		
805.50						



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75213  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

### Calicata C-03

Calicata	N° 03	NO PRESENTA DE NIVEL FREÁTICO	Prof. Esc.	1.50	Cota As.	1085.00 (msnm)
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO	
1085.00	I	El suelos es un material organico de color marron oscuro, Siendo su clasificación SUCS "Pt" y AASHTO "A-8".	A-8	Pt		
1084.70	I	El suelo es una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad de color marrón claro, con 0.00% grava, 14.74% de arena y 85.26% de finos (que pasa la malla N°200), con limite líquido de 27.87, limite plástico 17.66 y indice plástico 10.21, Siendo su clasificación SUCS "CL" y AASHTO "A 4(7)".	A-4(7)	CL		
1084.30	II	El suelo es una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con betas de color anaranjado, con 0.00% grava, 2.78% de arena y 97.22% de finos (que pasa la malla N°200), con limite líquido de 64.00, limite plástico 29.73 y indice plástico 24.27. Siendo su clasificación SUCS "CH" y AASHTO "A-7-6(20)".	A-7-6(20)	CH		
1083.50						


 Luis López Mendoza  
 ING. CIVIL CAP N° 75213  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO

LM DECONSE E.I.R.L.

CARRETERA F.B.T. EN - MOYOBAMBA - SAN

22



## 6. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA

No se encontró presencia del nivel freático en ninguna de las exploraciones realizadas.

## 7. CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE (CBR)

**De la sub – rasante:** Correspondiente a la excavación en el terreno natural o del último estrato será clasificado por valor de la relación de soporte CBR (California Bearing Ratio).

**cuadro N° 04: Clasificación de la Sub Rasante**

Categoría de Subrasante	CBR
S <sub>0</sub> : Subrasante Indefinido	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	De CBR < 3% A CBR < 4%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	De CBR < 4% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Bueno	De CBR < 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Bueno	De CBR < 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR > 30%

Fuente: manual geotécnico para carreteras MITC

En base a los resultados obtenidos en el laboratorio tomando en cuenta la cuadro N° 4 dispuesto del manual geotécnico para carreteras podemos caracterizar los suelos de la siguiente manera.

**cuadro N° 05: Categorías de la sub rasante**

N°	Muestra	CLASIFICACION		CBR		CATEGORIA SUBRASANTE
		AASHTO	SUCS	95%	100%	
Calicata – 01	M-III	A-7-6(20)	CH	3.70	5.26	Pobre
Calicata – 02	M-III	A-7-6(20)	CH	2.89	4.08	Pobre
Calicata – 03	M-III	A-7-6(20)	CH	3.65	5.87	Pobre
Adicionando 3% de polietileno	M-I	A-7-6(20)	CH	4.76	7.02	Regular
Adicionando 8% de polietileno	M-I	A-7-6(20)	CH	5.65	8.49	Regular
Adicionando 15% de polietileno	M-I	A-7-6(20)	CH	8.05	10.10	Regular
Adicionando 20% de polietileno	M-I	A-7-6(20)	CH	8.80	10.29	Regular

Fuente: elaboración propia.



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

LM GECONSE E.I.R.L.

CARRERA F.B.T. S/N - MOYOBAMBA - SAN

En el siguiente cuadro resumen mostramos los resultados obtenidos en el laboratorio, con definición de tipo de suelos, muestras obtenidas en cada calicata, profundidad de las muestras, clasificación de cada uno de las calicatas y el valor de soporte de suelo (CBR).



*Luis López Mendoza*  
INGENIERO CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

## 8. CONCLUSIONES-RECOMENDACIONES Y ANEXOS

### 8.1. CONCLUSIONES

- El presente Estudio de Mecánica de Suelos con fines de pavimentación es exclusivo para los intereses del "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022". Las recomendaciones vertidas son suficientes para la planeación de la parte constructiva del proyecto en mención.
- Usos como terreno de cultivo, botadero, relleno sanitario u otros no se han dado sobre la superficie del proyecto. Asimismo, construcciones antiguas y restos arqueológicos no existen sobre y bajo la superficie del proyecto y alrededores próximos de éste.
- De acuerdo a la clasificación unificada de suelos SUCS, se han determinado en el área tipos de suelos predominantes como Pt (suelos orgánicos), CL (arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad)
- De acuerdo a los ensayos realizados existe capacidades portantes  $CBR < 6$ , por lo que estas zonas deberán ser mejorados con agregados de préstamo hormigón grueso tamaño máximo 4" y material over tamaño entre 4" y 8", el cuadro nos indica las calicatas con  $CBR < 6$  y el plano adjunto la zona donde se ubican. Anexos (9.8 plano con zonas para mejoramiento)

cuadro N° 06:



Luis López Mendoza  
ING. CIVIL CEP N° 75293  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO



N°	Muestra	C.R.V.		CATEGORIA SUBRASANTE
		95%	100%	
Calicata - 01	M-III	3.70	5.26	Pobre
Calicata - 02	M-III	2.69	4.08	Pobre
Calicata - 03	M-III	3.65	5.67	Pobre
Adicionando 3% de polietileno	M-I	4.76	7.02	Regular
Adicionando 8% de polietileno	M-I	5.65	8.49	Regular
Adicionando 15% de polietileno	M-I	8.05	10.10	Regular
Adicionando 20% de polietileno	M-I	8.80	10.29	Regular

Fuente: elaboración propia.

## 8.2. RECOMENDACIONES

- Escarificar y eliminar todo tipo de suelo que contenga materia orgánica o cumplan con la capacidad de soporte.
- los requisitos para cumplir con mejorar del suelo con material granular seleccionado de cantera hasta una profundidad 0.9 m mayor al fondo de cimentación, este último, deberá cumplir con los requisitos, granulometría, plasticidad, densificación y lineamientos mínimos de control para colocación de obra, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo de Proctor Modificado en todo su espesor.

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37.5 mm (1.5")	100	—				
25 mm (1")	95-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9.5 mm (¾")	45-60	65-100	50-65	60-100		
6.75 mm (No. 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2.0 mm (No. 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	60-100	55-100
425 µm (No. 40)	15-31	20-43	15-30	25-45	20-50	30-70
75 µm (No. 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	6-25

Fuente: ASTM D 1547

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

LM CECONSE E.I.R.L.

CARRETERA F.E.T. SN.- MOYOBAMBA - S/N



Luis López Mendoza  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

26

- Desgaste los ángeles: 50% máx.
- Límite líquido: 35% máx.
- Índice de plasticidad: 4-8%
- CBR (1): 40% min

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0,1" (2,5 mm).

- Evitar construir el proyecto en época de invierno, ya que puede alterar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca del material que se utilizará para el mejoramiento del terreno, y no logrará alcanzar la compactación requerida por el MTC (>95%).



Luis López Mendoza  
ING. CIVIL CIP N° 17213  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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
- Cuadra – Chang: "El sismo de Moyobamba del 4 de abril de 1,991". Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. Lima – Perú (1,991).
- Delgado Vargas, M.; "Ingeniería de cimentaciones. Fundamento e introducción al análisis geotécnico". Alfaomega Grupo Editorial S.A.; segunda edición. Colombia (1,999).
- Herráiz Sarachaga, M.; "Conceptos básicos de sismología para ingenieros". Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. Lima – Perú (1,997).
- Juárez – Rico; "Mecánica de suelos. Tomo 2. Teoría y aplicaciones de la Mecánica de Suelos". Editorial Limusa, decimonovena reimpresión. México (2,000).
- 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).
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "N.T.E. E.030 – Diseño sísmorresistente". Norma legal. Lima – Perú (2,006).
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "N.T.E. E.050 – Suelos y cimentaciones". Norma legal. Lima – Perú (2,006).
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "N.T.E. E.020 – Albañilería". Norma legal. Lima – Perú (2,006).
- Report of the evaluation teams; "1990 Rioja, Perú earthquake". Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. Lima – Perú (1,990).
- Silgado ferro, E.; "Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1,513–1,974)". Instituto de Geología y Minería. Boletín N° 3, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. Lima – Perú (1,



Luis López Mendoza  
ING. CIVIL, O.P. N° 75253  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

## 9.1. PANEL FOTOGRÁFICO PUNTOS DE EXCAVACIÓN

### PANEL FOTOGRÁFICO

PRESENTACIÓN FOTOGRÁFICA DE LA EXPLORACIÓN DE MUESTRAS.



Imagen N° 01: Vista panorámica de ubicación de la Calicata 01, ubicado en las coordenadas 282850.00 m E y 9326645.00 m N.



Imagen N° 02: Se aprecia el Perfil estratigráfico y tipo de suelo, la cual se registró al realizar la excavación en la Calicata 01.





Imagen N° 03: Vista panorámica de ubicación de la Calicata 02, ubicado en las coordenadas 282393.00 m E y 9326449.00 m N.



Imagen N° 04: Se aprecia el Perfil estratigráfico y tipo de suelo, la cual se registró al realizar la excavación en la Calicata 02.

LM CECONSE E.I.R.L.

CARRETERA F.B.T. 570 - MOYOBAMBA - SAN



Luis López Mendoza  
INGENIERO CIVIL, CIP N° 25233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO



**Imagen N° 05:** Vista panorámica de ubicación de la **Calicata 03**, ubicado en las coordenadas 282350.00 m E y 9326680.00 m N.



**Imagen N° 06:** Se aprecia el Perfil estratigráfico y tipo de suelo, lo cual se registró al realizar la excavación en la **Calicata 03**.

## 9.2. PANEL FOTOGRÁFICO PROCESAMIENTO EN LABORATORIO

**LM CECONSE E.I.R.L.**

CARRETERA F.B.T. SIN - MOYOBAMBA - SAN






### 9.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

**LM CECONSE E.I.R.L.**

CARRETERA F.B.T. SIN - MOYOBAMBA - SAN

## **CALICATA N° 01**

REGISTRO DE EXCAVACION									
Solicitante:		ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA					Coordenadas:		
Proyecto:		"INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"					282850.00 m E		8326645.00 m S
Utilización:		CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA					Progresiva:		-
Componente:		FINES DE PAVIMENTACIÓN					Fecha:		Mayo - 2003
Calicata N° 01		NIVEL FREÁTICO NO PRESENTA.	Prof. Exc.	1.50	Cota As.	1123.00 (metros)	ESPESOR	HUMEDAD	Otros...
Cota As. (m)	Estado	Descripción del Estado de suelo	CLASIFICACIÓN			Espesor (m)	Humedad (%)		
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
1123.00	I	El suelo es un material orgánico de color marrón oscuro, siendo su clasificación SUCS "Pt" y AASHTO "A-8".	A-8	Pt		0.10	-	-	
1123.90 1124.00	II	El suelo es una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad de color anaranjado, con 0.00% grava, 0.00% de arena y 99.99% de finos (que pasa la malla N°200), límite líquido de 45.52, límite plástico 20.00 y índice plástico 25.43, siendo su clasificación SUCS "CL" y AASHTO "A-7-6(20)".	A-7-6(20)	CL		0.80	26.23	-	
1124.10 1124.50	III	El suelo es una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color anaranjado con betas de color blanco, con 0.00% grava, 3.71% de arena y 96.29% de finos (que pasa la malla N°200), límite líquido de 66.42, límite plástico 24.07 y índice plástico 31.35, siendo su clasificación SUCS "CH" y AASHTO "A-7-6(20)".	A-7-6(20)	CH		0.60	22.83	-	
1125.00	OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha enviado los muestre MAB y MB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido en su momento, colectados, transportados y preparados de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M. (siguiero sin escala)								



Luis López Mendoza  
ING. CIVIL, CIP N° 75213  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Solicitante: ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del material: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Calicata N° 01 M-8 Coordinadas: 282050.00 m E 932645.00 m S

Prof. de la Muestra: 0.10 - 0.20 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: Mayo - 2023 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	15.86	15.58	16.22
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	116.00	115.74	116.37
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	95.19	94.66	95.62
PESO DEL AGUA grs	20.81	20.88	20.75
PESO DEL SUELO SECO grs	79.33	79.28	79.40
% DE HUMEDAD	26.23	26.34	26.13
PROMEDIO % DE HUMEDAD:	26.23		

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**N.D.**



*Luis Lopez Mendoza*  
INGENIERO CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO



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

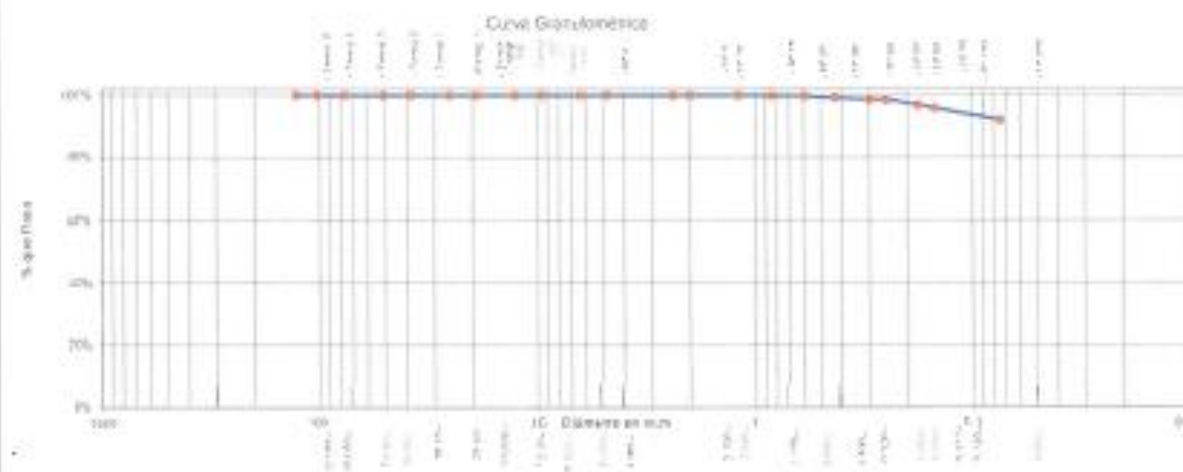
LAB. DE MECÁNICA DE SUELOS

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECYCLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTIN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA  
 Descripción del material: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD  
 Calicata: M 31  
 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CRT 1955  
 Doblado por: ERIC CRISTHIAN CAMOLU SALVA  
 Muestra: M31  
 Prof. de la Muestra: 1.70 - 0.90  
 Fecha: Mayo - 2022  
 Coordenadas: 10548.28 m E 50264.05 m S

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBAZO ASTM D6913 - N.º P. 376.129

D	Dif. (mm)	Pasado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Lim.	Composición porcentual y % de clasificación			
						Grava	arena	limo	arcilla
Tam 75	3.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 60	2.50	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 45	1.50	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 30	0.75	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 150	1.18	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 75	3.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 60	2.50	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 45	1.50	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 30	0.75	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 150	1.18	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
M 20	0.075	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
M 45	0.075	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
M 60	0.075	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
M 75	0.075	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
M 100	0.075	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
M 150	0.075	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
M 200	0.075	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
Tam 75	3.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 60	2.50	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 45	1.50	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 30	0.75	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Tam 150	1.18	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00



LM CECONSE S.A.  
 Luis López Mendoza  
 ING. CIVIL C.º P.º N.º 75233  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO

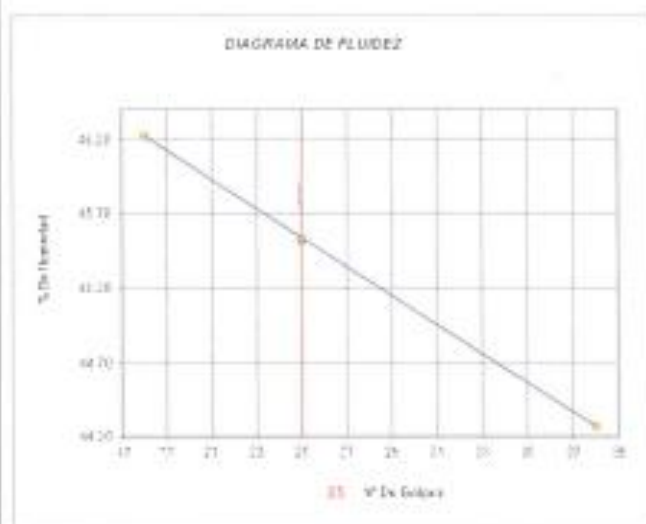
Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOSAMBA  
 Descripción del Suelo: ARELLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD  
 Calicata: N° 01 0-3  
 Perforación: CMO Abierta  
 Hecha Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - O.P. 75290  
 Coordenadas: 282850.00 m E 9326645.00 m S  
 Progresiva: -  
 Fecha: Mayo - 2022

**Determinación del Límite Líquido**

ASTM D-4258 - N.T.P. 126.129

LÍQUIDO	1	2	3
PSAO DE LATA (g)	27.25	26.58	28.82
PSAO DEL SUELO HEMISO + LATA (g)	41.28	43.23	43.00
PSAO DEL SUELO SECO + LATA (g)	43.27	43.63	43.96
PSAO DEL AGUA (g)	1.20	1.40	1.42
PSAO DEL SUELO SECO (g)	18.32	18.88	18.76
LÍQUIDIDAD	95.22	45.53	44.21
VALOR DE PROMEDIO	16	25	38



Índice de Flujo (F)	0.24
Límite Líquido (LL)	45.53
Límite Plástico (PL)	20.00
Índice de Plasticidad (PI)	25.43
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(20)
Índice de correlación (I)	0.76

**Determinación del Límite Plástico**

ASTM D-4318 - N.T.P. 126.129

LÍQUIDO	1	2	3
PSAO DE LATA (g)	27.44	26.71	28.32
PSAO DEL SUELO HEMISO + LATA (g)	43.30	42.26	41.86
PSAO DEL SUELO SECO + LATA (g)	46.41	35.44	38.24
PSAO DEL AGUA (g)	1.36	1.56	1.64
PSAO DEL SUELO SECO (g)	12.11	12.07	12.94
LÍQUIDO	18.87	15.89	20.80
VALOR DE PROMEDIO		20.00	

OBSERVACIONES:



**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL O.P. N° 15239  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO



Solicitante: ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del material: ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD

Calicata N° 01 M-III Coordenadas: 282850.00 m E 9326645.00 m S

Prof. de la Muestra: 0.90 - 1.50 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: MAYO - 2023 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	26.98	27.00	26.22
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	127.22	127.35	126.45
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	108.89	108.01	108.21
PESO DEL AGUA grs	18.33	19.34	18.24
PESO DEL SUELO SECO grs	81.91	81.01	81.99
% DE HUMEDAD	22.38	23.87	22.25
PROMEDIO % DE HUMEDAD	22.83		

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

N.D.



Luis López Mendoza  
 ING. CIVIL CIP N° 75233  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO



LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPOLACIO, SAN MARTÍN 2022"  
Localización del Proyecto: CARRETERA JEPOLACIO MOYOBAMBA  
Descripción del material: ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD  
Calle: N° 01  
Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233  
Solicitante: ERICK CRISTHIAN CASOQUE SILVA  
Muestra: M-10  
Prof. de la Muestra: 0.50 - 1.50  
Fecha: MAYO - 2023  
Coordenadas: 122850.00 n. E. 5326640.00 m. S.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 399.122

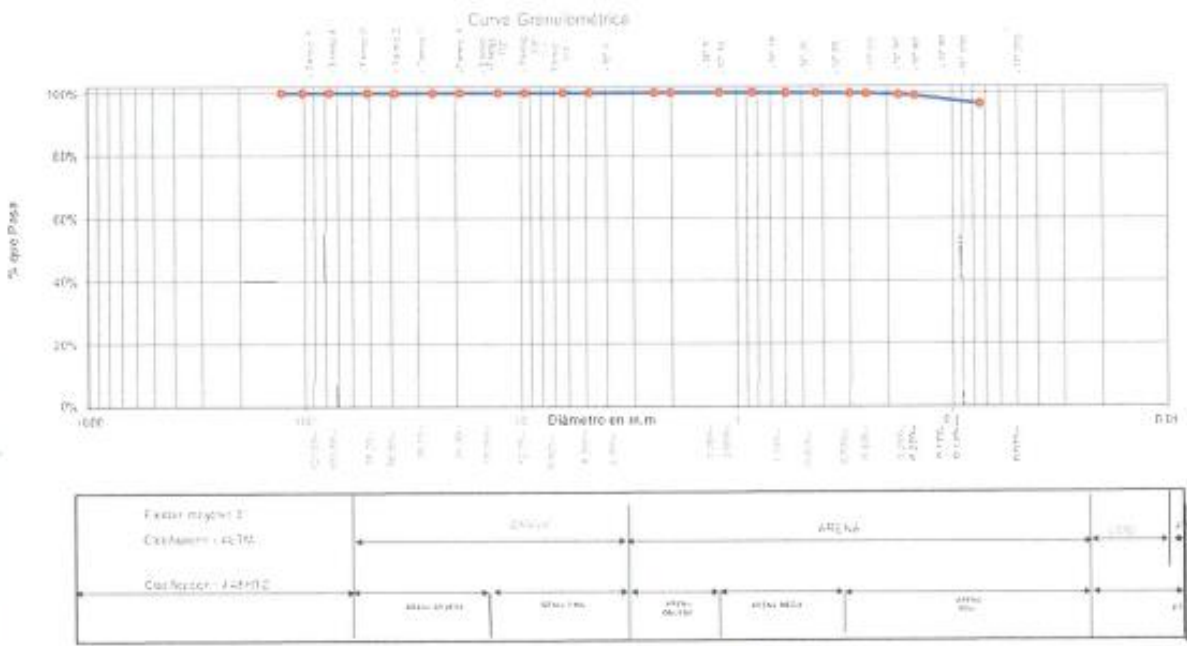
Tamizado	Porcentaje	% Retenido	% Pasado	% Retenido	% Pasado	Composición Granulométrica %			
Ø	mm					% QUE PASA PARA CLASIFICACIÓN			
Tamizado 5"	127.00					0.00%			
Tamizado 4"	101.60					0.21%			
Tamizado 3"	76.20					36.21%			
Tamizado 2"	50.80					63.79%			
Tamizado 1.5"	38.10					63.79%			
Tamizado 1"	25.40					63.79%			
Tamizado 0.85"	21.50					63.79%			
Tamizado 0.75"	19.00					63.79%			
Tamizado 0.60"	15.20					63.79%			
Tamizado 0.425"	4.75					63.79%			
Tamizado 0.25"	0.25					63.79%			
M 4	0.75					63.79%			
M 6	2.50					63.79%			
M 15	1.18	0.14	0.04%	0.04%	99.96%				
M 30	0.60	0.06	0.02%	0.02%	99.98%				
M 60	0.25	0.05	0.02%	0.02%	99.98%				
M 75	0.20	0.11	0.04%	0.04%	99.96%				
M 100	0.15	0.45	0.13%	0.23%	99.77%				
M 150	0.10	0.51	0.15%	0.30%	99.70%				
M 200	0.075	0.73	1.00%	0.40%	99.60%				
M 300	0.125	1.22	0.41%	0.11%	99.10%				
M 425	0.425	1.99	1.30%	1.11%	98.89%				
M 600	0.60	2.85	2.05%	2.05%	97.95%				
Finado	0.075	100.00	100.00%	0.00%					
TOTAL		300.00							

Descripción Muestra:  
Grupo: Suelos de partículas finas - Sub-Grupo: limo y arcilla  
**ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD**

EUCE =		CH		AASHTO =		A-7-6/20	
LL	=	15.40	WT	=		61.00	
LP	=	24.03	Yt-60	=		100.00	
P	=	14.21	US-A	=		100.00	
CI	=	20	UT-EC6	=		63.79	
			WEP1	=		29.80	
			% Plast	=		98.19	
			% PRR	=			
			Cu	=			

Descripción del Suelo Estímulo:  
El suelo es una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color amarillento con bronce con elíptico, con 0.00% grava, 0.21% de arena y 99.79% de limo que clasifica como MC(60), límite líquido de 15.40, límite plástico 14.21 y Índice plástico 01.19. Se evaluó su clasificación SUCS "CH" y "A-7-6/20".

% de Humedad Natural de la muestra estimo					
Muestra en seco	=	1	Peso del agua	=	10.7
Peso del limo	=	24.3	Peso suelo seco	=	100.0
Peso del agua = 30.4		122.0	Peso suelo seco	=	43.8
Peso del limo = 10		101.2	S. Humedad Natural	=	12.1



**LMCECONSE E.I.R.L.**  
Luis López Mendoza  
ING. CIVIL, CIP. N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

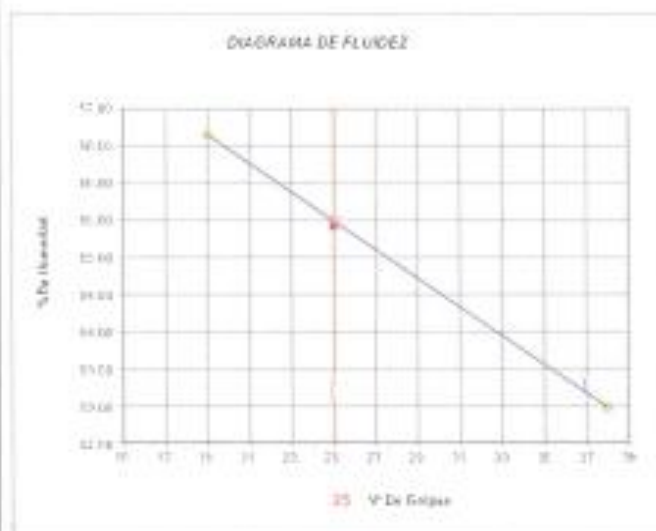


Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA  
 Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD  
 Calicata: N° 01 M-08  
 Perforación: Cavo Abierto  
 Fecha Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233  
 Coordenadas: 202650.00 m E 8026645.00 m S  
 Progresiva: +  
 Fecha: MAYO - 2023

**Determinación del Límite Líquido** ASTM D-4318 - N.T.P. 305.128

ITEM	1	2	3
PESO DE LATA (g)	26.79	25.48	27.55
PESO DEL SUELO HÚMEDO + LATA (g)	52.27	51.27	48.11
PESO DEL SUELO SECO + LATA (g)	45.52	42.00	40.39
PESO DEL AGUA (g)	6.26	6.12	7.12
PESO DEL SUELO SECO (g)	18.22	16.50	12.84
% DE HUMEDAD	34.34	36.51	54.98
Índice de Golpes	19	26	26



Índice de Plasticidad (Ip)	16.04
Límite Líquido (Ll)	10.42
Límite Plástico (Pl)	24.07
Índice de Plasticidad (Ip) (%)	31.25
Clasificación SUCS	CH
Clasificación AASHTO	A-7-R(20)
Índice de consistencia (Ic)	1.04

**Determinación del Límite Plástico** ASTM D-4318 - N.T.P. 305.128

ITEM	1	2	3
PESO DE LATA (g)	26.76	27.21	27.41
PESO DEL SUELO HÚMEDO + LATA (g)	41.67	42.31	40.31
PESO DEL SUELO SECO + LATA (g)	34.82	33.82	30.80
PESO DEL AGUA (g)	2.04	2.86	2.89
PESO DEL SUELO SECO (g)	12.48	11.06	12.81
% DE HUMEDAD	24.26	25.81	22.50
PLASTICIDAD		24.87	

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL - CIP. N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

**"INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"**

Proyecto:

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD

Construcción: FRASE DE PAVIMENTACIÓN

Cálculo: N° 01 M-III 0.90 x 1.00

Coordenadas: 282000.00 m E. 1026048.00 m S.

Fecha: MAYO 2022

Programe:

N° Golpes / capa	56	N° Capas	1	Peso del Molde	10 Libs
Diámetro del Molde		Diámetro	15.20 cm	Altura	11.70 cm
		Radio	7.60 cm	Vol	2122.06 cm <sup>3</sup>

**RELACION DENSIDAD-HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "C" NYC E-115**

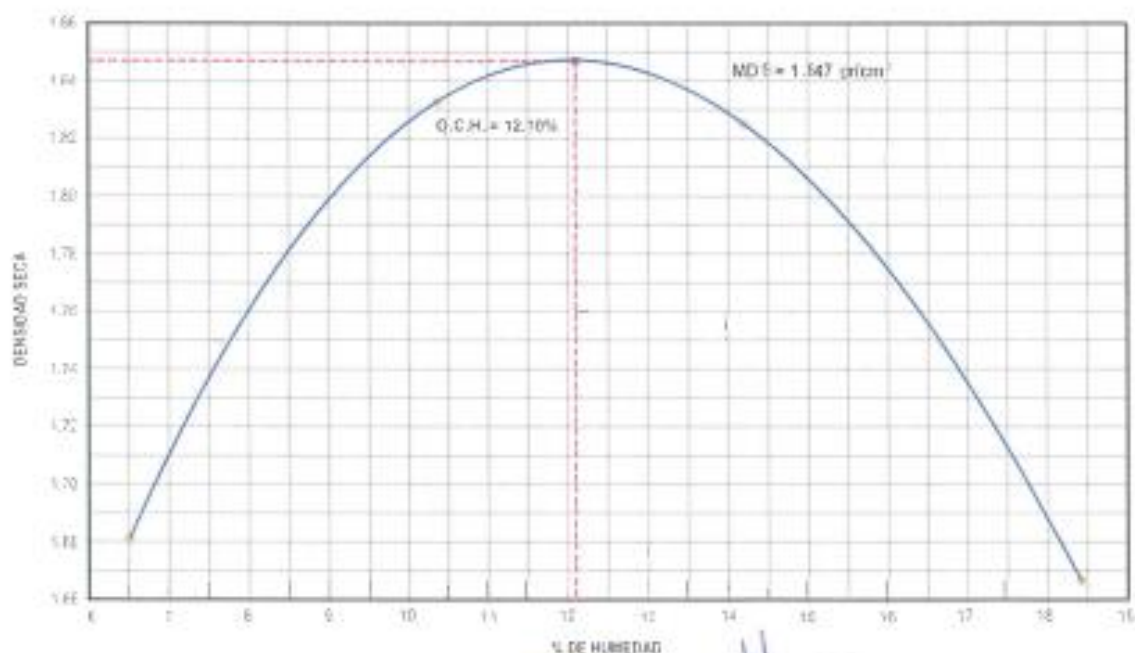
**Determinación del contenido de Humedad**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (gms)	28.36	28.68	28.19	27.36
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	127.82	127.54	118.49	117.68
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (gms)	123.79	121.34	110.12	108.08
PESO DEL AGUA (gms)	4.03	6.20	8.37	9.60
PESO DEL MATERIAL SECO (gms)	94.2	94.8	81.9	81.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (gms)	4.26	6.64	10.22	10.82
% PROMEDIO	8.51	10.27	14.20	18.43

**Determinación de la Densidad**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.51	10.27	14.20	18.43
PESO DEL SUELO+ MOLDE (gms)	6221.00	7385.00	7514.50	7280.00
PESO DEL MOLDE (gms)	3090.00	3090.00	3090.00	3090.00
PESO DEL SUELO (gms)	3131	4295	4425	4190
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	1.79	2.02	2.08	1.87
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.83	1.82	1.67
			Capacidad Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.847
			Humedad Óptima	12.10

**COMPACTACIÓN**



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL N° 75133  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTIN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD

Calzada: N° 01 M18 5.90 - 1:50

Componente: FINES DE PAVIMENTACION

Cantidad: 282850.00 m<sup>2</sup> \$326045.10 m<sup>2</sup> Fecha: MAYO - 2023

N° Golpes / capa	06	N° Capas	0	Peso del Martillo	10 Lbs.
Dimensiones de molde		Diámetro	15.20 cm <sup>2</sup>	Alura	11.70 cm
		Integridad	10 Lbs.	Vel.	2123.07 cm/s

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

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	06	25	12			
PESO DEL TARRINO (gms)	28.34	28.34	24.76	24.58	25.17	25.38
PESO DEL TARRINO RECTO HUMEDAD (gms)	102.14	102.97	407.78	102.10	102.34	102.54
PESO DEL TARRINO MUESTRAS MOJAS (gms)	24.22	24.43	24.23	24.04	24.22	24.36
PESO DEL AGUA (gms)	8.32	8.38	8.55	8.92	8.98	8.26
PESO DEL MATERIAL SECO (gms)	25.88	25.14	25.68	25.46	26.10	26.28
CONTENIDO DE HUMEDAD %	32.18	33.33	33.30	35.06	34.36	31.43
% PROMEDIO		32.11	33.33		34.36	31.43

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	32.11	33.33	34.36
PESO DEL BOLSÓN MOJADO (gms)	3217.00	4114.80	4026.10
PESO DEL MOLDE (gms)	3530.70	4084.20	5108.00
PESO DEL SUELO (gms)	4317.60	4290.30	3900.10
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.07	2.02	1.82
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.847	1.716	1.620

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 06			N° GOLPES 25			N° GOLPES 12			TOTAL
			EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION					
			1st	%	1st	%	1st	%				
10/05/2023	11:12:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	11.1
10/05/2023	11:12:00	24	1.0	2.50	3.17	3.0	2.00	3.81	3.1	3.07	3.55	11.7
09/05/2023	11:12:00	48	2.0	2.60	2.80	3.3	3.20	3.75	3.1	3.13	4.34	11.7
01/05/2023	11:12:00	72	3.1	3.18	3.88	3.4	3.40	2.61	3.8	3.88	4.34	11.7
03/05/2023	11:12:00	96	3.5	3.48	2.95	4.0	3.84	3.41	4.6	4.58	5.62	11.7

PENETRACION

Penetración en (mm)	Molde N° 60				Molde N° 75				Molde N° 100			
	N° de golpes	CORRECCION			N° de golpes	CORRECCION			N° de golpes	CORRECCION		
		1st	2da	3ra		1st	2da	3ra		1st	2da	3ra
0.100	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	
0.200	17.6	37.80	12.63	14.8	35.84	11.20	11.20	15.0	33.60	5.28	5.28	
0.300	32.2	77.52	26.88	32.6	66.56	21.08	21.08	50.2	25.02	7.38	7.38	
0.400	54.7	133.27	46.42	44.2	102.64	30.30	30.30	75.0	33.00	11.31	11.31	
0.500	77.2	187.68	66.88	63.6	132.16	44.00	44.00	100.0	42.00	14.28	14.28	
0.600	99.7	242.10	89.37	86.0	161.70	58.00	58.00	125.0	55.75	18.93	18.93	
0.700	122.2	296.52	107.17	107.2	191.84	74.58	74.58	150.0	75.00	24.71	24.71	
0.800	144.7	350.94	136.65	135.0	221.40	100.00	100.00	175.0	87.75	30.81	30.81	
0.900	167.2	405.36	154.74	156.0	250.80	124.14	124.14	200.0	100.00	34.45	34.45	
1.000	189.7	459.78	162.22	167.8	280.28	147.16	147.16	225.0	112.50	39.55	39.55	
1.200	246.7	614.20	200.73	218.8	369.76	193.02	193.02	275.0	137.50	48.65	48.65	

Observación: Penetración ejecutada en analizador Múltiple F-10, con caída de 2 Lbs. con aplicación con tensor de carga R-674-005 del v-45

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD

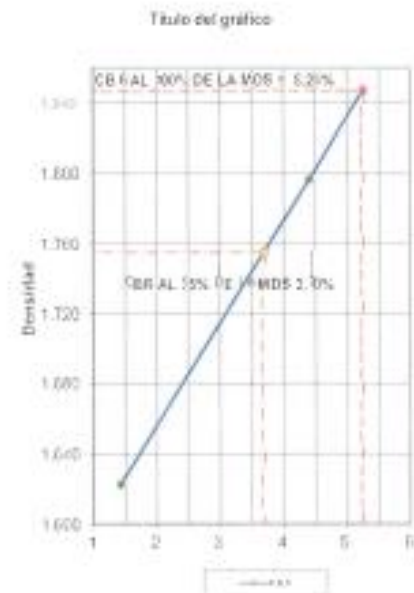
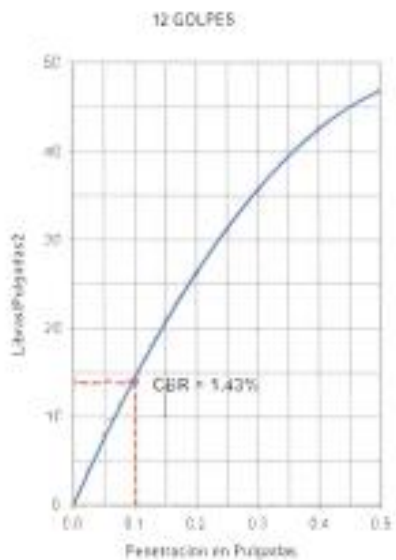
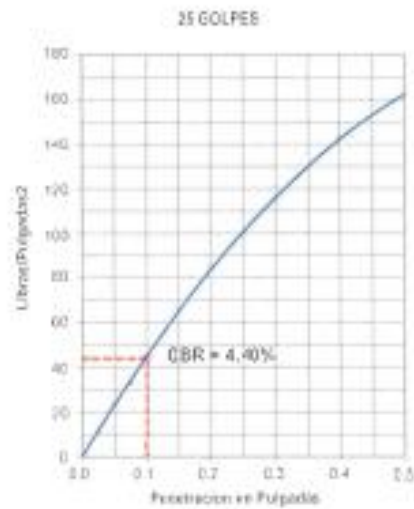
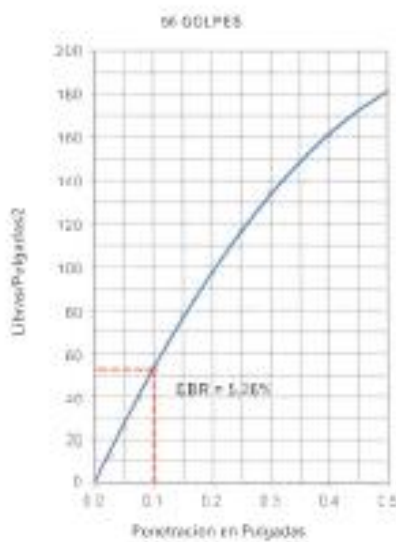
Coordenadas: 282850.00 m E 832045.00 m S

Calcasta: N° 01 M-8 0.90 - 1.50

Progresivo:

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: MAYO - 2022



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº golpes	W%	g/gron <sup>3</sup>	EXPANSIÓN %	COMP %	CBR 1'	CBR 50%	CBR 100%
66	12.11	1.647	2.95	100	5.26		
25	12.23	1.706	3.41	95	4.40	3.70	5.26
12	12.07	1.622	3.02	81	1.43		



Luis López Mendoza  
ING. CIVIL, CIP Nº 15213  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

## **CALICATA N° 02**





REGISTRO DE EXCAVACION									
Solicitante:		ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA					Coordenadas:		
Proyecto:		"INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"					282393.00 m E		
Ubicación :							CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA		
Componente :		FINES DE PAVIMENTACIÓN					Fecha : MAYO - 2023		
Calicata N° 02		NIVEL FREÁTICO NO PRESENTA		Prof. Exc. 1.50		Cota As. 807.00 (msnm)		Muestra: TODAS	
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	Observ.	
			AASHTO	SUCS	SIEMBOLO				
807.00	I	El suelos es un material organico de color marron oscuro, Siendo su clasificación SUCS "Pt" y AASHTO "A-8".	A-8	Pt		0.10	-	-	
806.90	II	El suelo es una grava arcillosa de color pardo oscuro, con 46.97% grava, 25.91% de arena y 27.12% de finos (que pasa la malla N°200), limite liquido de 34.39, limite plástico 12.73 y índice plástico 21.66. Siendo su clasificación SUCS "GC" y AASHTO "A-2-6(1)".	A-2-6(1)	GC		0.30	13.42	-	
806.60	III	El suelo es una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color aranjado con betas de color plomo, con 0.44% grava, 2.21% de arena y 97.35% de finos (que pasa la malla N°200), limite liquido de 60.15, limite plástico 25.09 y índice plástico 35.06. Siendo su clasificación SUCS "CH" y AASHTO "A-7-6(20)".	A-7-6(20)	CH		1.10	23.34	-	
805.50									
OBSERVACIONES:		Del registro de excavación que se muestra se ha extraido las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraidas, 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 Lopez Mendoza  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO



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



Solicitante: ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del material: GRAVA ARCILLOSA

Calicata N° 02 M-II Coordenadas: 282393.00 m E 9326449.00 m S

Prof. de la Muestra: 0.20 - 0.70 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: MAYO - 2023 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP. 75233

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

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	15.56	16.09	15.13
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	115.63	116.10	115.16
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	103.79	104.29	103.31
PESO DEL AGUA grs	11.84	11.81	11.85
PESO DEL SUELO SECO grs	88.23	88.20	88.18
% DE HUMEDAD	13.42	13.39	13.44
PROMEDIO % DE HUMEDAD	13.42		

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**N.D.**



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA  
Descripción del material: GRAVA ARCILLOSA  
Calicata: N° 02  
Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233  
Solicitante: ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA

Muestra: M-8  
Prof. de la Muestra: 0.20 - 0.70  
Fecha: MAYO - 2023  
Coordenadas: 282303.00 m E 9326449.00 m S

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

Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Que Pasa	Composición Granulométrica %			
Tamiz 5"	127.00					GRAVA	46.97%	% QUE PASA PARA CLASIFICACION	
Tamiz 4"	101.80					ARENA	25.91%	N° 4 =	53.03%
Tamiz 3"	76.20					ARCILLAS	27.12%	N° 10 =	43.55%
Tamiz 2"	50.80							N° 40 =	36.46%
Tamiz 1 1/2"	38.10							N° 200 =	27.12%
Tamiz 1"	25.40			0.00%	100.00%				
Tamiz 3/4"	19.050	12.28	1.24%	1.24%	98.76%				
Tamiz 1/2"	12.750	142.29	14.23%	15.47%	84.53%				
Tamiz 3/8"	9.525	104.55	10.46%	25.93%	74.07%				
Tamiz 1/4"	6.350	148.60	14.88%	40.81%	59.19%				
N° 4	4.750	80.90	8.09%	48.90%	51.10%				
N° 8	2.360	77.23	7.72%	56.62%	43.38%				
N° 10	2.000	17.42	1.74%	58.36%	41.64%				
N° 16	1.190	21.20	2.12%	60.48%	39.52%				
N° 20	0.840	9.69	0.97%	61.45%	38.55%				
N° 30	0.600	14.20	1.42%	62.87%	37.13%				
N° 40	0.425	26.72	2.67%	65.54%	34.46%				
N° 60	0.250	10.21	1.02%	66.56%	33.44%				
N° 80	0.175	6.66	0.67%	67.23%	32.77%				
N° 100	0.149	10.20	1.02%	68.25%	31.75%				
N° 200	0.075	38.42	3.84%	72.09%	27.91%				
Fondo	0.01	271.18	27.12%	100.00%	0.00%				
TOTAL		1000.00							

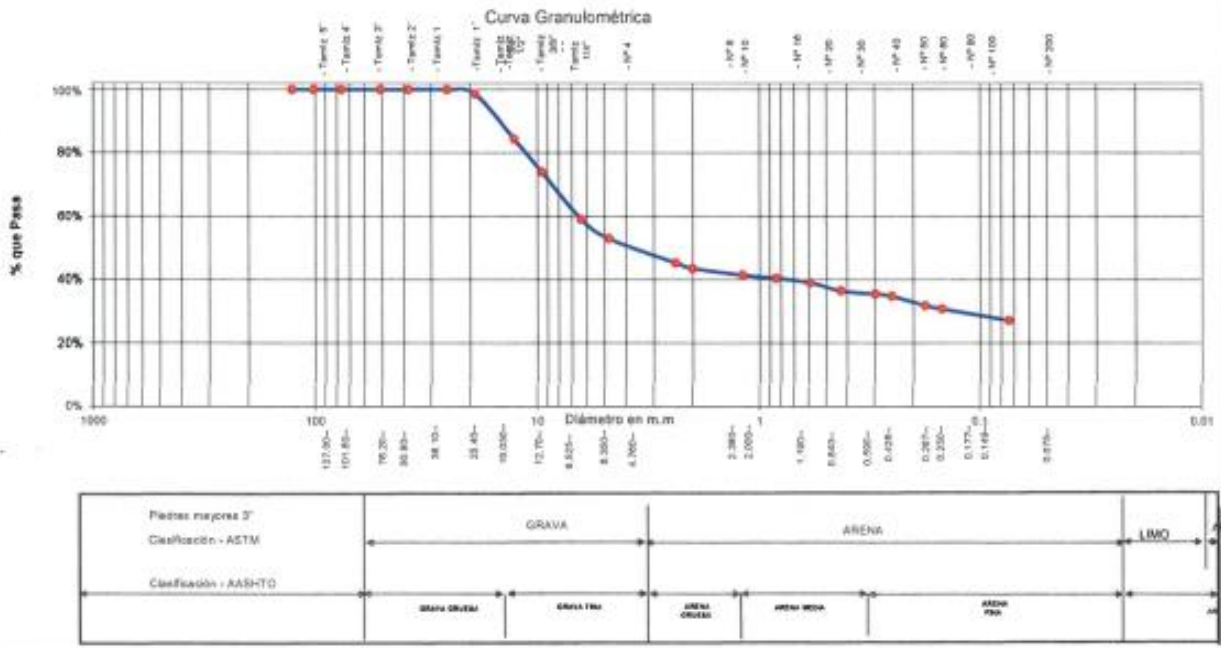
  

Grupos	Grupos	Grupos	Grupos
GRAVA	46.97%	AASHTO =	A-2-6(1)
ARENA	25.91%	GC	34.36
ARCILLAS	27.12%	WT	50.00
		WT+SM	1050.00
		WSM	1000.00
		WT+SDI	778.04
		WSDI	26.00
		% Finos	27.12
		% SBB	
		Cc	
		Cu	

Descripción del Suelo Ensayado:  
El suelo es una grava arcillosa de color pardo oscuro, con 46.97% grava, 25.91% de arena y 27.12% de finos (que pasa la malla N°200), límite líquido de 34.36, límite plástico 12.73 y índice plástico 21.66. Siendo su clasificación SUICS "GC" y AASHTO "A-2-6(1)".

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tam =	1	Peso del agua =	11.8
Peso del tam =	15.5	Peso suelo húmedo =	100.0
Peso del tam + Mh =	115.6	Peso suelo seco =	88.2
Peso del tam + Ms =	103.8	% Humedad Muestra =	13.4



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL, CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO



Proyecto: **"INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"**

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: GRAVA ARCILLOSA

Calicata: N° 02 M-II

Coordenadas: 282350.00 m E 8326440.00 m S

Perforación: Cielo Abierto

Progresiva: -

Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233

Fecha: MAYO - 2023

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

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	30.81	34.27	35.50
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	61.23	65.22	62.06
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	55.21	57.28	56.00
PESO DEL AGUA grs	6.02	7.95	7.42
PESO DEL SUELO SECO grs	22.40	23.01	20.05
% DE HUMEDAD	35.80	34.34	32.10
NUMERO DE GOLPES	18	25	28



Índice de Flujo FI	0.03
Límite Líquido (%)	34.36
Límite Plástico (%)	12.73
Índice de Plasticidad Ip (%)	21.66
Clasificación SUCS	GC
Clasificación AASHTO	A-2-B(1)
Índice de consistencia Ic	0.97

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

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	27.52	26.57	27.29
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	50.63	46.78	50.40
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	46.01	46.15	47.79
PESO DEL AGUA grs	3.62	2.61	2.61
PESO DEL SUELO SECO grs	20.49	20.58	20.50
% DE HUMEDAD	12.76	12.68	12.73
% PROMEDIO	12.73		

OBSERVACIONES:



Luis López Mendoza  
INGENIERO CIVIL N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Solicitante: ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del material: ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD

Calicata N° 02 M-III Coordenadas: 282392.00 m E 9326449.00 m S

Prof. de la Muestra: 0.70 - 1.50 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: MAYO - 2023 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233

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

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	15.50	15.31	15.20
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	115.70	115.48	115.37
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	96.64	96.53	96.51
PESO DEL AGUA grs	19.06	18.95	18.86
PESO DEL SUELO SECO grs	81.14	81.22	81.31
% DE HUMEDAD	23.49	23.33	23.20
PROMEDIO % DE HUMEDAD	23.34		

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**N.D.**



*Luis López Mendoza*  
 ING. CIVIL CIP N° 75233  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

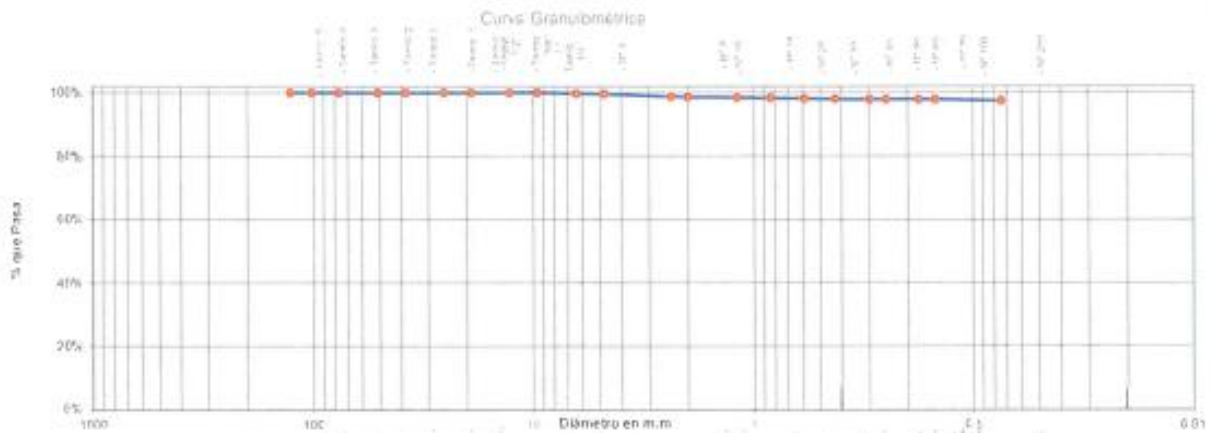
Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA  
 Descripción del material: ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD  
 Calicata: N° 10  
 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP: 75233  
 Solicitante: ERIC CRISTHIAN CASIQUE SILVA  
 Muestra: M-11  
 Prof. de la Muestra: 0.70 - 1.50  
 Fecha: MAYO - 2022  
 Coordenadas: 22250.00 m E 9326449.00 m E

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 339.126

Tamaño	Grava	Grava	% Pasado	% Retenido	% Cua	Cua Pasado Granulométrico %			
Ø	mm	mm	Fuerza	Accesorios	Fuerza	Grava	% OLE FASA PASA CLASIFICADA		
Tamiz #2	75	10				0.44%	N/A		
Tamiz #4	47.5	10				2.21%	N/A		
Tamiz #10	2.0	20				87.35%	N/A	N/A	N/A
Tamiz #20	0.85	30					Descripción Muestra:		
Tamiz #40	0.425	40					Grupo: Suelo de partículas finas - Sub-Grupo: limas y arcillas con L.L. > 50%		
Tamiz #60	0.25	50					<b>ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD</b>		
Tamiz #75	0.2	60					SuCS = CH AASHTO = A-7-6(20)		
Tamiz #100	0.15	70					LL	PI	WT
Tamiz #150	0.1	80					LP	WT+5AL	
Tamiz #200	0.075	90					PL	WTAL	300.00
Tamiz #425	0.0425	100					PO	WT+5DL	57.56
Nº 4	4.75	0.44%	0.02%	0.00%	99.56%			PTCL	29.80
Nº 8	2.00	2.21%	0.03%	1.27%	96.72%	D	10%	% Fines	87.35
Nº 10	2.00	0.21%	0.02%	1.07%	98.93%	D	60%	% Fines	
Nº 15	1.18	0.73%	0.23%	1.43%	98.57%	D	30%	Ex	
Nº 20	0.85	0.40%	0.10%	1.77%	98.23%	D	30%	Cl	
Nº 30	0.60	0.49%	0.18%	1.62%	98.38%				
Nº 40	0.425	0.37%	0.11%	2.83%	97.17%				
Nº 60	0.25	0.11%	0.04%	2.83%	97.17%				
Nº 80	0.177	0.21%	0.07%	2.18%	97.82%				
Nº 100	0.15	0.10%	0.03%	2.18%	97.82%				
Nº 200	0.075	1.37%	0.43%	0.33%	99.67%				
Fines	0.075	292.34	10.37%	100.00%	0.38%				
TOTAL		284.70							

Descripción del Suelo Ensayado:  
 El suelo es un suelo orgánico de alta plasticidad de color amarillo con olor de color pardo, con 0.44% grava, 2.21% de arena y 87.35% de limo que pasa al tamiz N°200, arena gruesa de 60 lb, arena fina de 21.09 y limo grueso de 54.00. Según su clasificación SuCS "CH" y AASHTO "A-7-6(20)".

% de humedad (base al peso seco):  
 Foco del tamiz = 1 Foco del base = 19.0  
 Peso del tamiz = 10.2 Peso seco humedad = 300.2  
 Foco del tamiz = 10.2 Foco seco seco = 67.2  
 Peso del tamiz = 10.2 Pw humedad humedad = 21.7



  
**Luis López Mendoza**  
 ING. CIVIL CIP N° 75233  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOJOBAMBA  
 Descripción del Suelo: ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD  
 Calicata: N° 02 M-8  
 Perforación: Cielo Abierto  
 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233  
 Coordenadas: 262502.00 m E 932648.00 m S  
 Progresiva: -  
 Fecha: MAYO - 2023

**Determinación del Límite Líquido** ASTM D-4318 - N.T.P. 328.129

LTV	1	2	3
PESO DE LATA gr	25.41	22.71	22.81
PESO DEL TUBO HUMEDO + LATA gr	62.76	63.16	63.55
PESO DEL TUBO SECO + LATA gr	62.18	61.87	61.94
PESO DEL AGUA gr	11.61	11.42	11.21
PESO DEL TUBO SECO gr	16.24	15.99	16.55
% DE HUMEDAD	61.05	63.28	61.80
NÚMERO DE GOLPES	17	26	36



Índice de Flujo (I)	-9.05
Límite Líquido (%)	60.10
Límite Plástico (%)	25.06
Índice de Plasticidad (I <sub>p</sub> ) (%)	35.06
Clasificación SUCS	CH
Clasificación AASHTO	A-7-6(28)
Índice de consistencia (I <sub>c</sub> )	1.85

**Determinación del Límite Plástico** ASTM D-4318 - N.T.P. 328.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA gr	25.46	22.21	23.58
PESO DEL TUBO HUMEDO + LATA gr	47.18	48.49	47.40
PESO DEL TUBO SECO + LATA gr	43.73	45.00	42.56
PESO DEL AGUA gr	6.46	4.49	6.41
PESO DEL TUBO SECO gr	17.64	17.66	17.69
% DE HUMEDAD	29.28	24.96	29.07
% PROMEDIO		25.89	

OBSERVACIONES:



*Luis López Mendoza*  
 ING. CIVIL CIP N° 75233  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO



**"INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTIN 2022"**

Proyecto:

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA  
Descripción de Bando: ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD  
Conjuntos: FASES DE PAVIMENTACIÓN  
Lote: N° 02 **M-II** 070 - 1.50  
Dimensiones: 262952.00 m E 552649.00 m E

Fecha: MAYO - 2023

Programa:

N° Colpes / Copas: 55 N° Copas: 5 Peso del Molde: 10 Libras  
Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.20 cm Altura: 11.70 cm  
Escala: 10 Libras Volumen: 2103.06 cm<sup>3</sup>

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

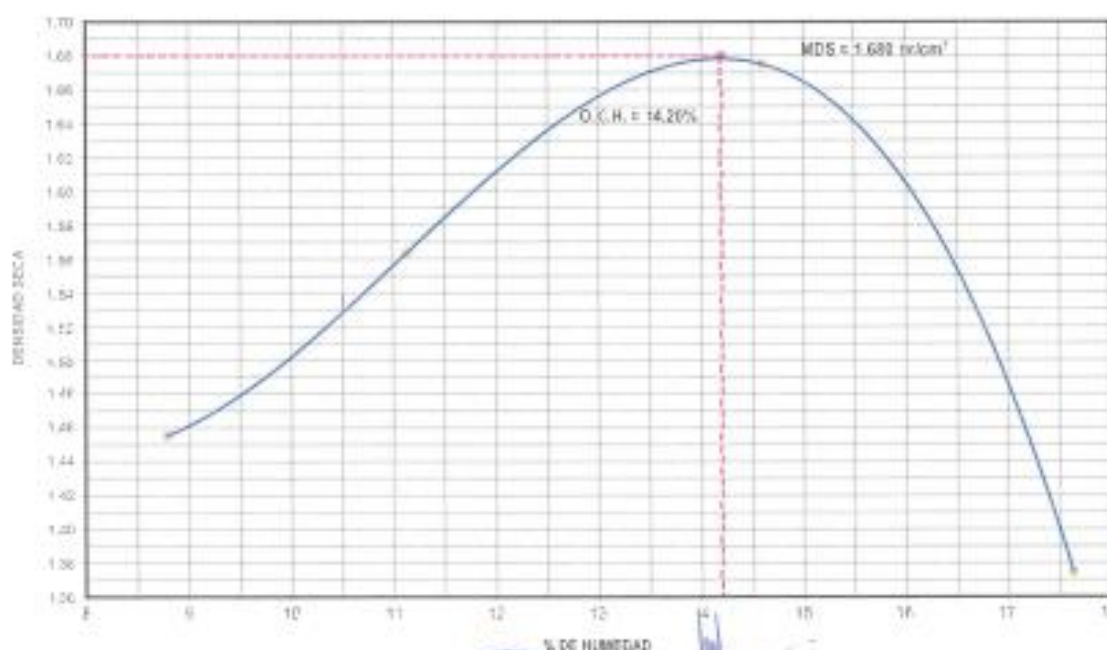
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	23.85	25.36	27.48	24.65
PESO DEL TARRO+MUESTRA+MOLDE	122.35	123.55	110.32	111.25
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	114.38	118.65	101.26	100.85
PESO DEL AGUA (grs)	7.97	7.91	6.66	8.70
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	85.5	103	78.0	72.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.33	6.75	11.10	11.17
S.PROMEDIO	8.75		11.13	14.59
				17.64

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.75	11.13	14.59	17.64
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6432.00	8775.00	7185.00	6523.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3060.00	3060.00	3060.00	3060.00
PESO DEL SUELO (grs)	3392	3689	4075	3433
HUMEDAD HUMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.56	1.74	1.92	1.62
DENSIDAD SECA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.48	1.76	1.68	1.57
			Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )	1.880
			Humedad Óptima %	14.23

**COMPACTACION**



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL C/P N° 15233  
ESPECIALISTA LABORATORIO

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB-RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCELA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD

Cebada: N° 02 - MJE 0.30 - 1.50

Composición: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 202302 00 m E 0236445 00 m S Fecha: MAYO - 2023

Progresiva:

N° de Bolsas / metro	50	N° Capas	5	Peso del Material	10 Lbs.
Dimensiones del Molde	Diámetro		15.00 cm $\phi$	Altura	
	Subcarga		10 Lbs.	Vol.	
				2123.07 cm $\phi$	

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

**Determinación del contenido de Humedad**

MUESTRA N° / N° GOLPES	50	25	10
PESO DEL TARRIN (gms)	25.62	26.26	24.25
PESO DEL TARRIN+MUESTRA HUMEDA (gms)	124.36	124.50	113.89
PESO DEL TARRIN+MUESTRA SECA (gms)	112.36	112.38	101.61
PESO DEL AGUA (gms)	12.00	12.12	12.28
PESO DEL MATERIAL SECO (gms)	86.36	85.54	77.33
CONTENIDO DE HUMEDAD %	14.20	14.20	14.20
<b>% PROMEDIO</b>	<b>14.20</b>	<b>14.20</b>	<b>14.20</b>

**Determinación de la Densidad**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	14.20	14.20	14.20
PESO DEL SUELO COMPACTADO (gms)	5597.00	6750.00	6294.00
PESO DEL SUELO SECO (gms)	4817.00	4815.00	5167.00
PESO DEL SUELO (gms)	4979.00	3906.00	3681.00
DENSIDAD HUMEDA (g/cm $\phi$ )	1.85	1.85	1.74
DENSIDAD SECA (g/cm $\phi$ )	<b>1.678</b>	<b>1.610</b>	<b>1.521</b>

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO	Lec	N° GOLPES 50				N° GOLPES 25				N° GOLPES 10			
				EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN			
				Diel	%	Diel	%	Diel	%	Diel	%	Diel	%		
17/05/2023	10:30:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
18/05/2023	10:30:00	24	2.3	2.16	1.55	2.7	2.67	2.28	2.4	2.36	2.02	1.77	1.73	1.57	
19/05/2023	10:30:00	48	2.3	2.52	2.50	3.0	2.84	2.56	3.7	3.66	3.16	2.97	2.93	2.67	
20/05/2023	10:30:00	72	3.2	3.81	3.24	3.7	3.66	3.24	5.3	5.17	4.64	4.17	4.03	3.67	
21/05/2023	10:30:00	96	4.8	4.67	<b>3.91</b>	4.7	4.70	<b>4.02</b>	6.1	6.10	<b>5.21</b>	5.17	5.17	4.50	

**PENETRACIÓN**

Penetración en pulgadas	Muestra N° 50				Muestra N° 25				Muestra N° 10			
	Lec	CORRECCIÓN			Lec	CORRECCIÓN			Lec	CORRECCIÓN		
		Diel	Lbs	Lbs/Pulg $\phi$		Diel	Lbs	Lbs/Pulg $\phi$		Diel	Lbs	Lbs/Pulg $\phi$
0.025	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	
0.075	13.3	20.25	8.75	10.6	24.29	8.10	8.10	8.8	11.84	2.94	2.94	
0.125	27.7	60.12	20.14	22.0	48.43	18.40	18.40	19.4	25.92	7.58	7.58	
0.175	42.1	101.92	30.84	32.0	71.45	22.62	22.62	23.0	32.80	14.30	14.30	
0.225	56.5	152.40	40.50	42.4	94.48	22.40	22.40	23.0	42.80	18.50	18.50	
0.275	71.0	210.25	50.75	53.6	141.22	47.07	47.07	23.0	62.74	20.01	20.01	
0.325	85.7	276.41	59.80	57.7	181.18	65.56	65.56	23.0	70.62	26.21	26.21	
0.375	100.0	350.00	68.33	66.7	214.10	71.40	71.40	23.0	82.73	30.00	30.00	
0.425	114.5	434.56	78.72	77.3	260.51	80.17	80.17	23.0	98.45	34.40	34.40	
0.475	129.0	528.84	89.33	88.1	313.76	90.89	90.89	23.0	117.88	42.00	42.00	
0.525	143.5	632.56	100.00	98.7	384.54	113.01	113.01	23.0	140.94	48.80	48.80	

Observación: Prueba realizada en una prensa Múltiple E-10 con célula de 4.2 tN con aproximación con sensor de carga R-674-005 series-0



**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CEP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTIN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD

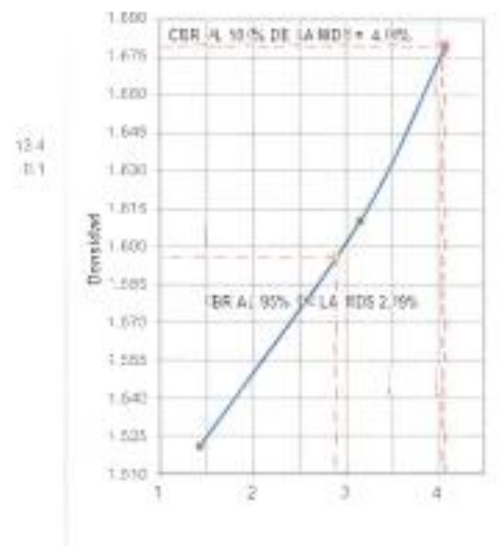
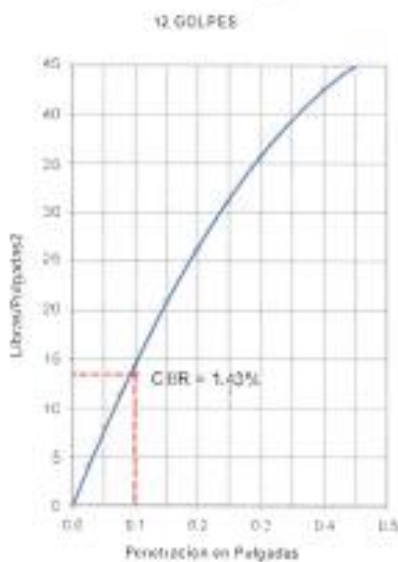
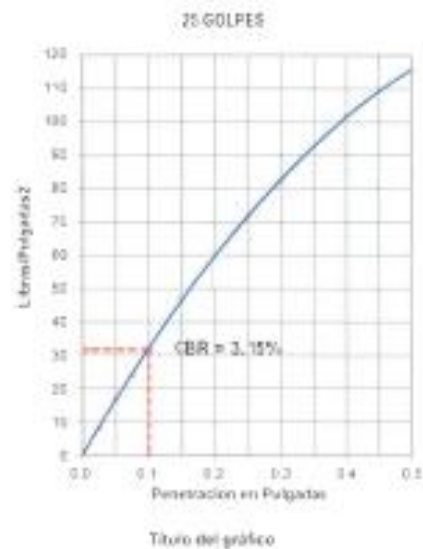
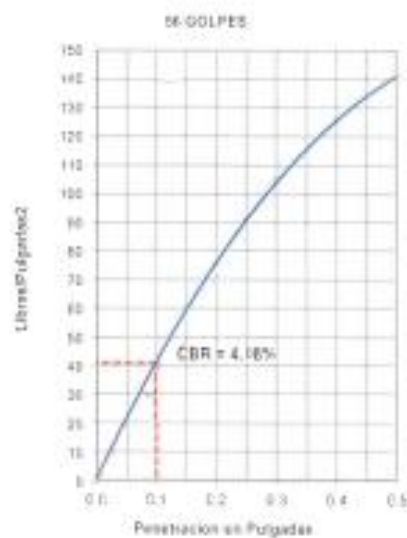
Coordenadas: 267362.08 m E 5326495.00 m S

Cabeza: N 02 M 18 0.70 - 1.00

Progresiva: -

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: MAYO - 2023



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	W <sub>L</sub>	g/cent <sup>3</sup>	EXPANSIÓN %	COMP %	CBR %	CBR 95%	CBR 100%
56	14.20	1.675	3.31	100	4.16		
25	14.27	1.610	4.60	85	3.15	2.81	4.58
12	14.14	1.521	5.21	67	1.43		



Luis López Mendoza  
CIP. C. N.º 75253  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

## CALICATA N° 03





REGISTRO DE EXCAVACION										
Solicitante:		ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA					Coordenadas:			
Proyecto:		"INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"					282350.00 m E		9326680.00 m S	Progresiva: -
Ubicación :		CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA					Fecha :		MAYO - 2023	
Componente :		FINES DE PAVIMENTACIÓN					Muestra:		TODAS	
Calicata	N° 03	NO PRESENTA DE NIVEL FREÁTICO	Prof. Exc.	1.50	Cota As.	1085.00 (msnm)	ESPESOR	HUMEDAD	Observ.	
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION			(m)	(%)	
					AASHTO	SUCS	SIMBOLO			
1085.00	I	El suelos es un material organico de color marron oscuro, Siendo su clasificación SUCS "Pt" y AASHTO "A-8".			A-8	Pt		0.30	-	-
1084.70	II	El suelo es una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad de color marrón claro, con 0.00% grava, 14.74% de arena y 85.26% de finos (que pasa la malla N°200), con limite liquido de 27.87, limite plástico 17.66 y indice plástico 10.21. Siendo su clasificación SUCS "CL" y AASHTO "A-4(7)".			A-4(7)	CL		0.40	20.11	-
1084.30	III	El suelo es una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con betas de color anaranjado, con 0.00% grava, 2.78% de arena y 97.22% de finos (que pasa la malla N°200), con limite liquido de 54.00, limite plástico 29.73 y indice plástico 24.27. Siendo su clasificación SUCS "CH" y AASHTO "A-7-6(20)".			A-7-6(20)	CH		0.80	20.41	-
1083.50										
OBSERVACIONES:		Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismo 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  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Solicitante: ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del material: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Calicata N° 03 M-II Coordenadas: 282350.00 m E 9326680.00 m S

Prof. de la Muestra: 0.30 - 0.70 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: MAYO - 2023 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP. 75233

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

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	15.46	15.72	14.23
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	115.68	115.86	114.51
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	98.95	98.02	97.75
PESO DEL AGUA grs	16.73	16.84	16.76
PESO DEL SUELO SECO grs	83.49	83.30	83.52
% DE HUMEDAD	20.04	20.22	20.07
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.11		

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

N.D.



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

**LAB. DE MECANICA DE SUELOS**

**Proyecto:** "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELAJIO, SAN MARTÍN 2022"

**Localización del Proyecto:** CARRETERA JEPELAJIO MOYOBAMBA

**Descripción del material:** ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

**Calicata:** N° 05

**Hecho Por:** ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - C.P. 75233

**Solicitante:** ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA

**Muestra:** M-0

**Prof. de la Muestra:** 0.30 - 0.70

**Fecha:** MAYO - 2023

**Coordenadas:** 282380.00 m E 832988.00 m S

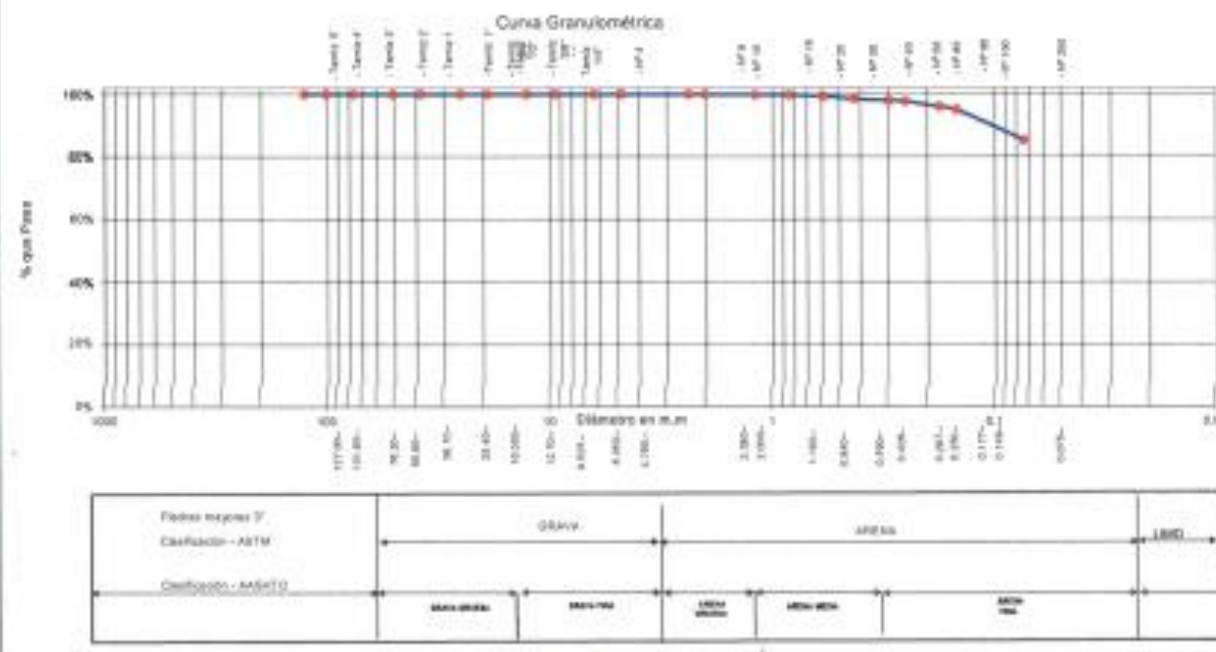
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 339.128**

Tamaño	Peso	% Retenido	% Pasado	% Cusca	Composición Granulométrica %					
mm	(gms)	Fretado	Parcial	Acumulado	Peso	N. OLS PARA CLASIFICACION				
Tam 2"	127.00				0.00%	N. OLS PARA CLASIFICACION				
Tam 4"	101.00				14.74%	W <sub>L</sub> =	100.00%	U <sub>L</sub> =	98.43%	
Tam 20"	76.850				52.26%	W <sub>P</sub> =	88.92%	U <sub>P</sub> =	85.20%	
Descripción Muestra:										
Grupo Suelos de partículas Fines - Sub-Grupo: Límite y Arcillas										
<b>ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD</b>										
Tam 75"	25.42				SUCS = CL      AASHTO = A-4(7)					
Tam 200"	20.850				LL	=	27.67	WT	=	76.20
Tam 425"	12.358				LP	=	17.05	WT=5AL	=	350.80
Tam 850"	8.525				SP	=	30.21	WSAL	=	300.00
Tam 1490"	8.320				SG	=	7	WT=SDI	=	84.21
U <sub>L</sub> =	4.700			0.00%				WSDI	=	29.00
U <sub>P</sub> =	2.350	0.10	0.04%	0.04%	0	80	% Límite	=	85.28	
U <sub>L</sub> =	2.000	0.11	0.04%	0.04%	0	60	% Límite	=		
U <sub>P</sub> =	1.490	0.20	0.15%	0.15%	0	30	Cl	=		
U <sub>L</sub> =	0.840	0.30	0.12%	0.21%	0	10	Cl	=		
U <sub>P</sub> =	0.420	1.80	0.26%	0.67%	0	70	Cl	=		
U <sub>L</sub> =	0.420	2.60	0.40%	1.07%	0	70	Cl	=		
U <sub>P</sub> =	0.250	1.40	0.50%	2.00%	0	60	Cl	=		
U <sub>L</sub> =	0.250	0.84	0.27%	2.07%	0	60	Cl	=		
U <sub>P</sub> =	0.125	5.10	1.23%	4.10%	0	60	Cl	=		
U <sub>L</sub> =	0.140	2.81	0.27%	0.07%						
U <sub>P</sub> =	0.075	18.50	3.80%	14.74%						
Peso:	0.01	255.78	80.00%	100.00%	0.00%					
TOTAL		300.00								

**Descripción de Suelo Propuesta:**  
El suelo es arcilla orgánica de baja a media plasticidad, de color marrón claro, con 0.00% limo, 14.74% de arena y 85.26% de fines (que peso de malla N°200), con límite líquido de 27.67, límite plástico 17.05 y índice plástico 10.21. Según su clasificación SUCS "CL" y AASHTO "A-4(7)".

**% de Humedad natural de la muestra ensada:**

Número de arena	=	1	Peso del agua	=	15.8
Peso del suelo	=	30.1	Peso suelo húmedo	=	180.2
Peso del suelo = M <sub>u</sub>	=	115.4	Peso suelo seco	=	85.4
Peso del suelo = M <sub>s</sub>	=	90.8	% Humedad Muestra	=	20.1




**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL C.P. N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Proyecto: **"INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"**

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Calicata: N° 03 M-8

Coordenadas: 282350.00 m E 9026680.00 m S

Perforación: Cielo Abierto

Progresiva: +

Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233

Fecha: MAYO - 2023

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

LATA	1	2	3
PESO DE LATA gr	16.87	14.20	16.06
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA gr	43.87	44.56	46.57
PESO DEL SUELO SECO + LATA gr	32.23	38.15	40.57
PESO DEL AGUA gr	6.64	6.83	6.00
PESO DEL SUELO SECO gr	20.58	23.95	24.49
% DE HUMEDAD	32.38	28.52	24.50
NUMERO DE GOLPES	12	22	33



Índice de Flujo FI	0.24
Límite Líquido (%)	27.87
Límite Plástico (%)	17.66
Índice de Plasticidad (p. %)	10.21
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-4(7)
Índice de consistencia Ic	6.76

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

LATA	1	2	3
PESO DE LATA gr	15.96	15.61	25.30
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA gr	37.64	37.49	48.71
PESO DEL SUELO SECO + LATA gr	34.38	34.24	45.20
PESO DEL AGUA gr	3.26	3.24	3.51
PESO DEL SUELO SECO gr	18.42	18.43	19.82
% DE HUMEDAD	17.70	17.58	17.71
% PROMEDIO		17.66	

OBSERVACIONES:



Luis López Mendoza  
ING. CIVIL CIP. N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO



Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Calicata: N° 03 M-E Coordenadas: 282350.00 m E 8026880.00 m S

Perforación: Cielo Abierto Progresiva: +

Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233 Fecha: MAYO - 2022

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

LATA	1	2	3
PESO DE LATA gr	16.87	14.20	15.08
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA gr	43.87	44.98	46.57
PESO DEL SUELO SECO + LATA gr	37.23	38.15	40.57
PESO DEL AGUA gr	6.64	6.83	6.00
PESO DEL SUELO SECO gr	20.58	23.95	24.89
% DE HUMEDAD	32.26	28.52	24.50
NUMERO DE GOLPES	12	22	33



Índice de Flujo FI	6.24
Límite Líquido (%)	27.67
Límite Plástico (%)	17.66
Índice de Plasticidad (Ip, %)	10.21
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-4(7)
Índice de consistencia Ic	0.76

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

LATA	1	2	3
PESO DE LATA gr	15.96	15.61	25.38
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA gr	37.64	37.49	46.71
PESO DEL SUELO SECO + LATA gr	34.36	34.24	45.20
PESO DEL AGUA gr	3.28	3.24	3.51
PESO DEL SUELO SECO gr	18.42	18.43	19.82
% DE HUMEDAD	17.79	17.58	17.71
% PROMEDIO		17.66	

OBSERVACIONES:



Luis López Mendoza  
INGENIERO CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Solicitante: **ERICK CRISTHIAN CASIQUE SILVA**

Proyecto: **"INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"**

Localización del Proyecto: **CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA**

Descripción del material: **ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD**

Calicata: **N° 03**      M-III      Coordenadas: **282350.00 m E**      **9326680.00 m S**

Prof. de la Muestra: **0.70 - 1.50**      Componente: **FINES DE PAVIMENTACIÓN**

Fecha: **MAYO - 2023**      Hecho Por: **ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233**

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

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	15.81	15.84	15.44
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	115.95	116.02	115.61
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	98.98	99.01	98.66
PESO DEL AGUA grs	16.97	17.01	16.95
PESO DEL SUELO SECO grs	83.17	83.17	83.22
% DE HUMEDAD	20.40	20.45	20.37
FROMEDIO % DE HUMEDAD	20.41		

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**N.D.**



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTIN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA  
 Descripción del material: ARCILLA INORGANICA DE ALTA ELASTICIDAD  
 Calicata: N° 03  
 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP 75233  
 Solicitante: ERICK CRISTHIAN CASIQUE LILVA  
 Muestra: N-III  
 Prof. de la Muestra: 0.70 - 1.50  
 Fecha: MAYO - 2023  
 Coordenadas: 282550.00 m E 8326660.00 m S

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 339.129**

Tamaño	Peso	% Pasado	% Retenido	% Criba	Composición Gradométrica %	
Ø	(g)	Retenido	Pasado	Acumulado	Peso	%
Tam. 2"	127.66				arena	0.07%
Tam. 4"	103.60				arena	2.37%
Tam. 7.5"	76.89				arena + arena f. +	17.22%
Tam. 15"	50.89					
Tam. 30"	36.32					
Tam. 60"	25.88					
Tam. 120"	18.05					
Tam. 250"	12.100					
Tam. 500"	6.173					
Tam. 1000"	3.258					
N° 4	4.770					
N° 6	2.340					
N° 10	1.660					
N° 16	1.160					
N° 20	0.840	0.04	0.01%	0.01%		
N° 25	0.600	0.11	0.04%	0.04%		
N° 30	0.600	0.25	0.08%	0.12%		
N° 35	0.500	0.43	0.14%	0.17%		
N° 40	0.425	0.61	0.19%	0.19%		
N° 45	0.375	0.81	0.26%	0.26%		
N° 50	0.300	0.90	0.28%	0.28%		
N° 60	0.250	0.97	0.29%	0.29%		
Finado	0.07	10.00	100.00%	100.00%		
TOTAL	381.09					

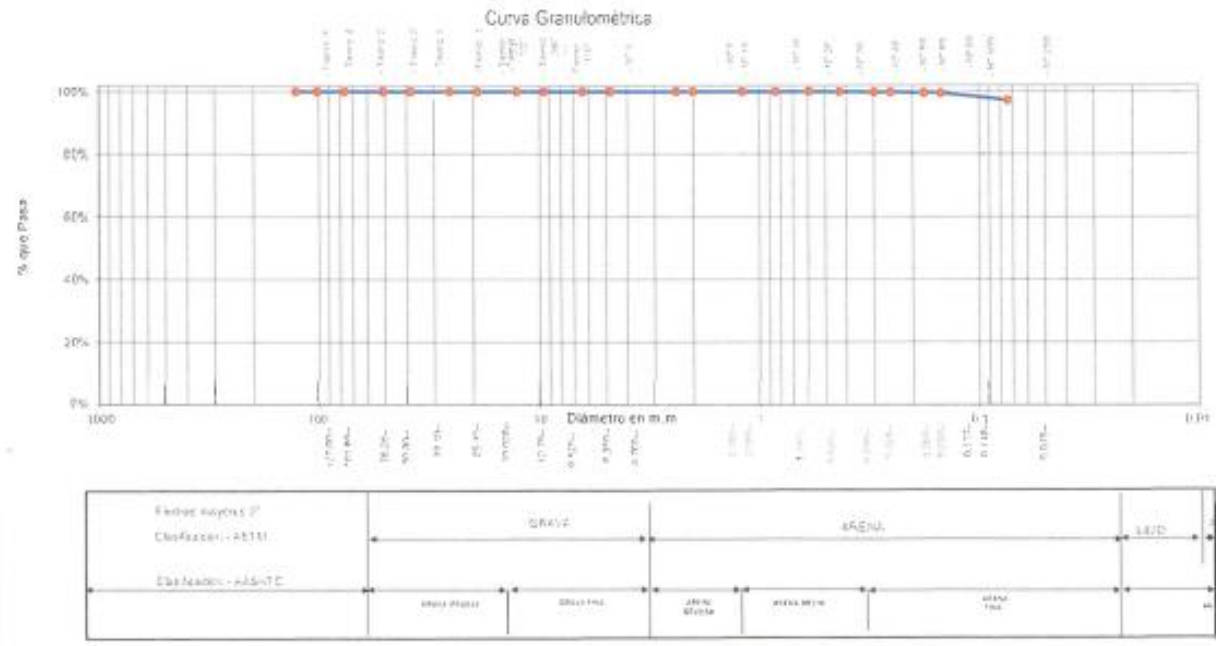
**ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD**

UNION	CH	ASHTO	A-7-6(20)
LL	=	54.00	WT
LP	=	24.73	WT+SAL
IP	=	14.27	WSAL
IL	=	20	WT+FSO
I	=		WSO
D	=		% Fines
D	=		% Fines
D	=		Cc
D	=		Cu

**Descripción del Suelo Ensayado:**  
 El suelo es una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con trazas de color anaranjado, con 0.06% grava, 1.78% de arena y 97.22% de finos que para la tabla N°200, que tiene Apertura de 0.075 mm, índice plástico 25.73 y índice plástico 24.17. Suvea su clasificación SUCS "CH" y AASHTO "A-7-6(20)".

**% de Humedad Natural de la muestra ensayada**

Muestra	Peso del agua	Peso del suelo
Muestra de agua	=	1
Peso del agua	=	17.0
Peso del suelo	=	15.7
Peso suelo húmedo	=	106.2
Peso del suelo + Ag	=	115.9
Peso del suelo + Ag	=	98.9




**Luis López Mendoza**  
 ING. CIVIL CIP N° 75233  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO



Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA  
 Descripción del Suelo: ARELLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD  
 Calicote: N° 33 M-12  
 Perforación: CMO A14rb  
 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP: 15233  
 Coordenadas: 282050.00 m E 8028800.00 m D  
 Progresiva: -  
 Fecha: MAYO - 2022

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 338.129

LÍQUIDO	1	2	3
PESO DE LATA gr.	27.23	26.75	18.17
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA gr.	66.21	54.65	46.20
PESO DEL SUELO SECO + LATA gr.	45.68	46.10	34.48
PESO DEL AGUA gr.	11.53	10.55	11.72
PESO DEL FIBROSCO gr.	16.41	16.35	20.38
% DE HUMEDAD	59.40	54.73	47.74
NUMERO DE GOLPES	16	24	38



Índice de Flujo (I)	-0.38
Límite Líquido (L)	54.00
Límite Plástico (P)	20.73
Índice de Plasticidad (I.P.)	34.27
Clasificación SUCS	CH
Clasificación AASHTO	A-7-6(20)
Índice de consistencia (Ic)	1.38

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 338.129

LÍQUIDO	1	2	3
PESO DE LATA gr.	15.07	15.46	18.38
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA gr.	36.54	30.61	27.90
PESO DEL SUELO SECO + LATA gr.	31.85	32.09	32.60
PESO DEL AGUA gr.	4.69	4.51	5.30
PESO DEL SUELO SECO gr.	16.52	16.57	16.54
% DE HUMEDAD	28.33	25.43	25.62
CLASIFICACIÓN	25.73		

OBSERVACIONES:



Luis L. Mendoza  
INGENIERO CIVIL N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

**"INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTIN 2022"**

Proyecto:

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Sitio: ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD

Componente: RINES DE PAVIMENTACIÓN

Categoría: N° 02 **M-III** 0.70 - 1.00

Coordenadas: 262200.00 W E 8326600.00 N E

Fecha: MAYO - 2023

Programa:

Nº Golpes / capa:	56	Nº Capas:	5	Peso del Martillo:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde:		Diámetro:	15.20 cm $\phi$	Altura:	11.70 cm
		Sobrecarga:	10 Lbs.	Vol:	2122.06 cm $^3$

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

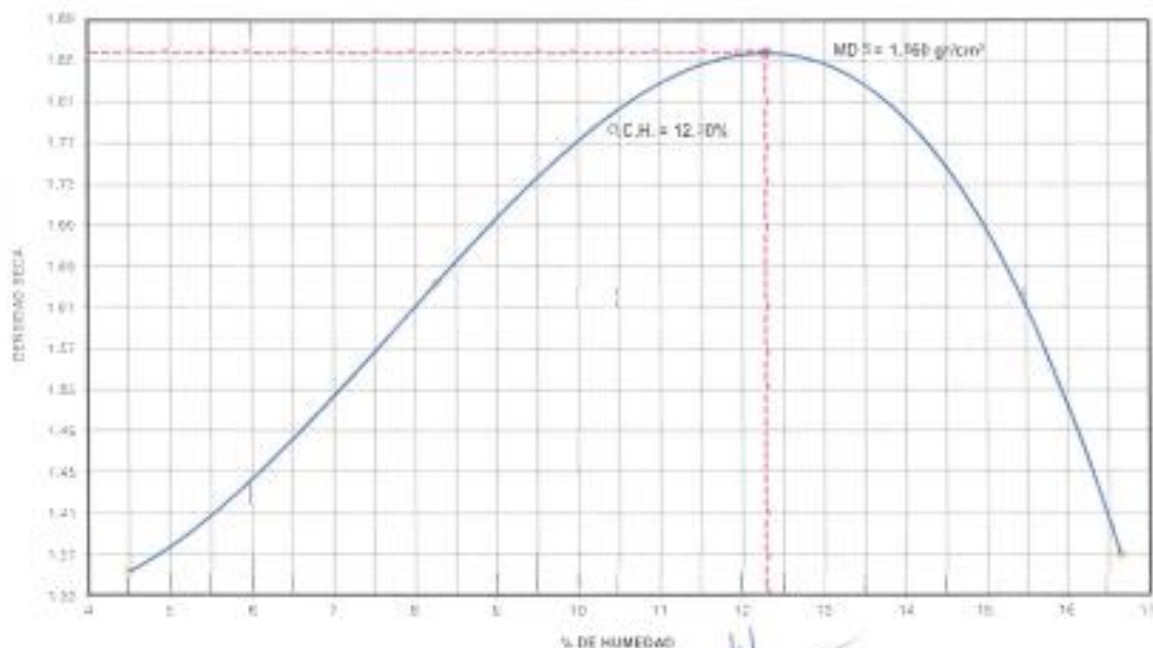
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRÓ (grs)	24.57	24.54	25.86	25.85
PESO DEL TARRÓ+MUESTRA+HUMEDA	118.21	118.47	122.85	122.56
PESO DEL TARRÓ+ MUESTRA SECA (grs)	111.26	111.61	115.09	115.17
PESO DEL AGUA (grs)	3.96	3.86	7.76	7.37
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	80.7	87.1	89.1	89.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.57	4.43	8.70	8.21
% PROMEDIO	4.50	4.26	12.27	16.64

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.50	4.26	12.27	16.64
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6091.00	6045.50	7119.00	6480.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3080.00	3080.00	3080.00	3080.00
PESO DEL SUELO (grs)	3005	3055	4039	3390
CONTENIDO HUMEDA (gr/cm $^3$ )	1.61	1.77	2.06	1.60
DENSIDAD SECA (gr/cm $^3$ )	1.56	1.63	1.66	1.37
Densidad Máxima (gr/cm $^3$ )				1.888
Maximiza Compacta				12.38

**COMPACTACION**



**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL N° 7523  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD

Calle: N° 01 (A-B) 0.70 - 1.30

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 262150.00 m E 8326280.00 m S Fecha: 06/10/2022

Programa:

N° Golpes / area	56	N° Casos:	3	Peso del Molde:	70 Lbs.
Dimensiones (x) (Módulo)		Diámetro:	15.20 cm $\phi$	Altura:	11.70 cm
		Substrato:	10 Lbs.	Vol:	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 TARRÓN (gms)	25.02	25.08	25.47
PESO DEL TARRÓN+MUESTRA HEMEDA (gms)	125.52	125.38	122.05
PESO DEL TARRÓN+MUESTRA SECA (gms)	114.35	114.45	110.20
PESO DEL AGUA (gms)	10.97	10.91	11.42
PESO DEL MATERIAL (SEC) (gms)	88.70	88.77	84.38
CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.37	12.39	12.35
<b>% PROMEDIO</b>	<b>12.33</b>	<b>12.29</b>	<b>12.25</b>

**Determinación de la Densidad**

	56	25	12
CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.33	12.29	12.25
PESO DEL BÚLEO+MOLDE (gms)	9322.26	9226.88	8912.28
PESO DEL MOLDE (gms)	4857.00	4900.88	4850.00
PESO DEL BÚLEO (gms)	4435.00	4379.00	4070.00
PESO DEL BÚLEO (gms)	4435.00	4379.00	4070.00
DENSIDAD (g/cm $^3$ ) (promedio)	2.01	2.02	1.98
DENSIDAD SECA (g/cm $^3$ )	<b>1.860</b>	<b>1.798</b>	<b>1.861</b>

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO	Litro	N° GOLPES 56		N° GOLPES 25		N° GOLPES 12				
				EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN				
				mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	
18/10/2022	18:32:00	0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	
20/10/2021	08:32:00	24	0.5	0.48	0.39	1.5	1.27	1.00	3.0	2.00	2.61	1.17
21/10/2021	10:32:00	48	2.1	2.13	1.82	2.4	2.44	2.18	4.3	4.32	3.88	1.17
22/10/2021	08:32:00	72	2.9	2.88	2.47	3.1	2.07	2.00	8.5	6.10	5.21	1.17
23/10/2021	18:32:00	96	3.6	2.84	<b>2.28</b>	3.8	3.81	<b>3.28</b>	7.4	7.31	<b>6.30</b>	1.17

**PENETRACIÓN**

Penetración en pulgadas	Molde N° 56				Molde N° 25				Molde N° 12			
	N° de golpes	CORRECCIÓN			N° de golpes	CORRECCIÓN			N° de golpes	CORRECCIÓN		
		Lbs	Lbs	Lbs/Pulg $^2$		Lbs	Lbs	Lbs/Pulg $^2$		Lbs	Lbs	Lbs/Pulg $^2$
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00		
0.002	14.7	42.40	14.34	14.8	20.88	15.23	8.8	13.28	4.40			
0.004	38.1	96.75	28.42	30.8	68.94	32.08	11.7	26.80	8.00			
0.011	42.5	125.40	44.52	44.8	108.88	32.30	10.2	36.11	12.10			
0.100	64.7	178.17	58.72	5.07	180.9	122.14	44.08	4.40	21.2	48.88	16.00	
0.150	118.1	258.43	89.48	8.02	187.73	87.02	17.2	10.48	23.48			
0.200	160.1	324.84	108.00	10.86	114.0	261.04	82.58	8.48	18.0	66.30	29.40	
0.250	195.0	381.21	130.47	13.6	150.01	107.00	48.0	174.18	34.73			
0.300	266.0	481.61	152.00	158.2	241.43	119.14	83.8	119.62	28.88			
0.400	348.0	641.24	180.00	183.8	421.28	142.76	84.8	142.42	47.82			
0.500	395.0	801.27	221.88	219.8	488.78	181.82	71.2	186.00	82.81			

Observación: Penetración ejecutada en un terreno Municipal E-50 con índice de +2 No. con penetrómetro con sensor de carga R-414-000 (serie 40)

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD

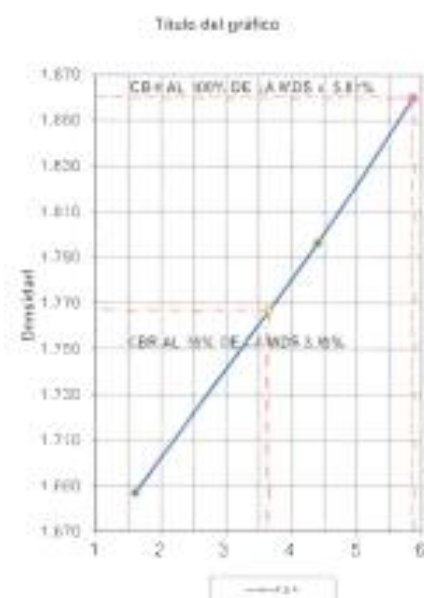
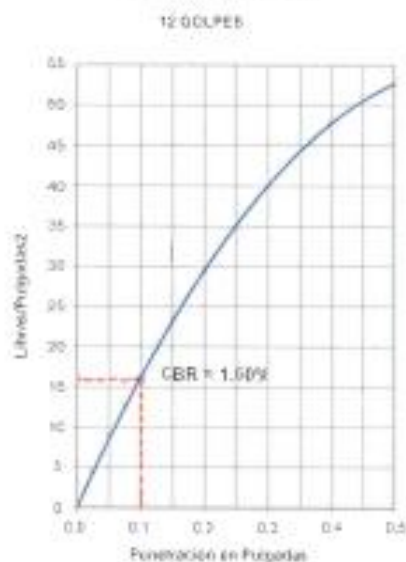
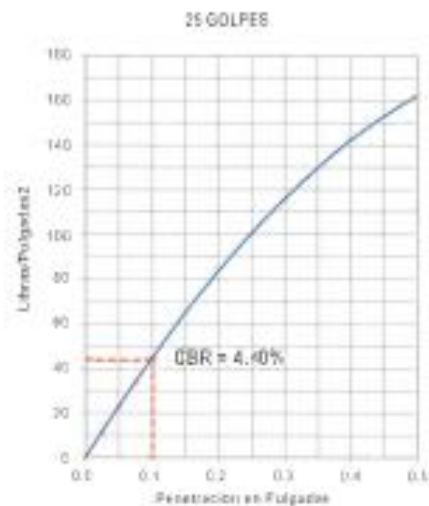
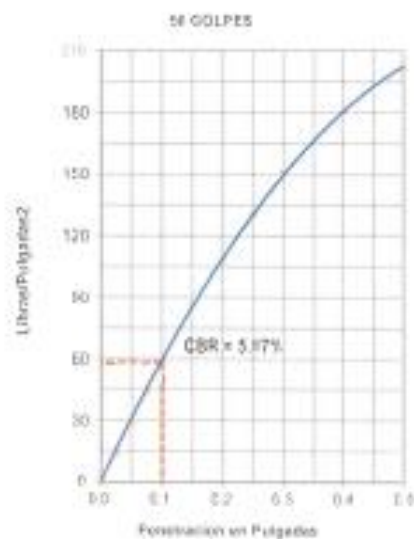
Calicata: N° 01 M-18 0.70 - 1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenado: 762950.00 m E 6726690.00 m S

Progresivo: -

Fecha: MAYO - 2022



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	Wp	gr/m <sup>3</sup>	EXPANSIÓN %	COMP %	CBR 1'	CBR 95%	CBR 180%
56	12.20	1.662	2.26	100	5.87		
25	12.20	1.756	3.26	95	4.40	3.68	5.67
12	12.20	1.662	6.30	67	1.60		



Luis López Mendoza  
INGENIERO CIVIL, INP° 75213  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

## **ADICIÓN DEL 3% DE POLIETILENO CALICATA C-03**



**"INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"**

Proyecto:

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Adición: 3% de Polietileno

Cálcate: **M-1**

Coordenadas:

Fecha: MAYO - 2022

Progresiva:

Nº Golpes / capa:	56	Nº Capes:	5	Peso del Martillo:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde:		Diámetro:	15.20 cm <sup>2</sup>	Altura:	11.70 cm
		Sobrecarga:	10 Lbs.	Vol:	2123.06 cm <sup>3</sup>

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

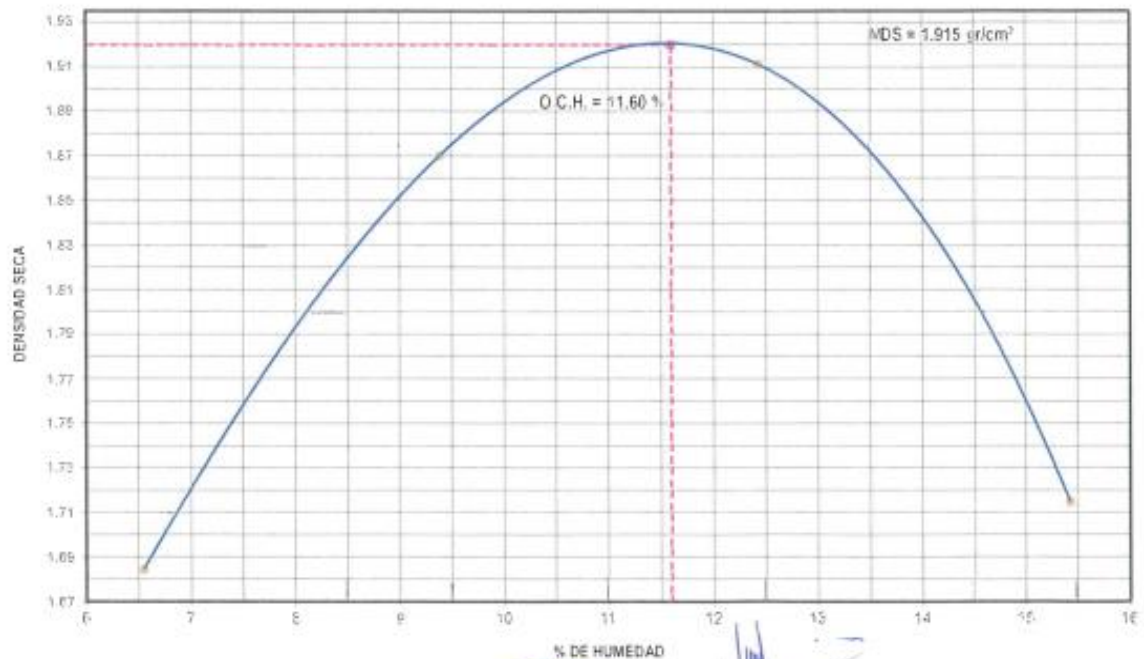
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	27.90	25.55	25.15	25.45
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	101.23	101.53	102.65	108.23
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	96.71	96.87	99.00	99.29
PESO DEL AGUA (grs)	4.52	4.66	6.65	6.94
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	66.8	71.3	70.9	73.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	6.57	6.53	8.38	8.40
% PROMEDIO	6.55	9.39	12.43	15.43

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.55	9.39	12.43	15.43
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6889.00	7422.00	7840.00	7260.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3090.00	3090.00	3090.00	3090.00
PESO DEL SUELO (grs)	3799	4332	4550	4190
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.79	2.04	2.14	1.97
DENSIDAD SECA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.87	1.91	1.71
Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )	<b>1.915</b>			
Humedad Óptima%	<b>11.60</b>			

**COMPACTACION**



**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CAP. N° 75231  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Sueto: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Calicleta: - M-1 -

Adición: 3% de Polietileno

Coordenadas: - - Fecha: MAYO - 2022

Progresiva: - -

Nº Golpes / caso	56	Nº Capes	5	Peso del Molde:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde:	Diámetro		15.20 cm <sup>2</sup>	Altura:	11.70 cm
	Sobrecarga:		10 Lbs.	Vol:	2123.07 cm <sup>3</sup>

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1683

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	26.14	25.98	26.47	27.57	25.98	26.27
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA (grs)	126.53	125.36	126.56	125.87	127.58	126.57
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	116.30	115.21	116.56	116.06	117.47	116.59
PESO DEL AGUA (grs)	10.23	10.15	10.00	9.82	10.11	9.98
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	96.16	89.25	90.09	85.45	91.49	90.32
CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.35	11.37	11.10	11.10	11.05	11.05
% PROMEDIO	11.36		11.10		11.05	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.36	11.10	11.05
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9420.00	9402.00	9112.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4663.00	4560.00	4667.00
PESO DEL SUELO (grs)	4627.00	4442.00	4225.00
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	2.13	2.00	1.99
DENSIDAD SECA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.915	1.863	1.792

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Lec Dial	Nº GOLPES 56		Nº GOLPES 25		Nº GOLPES 12				
				EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION		m.m.M		
				m.m	%	m.m	%	m.m	%			
18/05/2023	10:30:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	117		
18/05/2023	10:30:00	24	2.4	2.44	2.08	1.4	1.42	1.22	2.4	2.44	2.08	117
18/05/2023	10:30:00	48	2.7	2.60	2.30	2.2	2.16	1.87	3.7	3.71	3.57	117
18/05/2023	10:30:00	72	2.8	2.85	2.62	2.9	2.85	2.52	5.1	5.06	4.34	117
18/05/2023	10:30:00	96	3.1	3.12	2.67	3.7	3.71	3.17	5.2	5.21	4.45	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56				Molde Nº 25				Molde Nº 12			
	Lec Dial	CORRECCION		Lec Dial	CORRECCION		Lec Dial	CORRECCION				
		Lbs	Lbs/Pulg <sup>2</sup>		Lbs	Lbs/Pulg <sup>2</sup>		Lbs	Lbs/Pulg <sup>2</sup>			
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.025	72.5	50.66	16.95	22.0	49.69	16.53	14.0	31.26	10.59			
0.050	47.0	102.76	34.54	45.6	102.03	34.01	29.3	65.50	21.63			
0.075	72.2	128.29	52.76	66.7	148.07	49.36	42.1	93.78	31.26			
0.100	95.3	219.64	70.18	7.02	88.5	198.03	65.34	6.83	53.4	118.64	39.55	3.95
0.150	141.0	308.95	103.32	133.7	293.54	97.85	76.8	174.64	58.21			
0.200	196.6	389.62	126.07	12.07	170.4	376.72	125.57	12.56	99.0	219.30	73.10	4.87
0.250	212.8	467.55	155.65	201.7	445.76	148.58	117.0	268.69	86.33			
0.300	246.0	638.31	179.77	232.3	513.23	171.08	134.5	297.67	99.15			
0.400	293.1	845.20	215.09	268.7	636.45	212.15	161.6	367.22	119.07			
0.500	328.8	123.26	241.05	326.4	721.92	240.64	176.0	383.49	131.16			

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4.1 Kn con aproximación con sensor de carga R-614-005 de 45.



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL, C.B. Nº 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO



Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

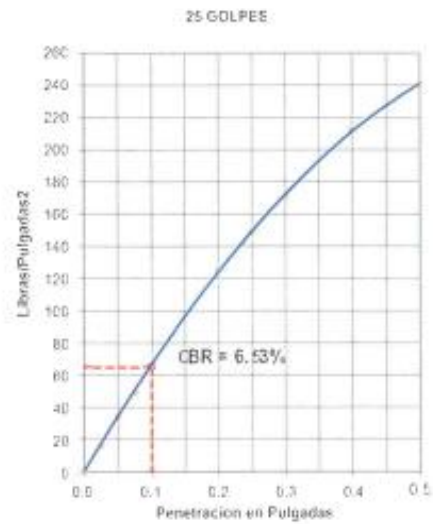
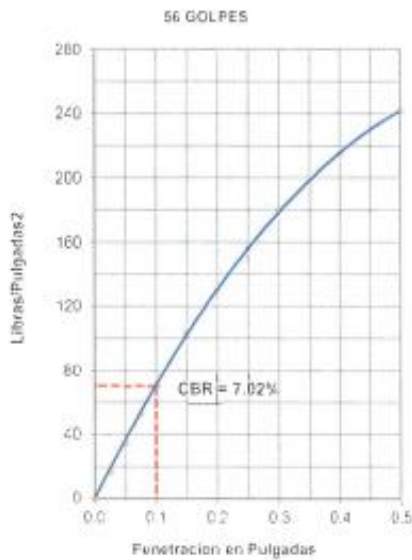
Coordenadas: - -

Calicote: - M-I -

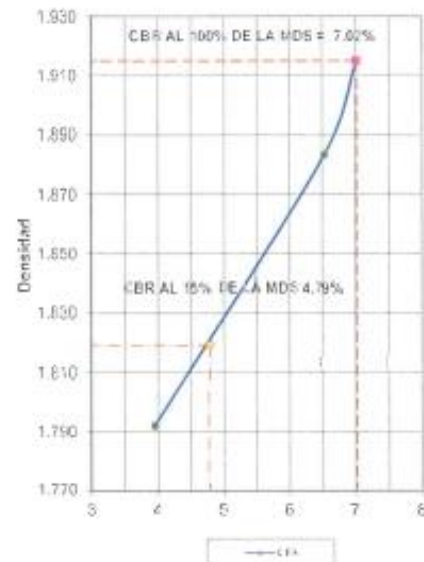
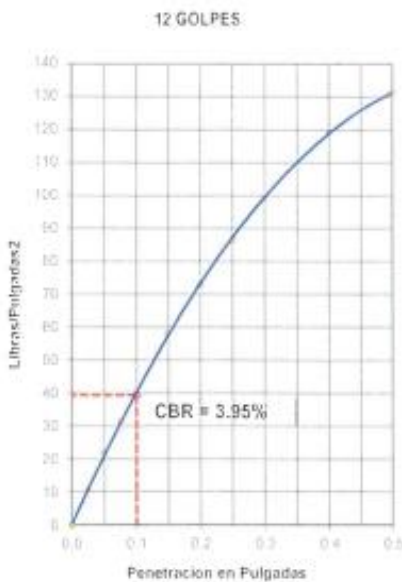
Progresiva: -

Adición: 3% de Polietileno

Fecha: MAYO - 2023



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLPES	W%	grs/cm <sup>3</sup>	EXPANSIÓN %	COMP %	CBR 1'	CBR 95%	CBR 100%
56	11.36	1.915	2.87	100	7.02		
25	11.10	1.885	3.17	95	6.53	4.78	7.02
12	11.05	1.792	4.45	87	3.95		



Luis López Mendoza  
ING. CIVIL N° 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

## **ADICIÓN DEL 8% DE POLIETILENO CALICATA C-03**

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Catálogo: - M1 -

Adición: 5% de Polietileno

Coordenadas: - - Fecha: MAYO - 2023

Progresiva: -

Nº Golpes / tapa:	56	Nº Capas:	5	Peso del Molde:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde:		Diámetro:	15.20 cm <sup>2</sup>	Altura:	11.70 cm
		Sobrecarga:	10 Lbs.	Vol:	2123.07 cm <sup>3</sup>

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

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	25.30	25.68	26.35	25.26	25.64	26.58
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA (grs)	123.57	123.40	123.47	123.47	120.47	126.25
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	113.62	113.27	113.58	113.57	110.79	110.80
PESO DEL AGUA (grs)	9.75	10.13	9.89	9.90	9.68	9.45
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	88.52	87.59	87.23	88.21	85.15	84.22
CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.01	11.57	11.34	11.22	11.37	11.22
% PROMEDIO	11.29		11.28		11.25	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.29	11.28	11.25
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9368.00	8322.00	9095.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4517.00	4850.00	4664.00
PESO DEL SUELO (grs)	4551.00	4432.00	4231.00
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	2.14	2.06	1.99
DENSIDAD SECA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.926	1.876	1.791

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Lec	Nº GOLPES 56			Nº GOLPES 25			Nº GOLPES 12			
				EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	mm.M
				Dial	%		Dial	%		Dial	%		
20/05/2023	13:02:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	117
21/05/2023	13:02:00	24	1.1	1.12	0.96	1.8	1.83	1.56	2.1	2.11	1.80	1.60	117
22/05/2023	13:02:00	48	1.8	1.62	1.39	2.0	2.03	1.74	2.5	2.51	2.15	1.97	117
23/05/2023	13:02:00	72	1.8	1.78	1.52	2.3	2.29	1.95	2.8	2.78	2.39	2.17	117
24/05/2023	13:02:00	96	2.7	2.67	2.28	3.2	3.16	2.71	3.4	3.43	2.93	2.67	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56				Molde Nº 25				Molde Nº 12			
	Lec	Dial	CORRECCION		Lec	Dial	CORRECCION		Lec	Dial	CORRECCION	
			Lbs	Lbs/Pulg <sup>2</sup>			Lbs	Lbs/Pulg <sup>2</sup>			Lbs	Lbs/Pulg <sup>2</sup>
0.000	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.025	28.4	61.67	20.56		25.5	67.14	39.05		14.0	31.76	10.66	
0.050	37.4	125.63	41.87		52.5	137.71	90.24		29.5	65.50	21.83	
0.075	37.3	191.47	63.82		77.1	170.90	96.67		42.1	93.78	31.26	
0.100	115.9	254.61	84.87	8.49	102.2	226.30	78.43	7.54	53.4	118.64	39.56	3.95
0.150	170.4	374.74	124.91		153.3	338.83	112.98		78.8	174.64	55.21	
0.200	213.7	470.27	150.76	10.68	180.8	435.02	145.01	14.50	88.0	210.30	73.10	4.87
0.250	264.8	565.17	188.39		233.0	514.79	171.60		117.0	258.99	88.39	
0.300	285.1	651.88	217.29		268.3	592.71	197.57		134.5	297.57	99.18	
0.400	354.1	778.00	255.97		330.9	735.05	240.09		161.6	357.22	119.07	
0.500	396.6	874.15	291.38		377.7	833.78	271.50		178.0	393.45	131.16	

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Martinet E-50 con celda de 4.2 tln con aproximación con sensor de carga R-674-D08 de 4.2



Luis López Mendoza  
ING. CIVIL CIP Nº 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

**"INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"**

Proyecto:

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

Adición: 8% de Polietileno

Calicata: - M-1 -

Coordenadas: - - Fecha: MAYO - 2023

Progresiva: -

Nº Golpes / capa:	56	Nº Capas:	5	Peso del Molde:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde:		Diámetro:	15.20 cm <sup>2</sup>	Altura:	11.70 cm
		Sobrecarga:	10 Lbs.	Vol:	2123.06 cm <sup>3</sup>

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

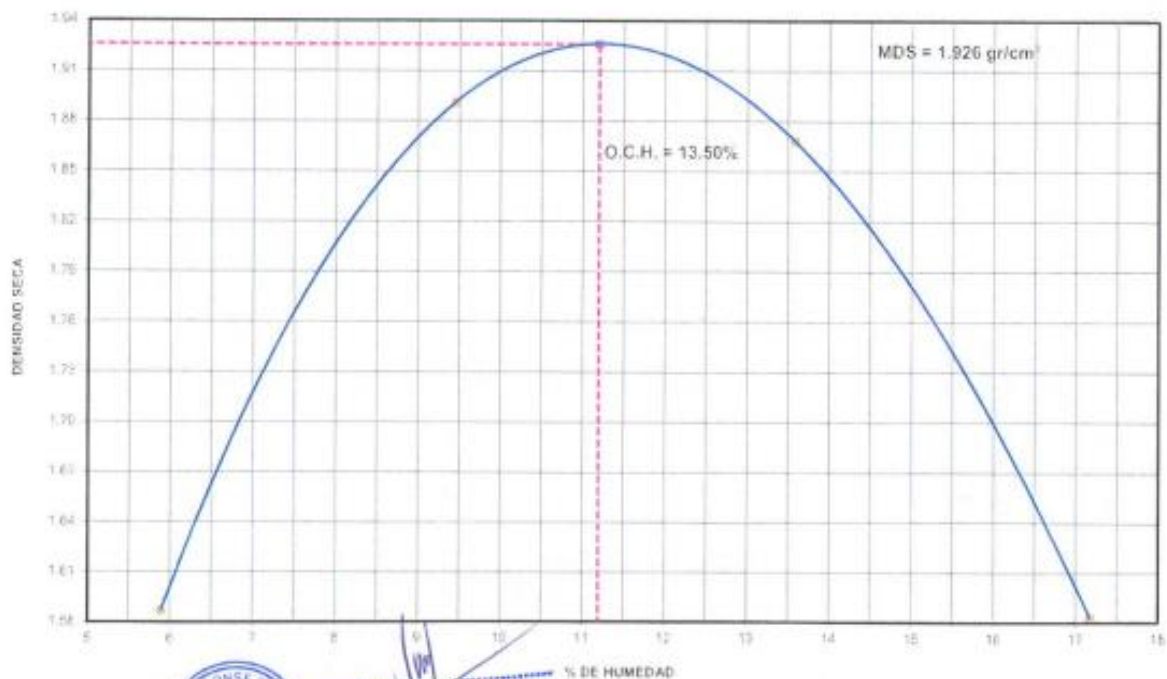
**Determinación del contenido de Humedad**

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	24.50	25.48	26.90	25.56	27.54	27.25	26.47	27.40
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	105.10	107.43	107.20	106.25	107.58	107.70	106.48	107.53
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	100.56	102.92	100.25	99.29	98.01	96.07	94.73	95.80
PESO DEL AGUA (grs)	4.54	4.51	6.95	6.96	9.57	9.63	11.75	11.73
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	76.1	77.5	73.4	73.7	70.5	70.8	68.3	68.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	5.97	5.82	6.48	6.44	13.56	13.60	17.21	17.15
% PROMEDIO	5.90		9.46		13.59		17.15	

**Determinación de la Densidad**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	5.90	9.46	13.59	17.15
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6658.00	7485.00	7595.00	7028.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3090.00	3090.00	3090.00	3090.00
PESO DEL SUELO (grs)	3568	4395	4505	3938
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.68	2.07	2.12	1.85
DENSIDAD SECA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.59	1.89	1.87	1.55
			Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )	1.926
			Humedad Óptima%	11.20

**COMPACTACION**



**Luis Lopez Mendoza**  
ING. CIVIL CP N° 25233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO



Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

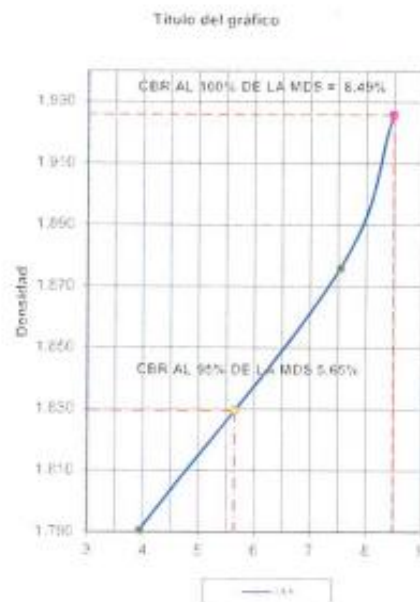
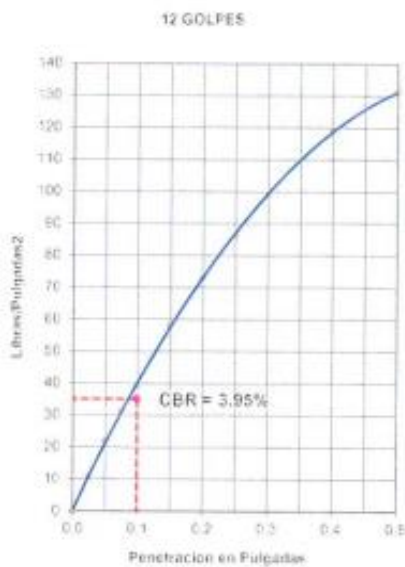
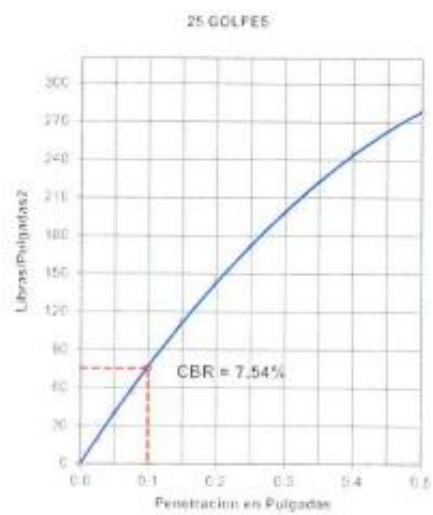
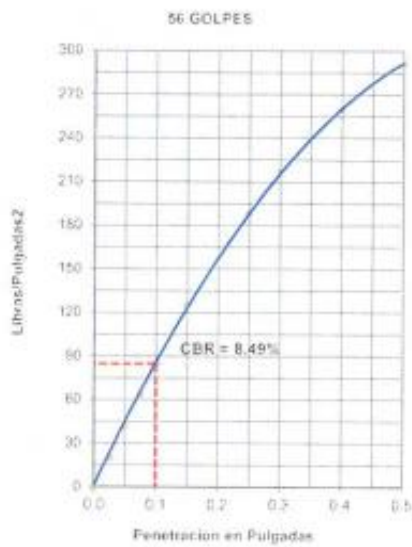
Calicata: - M-I -

Adición: 6% de Polietileno

Coordenadas: -

Progresiva: -

Fecha: MAYO - 2023



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	W%	pes/cm <sup>3</sup>	EXPANSIÓN %	COMP %	CBR 1	CBR 95%	CBR 100%
56	11.25	1.826	2.28	100	8.49		
25	11.28	1.876	2.71	95	7.54	5.65	8.49
12	11.29	1.761	2.63	87	3.95		



Luis López Mendoza  
ING. CIVIL CIP Nº 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

**ADICIÓN DEL 15% DE POLIETILENO CALICATA C-03**

**Proyecto:** "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

**Localización del Proyecto:** CARRETERA JEPELACIO MOYBAMBA

**Descripción del Suelo:** ARENA LIMOSA

**Adición:** 15% de Polietileno

**Clasificación:** M-1

**Coordinación:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** MAYO - 2022

**Proyecto:** \_\_\_\_\_

Nº Golpes / capa:	50	Nº Capas:	5	Peso del Molde:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde:		Diámetro:	15.20 cm $\phi$	Altura:	11.70 cm
		Área:	10 Lbs.	Vol:	2123.06 cm $^3$

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

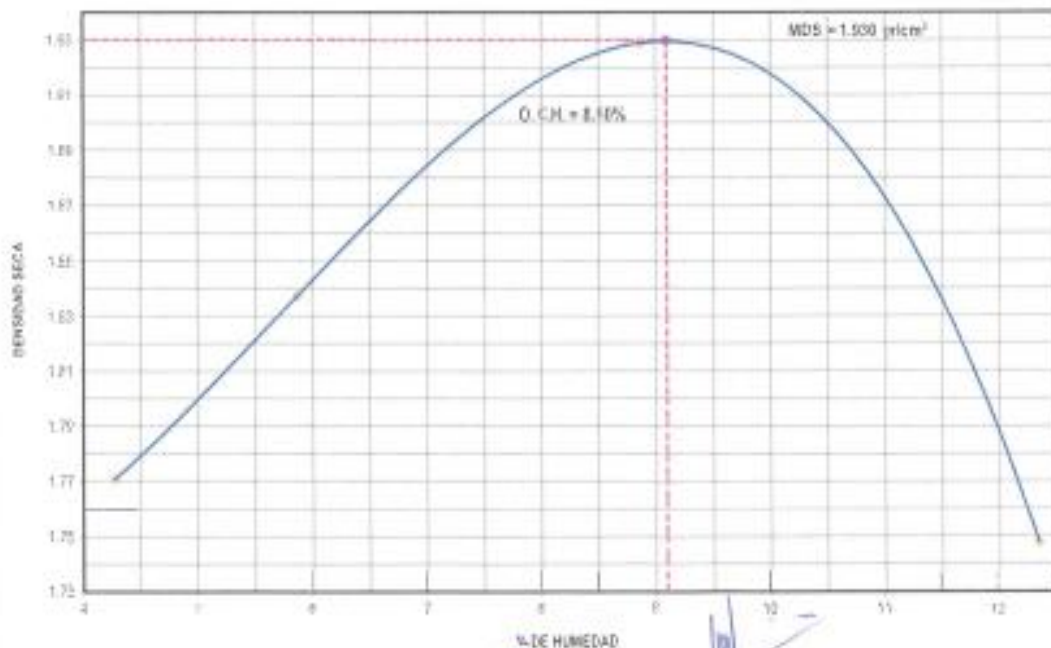
**Determinación del contenido de Humedad**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	25.36	25.26	24.87	24.78
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	110.78	110.54	106.30	105.45
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	107.58	107.54	101.25	101.38
PESO DEL AGUA (grs)	3.20	3.00	4.11	4.10
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	87.2	87.2	76.4	76.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	3.88	3.65	6.38	6.35
% PROMEDIO	3.77	3.77	8.38	8.38

**Determinación de la Densidad**

	1	2	3	4
CONTENIDO DE HUMEDAD %	3.77	3.77	8.38	8.38
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6981.00	7207.00	7528.00	7246.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3090.00	3090.00	3090.00	3090.00
PESO DEL SUELO (grs)	3901	4110	4430	4150
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm $^3$ )	1.84	1.94	2.09	1.98
DENSIDAD SECA (gr/cm $^3$ )	1.77	1.84	1.83	1.75
Densidad Máxima (gr/cm $^3$ )	1.98			
Humedad Óptima %	8.81			

**COMPACTACION**




**Luis L. Mendoza**  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO



Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB-RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Sitio: ARENA LIMOSA

Calzeta: - M1 -

Adición: 10% de Polietileno

Coordenadas: - - Fecha: MAYO-2023

Progresivo: - -

Nº Golpes / caja: 56 Nº Cajas: 5 Peso del Muestra: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.20 cm<sup>2</sup> Altura: 11.70 cm

Subcarga: 10 Lbs. Vol: 2123.07 cm<sup>3</sup>

**VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) A51M D - 1883**

**Determinación del contenido de Humedad**

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	36	25	12
PESO DEL TARRIO (gms)	33.61	31.89	31.52
PESO DEL TARRIO+MUESTRA HUMEDA (gms)	170.14	170.15	152.39
PESO DEL TARRIO+MUESTRA SECA (gms)	175.35	175.14	155.05
PESO DEL AGUA (gms)	1.34	0.55	1.10
PESO DEL MATERIAL SECO (gms)	62.29	61.79	64.12
CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.94	0.94	0.81
<b>% PROMEDIO</b>	<b>0.94</b>	<b>0.92</b>	<b>0.87</b>

**Determinación de la Densidad**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.94	0.92	0.87
PESO DEL SUELO+MOLDE (gms)	3219.36	3169.10	3160.00
PESO DEL MOLDE (gms)	4511.20	4893.00	5181.00
PESO DEL SUELO (gms)	4470.36	4296.10	3991.00
PESO DEL MOLDE (gms)	2.70	2.02	1.88
<b>DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.830</b>	<b>1.880</b>	<b>1.750</b>

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO	Lbs	Nº GOLPES 36		Nº GOLPES 25		Nº GOLPES 12	
				EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN	
				mm	%	mm	%	mm	%
20/05/2023	12:30:00	0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	
21/05/2023	12:32:00	24	0.5	0.91	1.0	1.02	1.7	2.26	
22/05/2023	12:32:00	48	1.1	1.12	1.8	1.82	3.3	3.64	
23/05/2023	12:32:00	72	1.7	1.60	2.9	3.01	5.24	5.79	
24/05/2023	12:32:00	96	2.2	2.19	3.8	3.94	6.9	7.43	

**PENETRACIÓN**

Penetración en pulgadas	Molde Nº 36 Nº de golpes				Molde Nº 25 Nº de golpes				Molde Nº 12 Nº de golpes			
	Lee	CORRECCIÓN			Lee	CORRECCIÓN			Lee	CORRECCIÓN		
		Dial	Lbs	Lbs/Pulg <sup>2</sup>		Dial	Lbs	Lbs/Pulg <sup>2</sup>		Dial	Lbs	Lbs/Pulg <sup>2</sup>
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.006	23.6	22.68	24.52	30.0	31.16	22.40	20.2	49.43	15.14			
0.010	66.7	140.82	89.81	62.4	138.01	45.20	47.3	94.16	31.28			
0.015	123.2	321.98	75.59	81.9	221.32	87.11	60.3	116.01	67.00			
0.100	127.3	362.06	101.53	10.10	520.5	284.95	88.88	9.86	71.1	170.93	58.66	
0.150	182.7	496.80	146.47	180.7	399.48	150.15	113.6	251.82	83.85			
0.200	184.1	179.85	166.51	18.66	232.1	511.75	170.92	17.04	162.0	206.32	106.44	
0.250	183.3	672.55	229.18	214.7	358.62	202.27	169.0	219.83	124.53			
0.300	183.2	175.10	258.17	218.4	481.68	222.30	194.9	450.78	149.10			
0.400	411.3	1020.00	308.32	252.9	488.92	206.64	203.4	818.34	171.85			
0.500	412.2	1040.10	348.71	449.3	582.94	322.65	357.1	567.84	190.31			

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Múltiples E-01, con balde de 4.5 Kg con aproximación con sensor de carga R474-708 de serie 42.

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTIN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

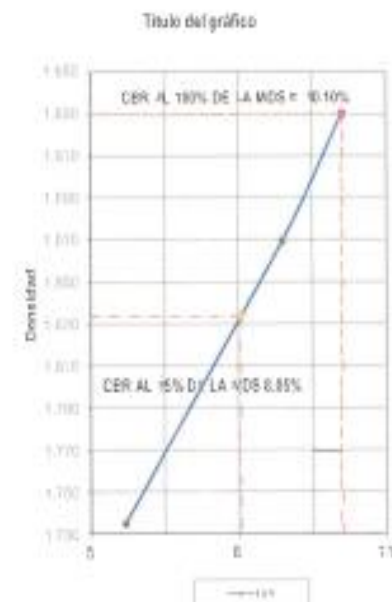
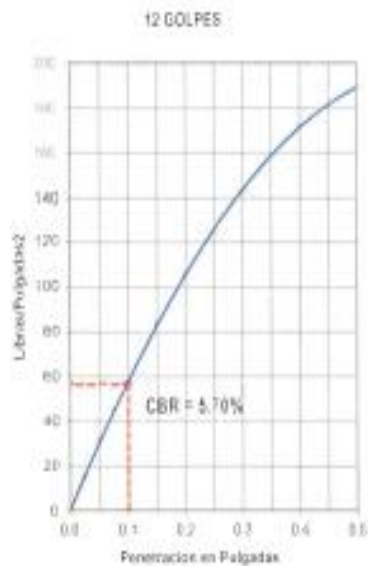
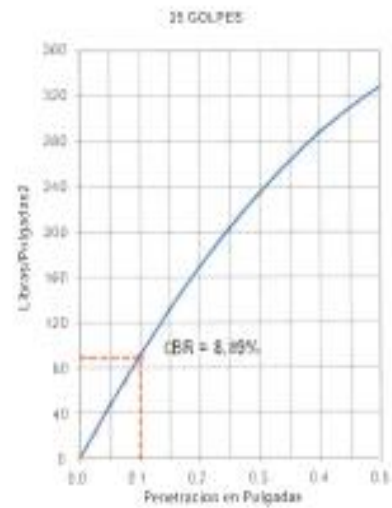
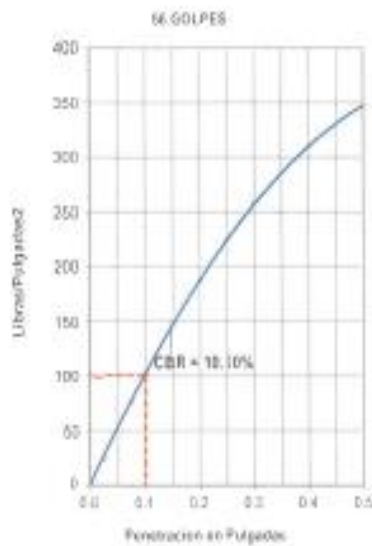
Calicata: - M1

Adición: 10% de Polietileno

Coordenadas: -

Progresivo: -

Fecha: MAYO - 2023



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	WN	g/m <sup>3</sup>	EXPANSIÓN %	COMP %	CBR 1	CBR 95%	CBR 100%
66	8.81	1.820	1.05	100	10.10		
25	8.25	1.790	2.17	66	8.85	8.85	10.10
12	8.37	1.735	2.43	67	5.70		



Luis López Mendoza  
ING. CIVIL CEP 75233  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

**ADICIÓN DEL 20% DE POLIETILENO CALICATA C-03**

**Proyecto:** "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

**Localización del Proyecto:** CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

**Descripción del Suelo:** ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

**Adición:** 20% de Polietileno

**Calicata:** - M-1 -

**Coordenadas:** - - **Fecha:** MAYO - 2023

**Progresiva:** -

Nº Golpes / capa:	55	Nº Capas:	5	Peso del Martillo:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde:		Diámetro:	15.25 cm <sup>2</sup>	Altura:	11.70 cm
		Salto/carga:	10 Lbs.	Vol.:	2123.06 cm <sup>3</sup>

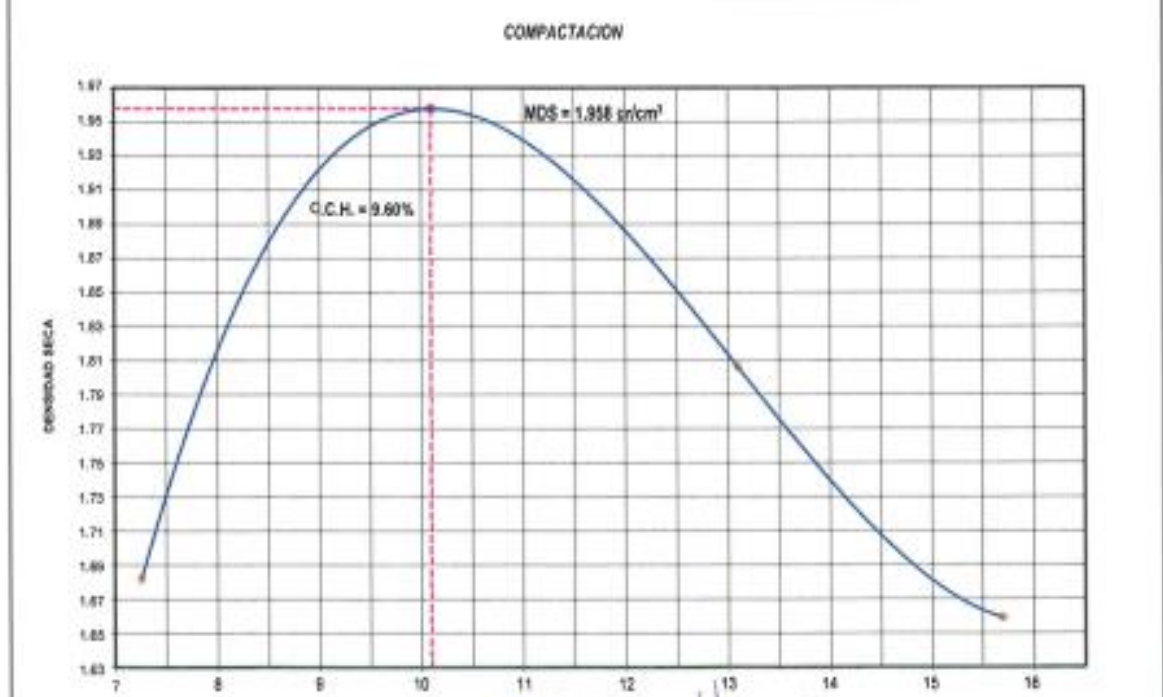
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115**

**Determinación del contenido de Humedad**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	15.22	15.32	15.14	15.84
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	111.71	111.80	114.00	114.73
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	105.60	105.72	105.36	106.56
PESO DEL AGUA (grs)	6.11	6.11	8.64	8.67
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	90.4	90.4	90.2	90.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	6.76	6.76	9.58	9.61
% PROMEDIO	6.76	9.58	12.60	15.21

**Determinación de la Densidad**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.76	9.58	12.60	15.21
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6902.00	7645.00	7426.00	7148.00
PESO DEL MOLDE (grs)	2090.00	3090.00	3090.00	3090.00
PESO DEL SUELO (grs)	3812	4555	4336	4058
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.60	2.15	2.03	1.91
DENSIDAD SECA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.98	1.87	1.66
Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )				1.988
Humedad Óptima (%)				9.60








**Proyecto:** "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"  
**Localización del Proyecto:** CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA  
**Descripción del Suelo:** ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD  
**Calicata:** - M-1 -  
**Acción:** 20% de Polietileno  
**Coordenadas:** - - **Fecha:** MAYO - 2023  
**Progresiva:** -

Nº Golpes / capa:	56	Nº Capas:	5	Peso del Martillo:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde:	Diámetro: 15.20 cm <sup>2</sup>		Alura:		11.70 cm
	Sobrecarga:		10 Lbs.	Vol.:	2123.07 cm <sup>3</sup>

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

**Determinación del contenido de Humedad**

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (gms)	26.10	26.86	25.24	24.47	28.84	26.81
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA (gms)	106.71	107.11	107.58	106.47	107.38	106.97
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (gms)	99.88	100.04	100.77	99.07	100.82	99.21
PESO DEL AGUA (gms)	6.82	7.07	6.81	6.80	6.74	6.74
PESO DEL MATERIAL SECO (gms)	73.74	73.16	70.53	75.20	73.78	73.62
CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.25	9.65	9.02	9.04	9.14	9.16
% PROMEDIO	9.45		9.03		9.15	

**Determinación de la Densidad**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.45	9.03	9.15
PESO DEL SUELO+MOLDE (gms)	9403.00	9300.00	9383.00
PESO DEL MOLDE (gms)	4858.00	4893.50	5189.00
PESO DEL SUELO (gms)	4545.00	4412.00	4214.00
DENSIDAD HUMEDA (gms/cm <sup>3</sup> )	2.14	2.08	1.98
DENSIDAD SECA (gms/cm <sup>3</sup> )	1.958	1.906	1.819

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO	Nº GOLPES 56			Nº GOLPES 25			Nº GOLPES 12			
			Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		
				Dial	mm		%	Dial		mm	%	Dial
21/05/2023	09:12:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	117
21/05/2023	09:12:00	24	0.4	0.36	0.30	0.5	0.53	0.46	1.3	1.20	1.11	117
21/05/2023	09:12:00	48	0.7	0.69	0.59	1.3	1.27	1.09	1.5	1.55	1.32	117
21/05/2023	09:12:00	72	0.9	0.86	0.74	1.3	1.32	1.13	1.8	1.86	1.66	117
21/05/2023	09:12:00	96	1.2	1.24	1.06	1.8	1.80	1.37	2.3	2.20	1.95	117

**PENETRACIÓN**

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56 Nº de Golpes				Molde Nº 25 Nº de Golpes				Molde Nº 12			
	Lec	CORRECCIÓN			Lec	CORRECCIÓN			Lec	CORRECCIÓN		
		Dial	Lbs	Lbs/Pulg <sup>2</sup>		Dial	Lbs	Lbs/Pulg <sup>2</sup>		Dial	Lbs	Lbs/Pulg <sup>2</sup>
0.000	0.0	0.02	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	
0.005	36.1	86.17	26.72	37.1	82.80	27.67	30.0	67.04	22.55			
0.010	74.8	166.03	54.68	70.3	158.03	52.01	56.7	126.02	42.01			
0.015	113.6	242.98	80.99	103.9	230.19	76.73	85.8	185.80	61.94			
0.100	140.5	308.82	102.94	102.0	282.08	87.35	9.74	108.6	236.72	78.67	7.86	
0.150	201.4	443.16	147.72	189.2	418.24	139.61		152.6	337.48	112.49		
0.200	247.8	546.32	181.77	18.18	332.7	514.21	171.40	17.14	382.7	414.88	138.29	0.22
0.250	281.6	641.66	213.96		273.9	604.98	201.66		220.9	488.08	162.88	
0.300	309.3	726.19	241.73		309.4	683.18	227.73		249.0	561.15	183.72	
0.400	378.4	925.66	278.55		356.4	786.95	252.32		287.5	634.82	211.61	
0.500	403.0	1007.50	298.84		378.5	829.88	278.96		305.3	674.13	224.71	

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Múltiple E-20, con celda de 4.5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 de 45



**Luis I. Mendoza**  
 INGENIERO  
 ESP. EN LABORATORIO

Proyecto: "INFLUENCIA DE POLIETILENO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, JEPELACIO, SAN MARTÍN 2022"

Localización del Proyecto: CARRETERA JEPELACIO MOYOBAMBA

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

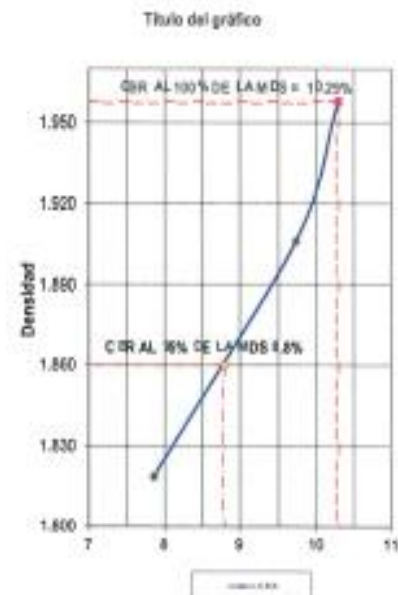
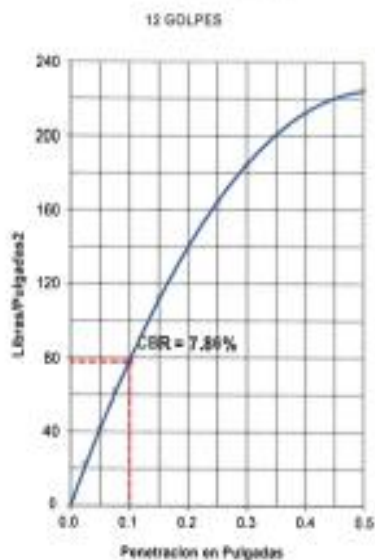
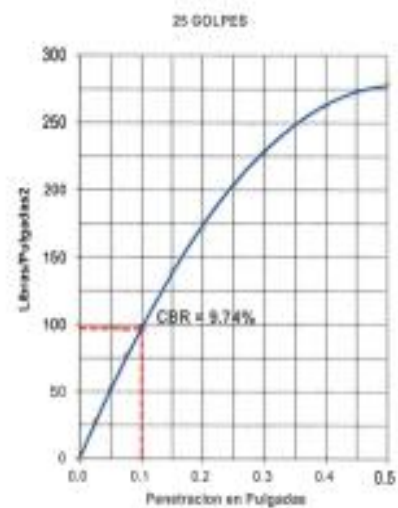
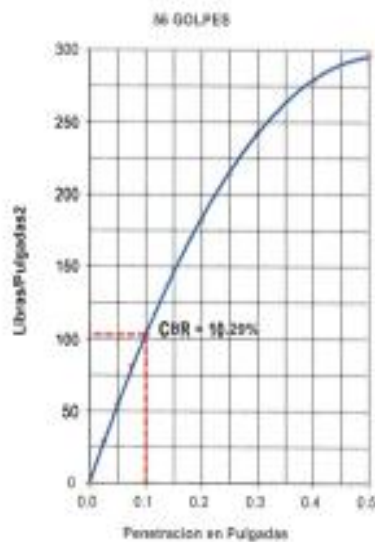
Calicata: - M-1 -

Añición: 20% de Polietileno

Coordenadas: - -

Progresiva: -

Fecha: MAYO - 2023



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

nº GOLPES	W%	gr/m <sup>3</sup>	EXPANSIÓN %	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
36	9.45	1.958	1.06	100	10.29	8.80	10.20
25	9.03	1.906	1.37	95	9.74		
12	9.15	1.879	1.95	87	7.86		



Luis López Mendoza  
ING. CIVIL CIPRO 73223  
ESPECIALISTA LABORATORIO



CERTIFICADOS DE CALIBRACION DEL  
LABORATORIO.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Asesor P107-1113

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-043-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 011-2023  
Fecha de Emisión : 2023-01-19

**1. Solicitante** : **LM CECONSE E.I.R.L.**

**Dirección** : CAR.FER.BELAUNDE TERRY NRO. 511 - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : **OHAUS**

**Modelo** : **R31P30**

**Número de Serie** : **8336130226**

**Alcance de Indicación** : **30 000 g**

**División de Escala de Verificación ( e )** : **10 g**

**División de Escala Real (d)** : **1 g**

**Procedencia** : **NO INDICA**

**Identificación** : **NO INDICA**

**Tipo** : **ELECTRÓNICA**

**Ubicación** : **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**Fecha de Calibración** : **2023-01-17**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

**3. Método de Calibración**

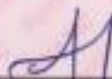
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS de LM CECONSE E.I.R.L.  
CAR.FER.BELAUNDE TERRY NRO. 511 - MOYOBAMBA - SAN MARTIN



PT-06 P06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Ángeles 553 - LIMA 42 Telf. 292-5106

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

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





Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Regimen N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-043-2023

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	24,8	25,0
Humedad Relativa	67,0	68,0

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE22-C-1070-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0057-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-226-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-227-2022

**7. Observaciones**

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

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

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

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

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABAJO	NO TIENE
REVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicié			Final		
	24,8			24,8		
	Carga L1* 15 000,0 g			Carga L2* 30 000,0 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15 000	0,8	-0,3	29 999	0,4	-0,9
2	15 000	0,8	-0,1	29 999	0,4	-0,9
3	15 000	0,5	0,0	29 999	0,3	-0,8
4	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,8	-0,5
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,1
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3
7	15 000	0,8	-0,1	30 000	0,6	-0,1
8	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,5	0,0
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
10	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,8	-0,3
Diferencia Máxima			0,3			0,0
Error máximo permitido	±		20 g	±		30 g



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Angeles 663 - LIMA 42 Tel. 292-5106

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

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



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-043-2023  
 Página 3 de 3

2	5
1	
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Temp. (°C)					Temp. (°C)				
	Inical					Final				
	24.8					25.0				
Carga máxima (g)	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido					
	1(g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	1(g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>0</sub> (g)	
10.0	10	0.8	-0.3		10.001	0.5	1.0	1.3		
	10	0.8	-0.1		10.001	0.8	0.7	0.8		
	10	0.8	-0.1		10.001	0.6	0.9	1.0		
	10	0.6	-0.1		10.000	0.7	-0.2	-0.1		
	10	0.7	-0.2		10.000	0.8	-0.3	-0.1		

(\*) valor entre 2 y 10 g      Error máximo permitido ± 20 g

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Temp. (°C)								± emp (g)
	Inical				Final				
	25.0				25.0				
Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	1(g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>0</sub> (g)	1(g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>0</sub> (g)	
10.0	10	0.5	0.0						
20.0	20	0.7	-0.2	-0.2	19	0.6	-1.1	-1.1	10
500.0	500	0.8	-0.1	-0.1	500	0.8	-0.3	-0.3	10
2 000.0	2 000	0.5	0.0	0.0	2 000	0.6	-0.1	-0.1	10
5 000.0	5 000	0.8	-0.3	-0.3	5 000	0.7	-0.2	-0.2	10
7 000.0	7 000	0.6	-0.1	-0.1	7 000	0.5	0.0	0.0	20
10 000.0	10 000	0.7	-0.2	-0.2	10 000	0.8	-0.3	-0.3	20
15 000.0	14 999	0.3	-0.8	-0.8	14 999	0.4	-0.9	-0.9	20
20 000.0	19 999	0.2	-0.7	-0.7	19 999	0.3	-0.8	-0.8	20
25 000.0	25 000	0.5	0.0	0.0	24 999	0.4	-0.9	-0.9	30
30 000.0	30 000	0.8	-0.3	-0.3	30 000	0.8	-0.3	-0.3	30

± emp: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 2.32 \times 10^{-4} \times R$$

**Incetidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{3.65 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 2.82 \times 10^{-4} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-05.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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





# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 157 - 2023

Página : 1 de 2

Expediente : 011-2023  
Fecha de emisión : 2023-01-19

1. Solicitante : LM CECONSE E.I.R.L.

Dirección : CAR.FER BELAUNDE TERRY NRO. S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : FORNEY  
Modelo de Copa : NO INDICA  
Serie de Copa : 855

Contómetro : NO INDICA  
Marca de Contómetro : NO INDICA  
Modelo de Contómetro : NO INDICA  
Serie de Contómetro : NO INDICA

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

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, si de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

CAR.FER BELAUNDE TERRY NRO. S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
17 - ENERO - 2023

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.  
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM22 - C - 0234 - 2022	INACAL - DM


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25.5	25.8
Humedad %	67	67

7. Observaciones

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



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

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

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

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



Laboratorio PP

## PUNTO DE PRECISI3N S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LL - 157 - 2023

Página : 2 de 2

### Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE							
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE		
DIMENSIONES	A	B	C	U	K	L	M
DESCRIPCI3N	RADIO DE LA COPA	ESPEJOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la parte del espesor a base	ESPEJOR	LARGO	ANCHO
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
MEDIDA TOMADA	54,55	1,92	26,54	46,63	50,57	150,14	125,27
	54,56	1,90	26,57	46,60	50,58	150,12	125,28
	54,55	1,94	26,56	46,65	50,57	150,13	125,27
	54,56	1,93	26,57	46,63	50,58	150,14	125,29
	54,55	1,92	26,55	46,62	50,58	150,13	125,29
	54,57	1,93	26,56	46,62	50,56	150,13	125,28
PROMEDIO	54,56	1,92	26,56	46,63	52,07	150,13	125,28
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0
ERROR	0,96	-0,08	-0,44	-0,36	2,07	0,13	0,28

FIN DEL DOCUMENTO



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





# PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACI3N

### CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N3 LT-028-2023

P3gina 1 de 5

**Expediente** : 011-2023  
**Fecha de emisi3n** : 2023-01-19

**1. Solicitante** : LM CECONSE E.I.R.L.  
**Direcci3n** : CAR.FER.BELAUNDE.TERRY.NRO.S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

**2. Instrumento de medici3n** : HORNO

**Marca** : ASA INSTRUMENTS  
**Modelo** : STHX-1A  
**N3mero de Serie** : 15118  
**Procedencia** : NO INDICA  
**C3digo de identificaci3n** : NO INDICA

**Tipo de indicador del ind.** : DIGITAL  
**Alcance del indicador** : NO INDICA  
**Resoluci3n del indicador** : 0,1 °C  
**Marca del indicador** : AUTCOMP  
**Modelo del indicador** : TCO  
**Serie del indicador** : NO INDICA

**Tipo de indicador del selec.** : DIGITAL  
**Alcance del Selector** : 0 °C a 300 °C  
**Divisi3n de Escala** : 0,1 °C  
**Clase** : NO INDICA

**Punto de calibraci3n** : 110 °C ± 0,5 °C  
**Fecha de calibraci3n** : 2023-01-17

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medici3n que resulta de multiplicar la incertidumbre estandar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada seg3n la "Guía para la Expresi3n de la incertidumbre en la medici3n". Generalmente, el valor de la magnitud est3 dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son v3lidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecuci3n de una recalibraci3n, la cual est3 en funci3n del uso, conservaci3n y mantenimiento del instrumento de medici3n o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISI3N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretaci3n de los resultados de la calibraci3n aqu3 declarados.

#### 3. M3todo de calibraci3n

La calibraci3n se realiz3 seg3n la PC-015 "Procedimiento de calibraci3n para medidos isotermicos usando s3n como medio conductor".

#### 4. Lugar de calibraci3n

CAR.FER.BELAUNDE.TERRY.NRO.S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N3 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-025-2023

Página 2 de 5

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	28,2	27,8
Humedad relativa (%hr)	70,0	70,0

### 6. Trazabilidad

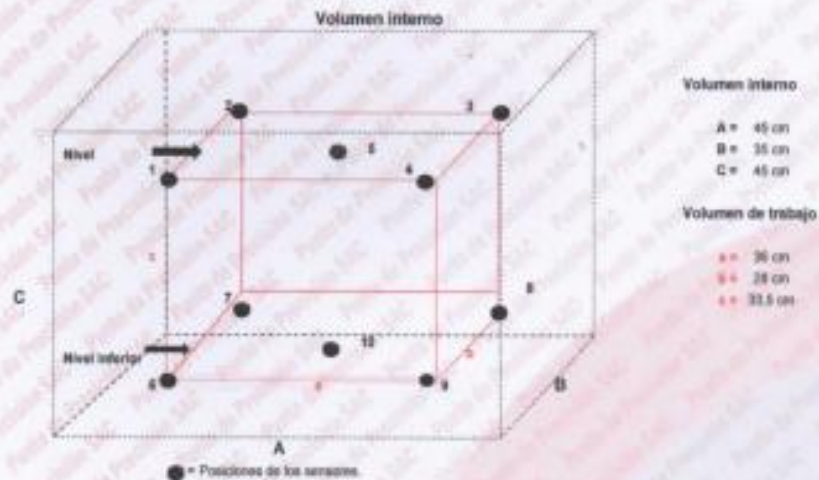
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 serieses termopares tipo K con una incertidumbre en el orden de 0,13 °C a 0,16 °C	0003-TPES-C-2021	PESATEC PERÚ S.A.C.

### 7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherida al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consiste en vacío.
- Se seleccionó el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

### 8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



A, B, C = Dimensiones del volumen interno del equipo.

a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.

Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 7 cm

Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 4,5 cm



Jefe de Laboratorio  
Ing. Dra. Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 162631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106

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

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





# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-025-2023  
Página 3 de 5

### 2. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Tiempo Min:sec	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas consecutivamente vertidas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	110	102.9	104.0	102.1	105.0	106.0	108.2	112.3	115.5	117.7	114.0	108.9	15.8
00:02	110	103.0	104.0	102.1	105.0	106.0	108.4	112.3	115.7	117.7	113.8	108.9	15.6
00:04	110	103.1	103.4	102.3	105.2	105.2	109.4	112.1	115.9	118.7	113.5	108.7	14.4
00:06	110	102.8	103.3	102.4	105.2	105.4	105.2	112.1	115.1	118.0	113.4	108.7	14.4
00:08	110	102.7	103.8	102.1	105.0	105.0	102.2	111.7	115.1	118.8	113.4	108.6	14.7
00:10	110	102.7	103.8	102.1	105.0	105.4	110.4	111.5	115.3	117.4	113.8	108.7	15.3
00:12	110	102.7	103.7	102.4	104.8	105.8	110.2	111.5	115.1	117.4	114.2	108.8	15.0
00:14	110	103.0	104.4	102.4	104.6	105.4	108.8	111.7	115.1	117.6	114.2	108.8	15.2
00:16	110	103.0	104.4	102.7	104.4	105.0	108.8	112.1	114.3	117.6	114.6	108.8	14.8
00:18	110	102.8	104.4	102.7	105.6	105.0	108.8	112.1	114.3	118.0	114.8	108.7	13.0
00:20	110	102.7	103.8	102.8	105.6	105.0	110.4	112.3	114.1	116.0	114.8	108.8	13.3
00:22	110	103.8	103.8	101.8	105.0	105.0	110.4	111.7	114.1	118.4	113.8	108.8	14.6
00:24	110	103.9	103.4	101.8	105.0	105.0	110.8	111.7	114.7	118.4	113.8	108.7	14.8
00:26	110	103.0	103.4	102.2	105.2	105.4	108.8	111.5	114.7	118.4	113.8	108.5	14.2
00:28	110	102.5	104.8	102.2	105.2	105.0	108.8	111.7	115.3	118.0	114.0	108.7	14.4
00:30	110	102.8	104.8	101.8	105.6	105.4	110.8	111.9	115.3	118.0	115.8	108.0	15.2
00:32	110	104.1	104.8	101.8	105.6	105.6	110.6	112.8	115.1	118.8	115.8	108.2	15.2
00:34	110	104.1	103.8	102.8	105.8	105.6	110.6	112.5	115.3	117.4	115.8	108.3	15.4
00:36	110	103.9	103.0	102.0	105.0	105.4	108.8	112.1	115.3	117.4	115.8	108.0	15.4
00:38	110	102.7	103.4	102.7	105.2	105.0	108.8	112.3	114.1	117.4	114.8	108.7	14.7
00:40	110	103.8	103.8	102.7	104.9	105.0	108.6	111.5	113.7	118.0	114.0	108.5	13.8
00:42	110	103.0	103.8	103.1	105.0	105.4	110.8	111.7	113.7	118.0	114.2	108.7	13.8
00:44	110	102.8	103.8	103.1	105.1	105.9	110.6	111.5	114.5	118.4	114.2	108.8	13.6
00:46	110	102.9	104.8	102.2	105.1	105.9	110.8	111.3	115.1	118.4	114.8	108.9	14.2
00:48	110	104.1	104.4	102.2	104.6	106.3	110.8	112.1	114.7	118.8	114.8	108.0	14.8
00:50	110	104.1	104.0	102.4	104.6	106.3	108.4	112.1	114.7	118.8	114.2	108.8	14.4
00:52	110	102.7	103.4	102.4	105.0	106.6	108.6	112.5	115.1	118.8	114.2	108.8	14.4
00:54	110	102.8	103.8	102.0	105.0	106.6	108.2	112.0	115.1	117.4	114.8	108.0	15.4
00:56	110	103.1	103.7	102.1	105.2	105.4	108.2	112.4	114.3	117.4	114.8	108.7	15.3
00:58	110	103.1	103.7	103.8	105.0	105.0	108.0	112.5	114.3	117.6	114.0	108.7	14.5
01:00	110	103.8	103.8	103.1	105.0	105.0	108.2	112.5	113.7	117.4	114.2	108.8	14.2

T. Promedio	103.1	103.9	102.3	105.1	105.5	110.0	112.0	114.8	118.9	114.3	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	104.1	104.8	103.1	105.8	106.6	110.8	112.5	115.9	117.7	115.9	
T. Mínimo	102.5	102.3	101.8	104.4	105.0	108.0	111.3	113.7	116.0	113.4	
DTT	1.6	1.5	1.6	1.4	1.6	1.8	1.2	2.2	1.9	2.4	108.6

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	117.7	0.2
Mínima temperatura registrada durante la calibración	101.6	0.3
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	2.4	0.1
Desviación de temperatura en el espacio (DTTE)	14.6	0.1
Estabilidad (s)	1.20	0.04
Uniformidad	15.6	0.1



Info de Laboratorio  
Ing. Das Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

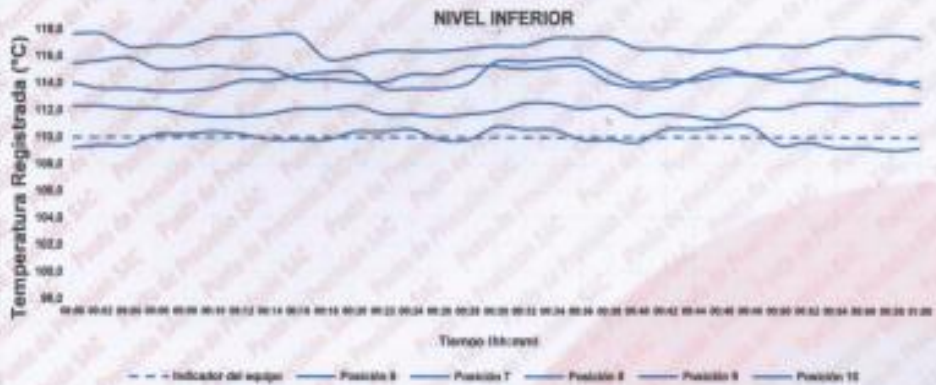
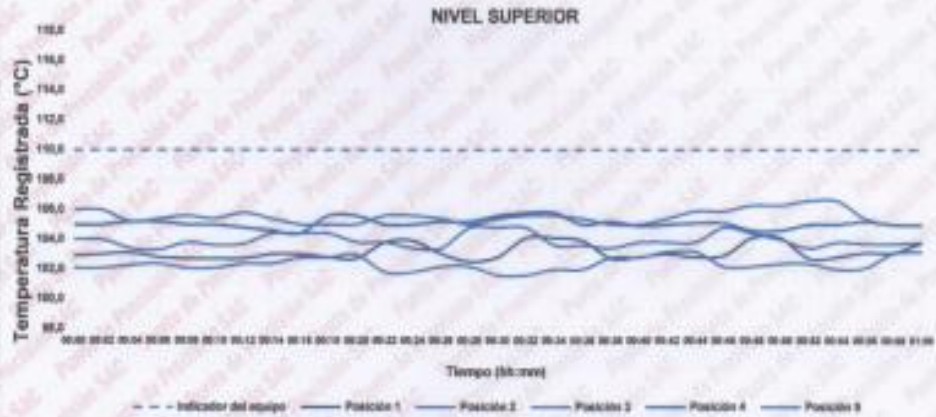
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-028-2023

Página 4 de 5

## 10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Coayza Capcha  
Reg. CIP N° 153831





Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-028-2023

Página 5 de 5


### Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
$\Delta T$	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total.
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total.
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total.
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

---

FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 - Tel. 292-5106

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

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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACI3N

## CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LFP - 035 - 2023

Página : 1 de 2

Expediente : 011-2023  
Fecha de emisi3n : 2023-01-19

1. Solicitante : LM CEGONSE E.I.R.L.

Direcci3n : CAR. FER. BELAUNDE TERRY NRO. S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

El Equipo de medici3n con el modelo y n3mero de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Direcci3n de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripci3n del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : TAMEQUIPOS  
Modelo de Prensa : NO INDICA  
Serie de Prensa : 15001  
C3digo de identificaci3n : NO INDICA

Marca de Celda : NO INDICA  
Modelo de Celda : NO INDICA  
Serie de Celda : NO INDICA  
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIWEIGH  
Modelo de Indicador : X8  
Serie de Indicador : 1412030

Los resultados son v3lidos en el momento y en las condiciones de la calibraci3n. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecuci3n de una recalibraci3n, la cual est3 en funci3n del uso, conservaci3n y mantenimiento del instrumento de medici3n o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisi3n S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretaci3n de los resultados de la calibraci3n aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibraci3n  
CAR. FER. BELAUNDE TERRY NRO. S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
17 - ENERO - 2023

4. M3todo de Calibraci3n  
La Calibraci3n se realiz3 de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA INDICADOR	AEP TRANSDUCERS HIGH WEIGHT	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CAT3LICA DEL PER3

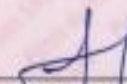
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22.7	22.6
Humedad %	67	66

7. Resultados de la Medici3n  
Los errores de la prensa se encuentran en la p3gina siguiente.

8. Observaciones  
Con fines de identificaci3n se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el n3mero de certificado y fecha de calibraci3n de la empresa PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.



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







Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 035 - 2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	495,90	495,05	0,82	0,99	495,48	0,91	0,17
1000	991,00	991,50	0,90	0,85	991,25	0,88	-0,05
1500	1488,00	1486,00	0,80	0,93	1487,00	0,87	0,13
2000	1981,00	1981,50	0,95	0,93	1981,25	0,95	-0,03
2500	2479,50	2478,00	0,82	0,88	2478,75	0,86	0,06
3000	2972,50	2971,50	0,92	0,95	2972,00	0,94	0,03
3500	3466,00	3468,50	0,97	0,90	3467,25	0,94	-0,07
4000	3957,50	3962,50	0,81	0,94	3965,00	0,88	0,13

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma.

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste  $y = 1,0091x - 0,1483$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

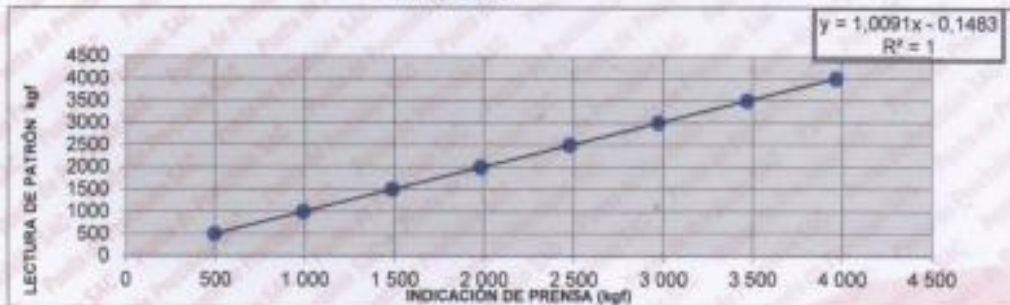
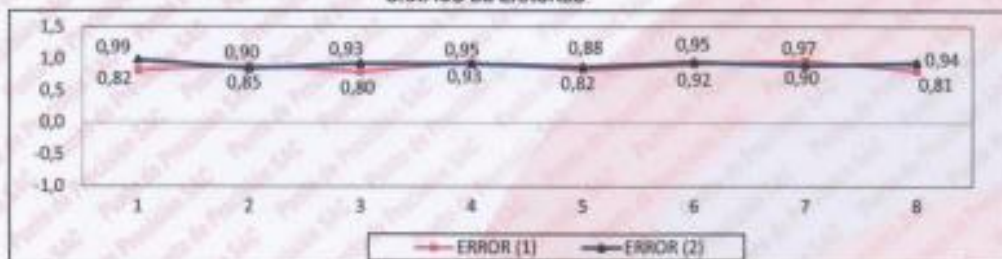


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

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

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

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



**Anexo N° 06. Panel fotográfico**



**Fotografía 1.** Calicata de la muestra control



**Fotografía 2.** Calicata terminada de 1.50 x 1.00



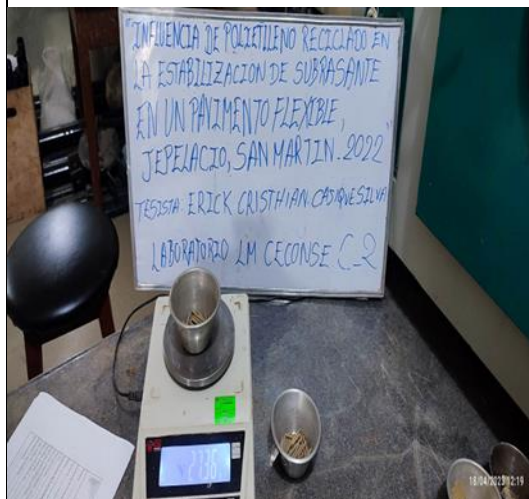
**Fotografía 3.** Vista panorámica de ubicación de la Calicata 01



**Fotografía 4.** Vista panorámica de ubicación de la Calicata 02



**Fotografía 5.** Vista panorámica de ubicación de la Calicata 03.



**Fotografía 6.** Ensayo de limites



**Fotografía 7.** Ensayo Máxima densidad seca.



**Fotografía 8.** Ensayo de granulometría.



**Fotografía 9.** Ensayo de Proctor modificado



**Fotografía 10.** Ensayo de CBR penetración