

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y
CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**“Efecto de la incorporación de PET reciclado y ceniza de palma en
la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga
Ticllas, Ayacucho 2022”**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:
Bach. Angel Antonio ACEVEDO GAMARRA

ASESOR:
Msc. Ing. Saúl Walter RETAMOZO FERNÁNDEZ

AYACUCHO - PERÚ

2023

RESUMEN

El presente estudio de investigación tiene como objetivo principal analizar el efecto de la incorporación de PET reciclado y ceniza de palma en la estabilización de la subrasante arcillosa de la carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho, durante el año 2022. Para lograr este propósito, se empleó una metodología científica basada en un enfoque cuantitativo y un diseño experimental de tipo aplicado. Las pruebas se llevaron a cabo utilizando fichas de laboratorio como instrumento principal. Los resultados obtenidos revelan mejoras significativas en varios aspectos. En cuanto a las cenizas de palma, se encontraron altos contenidos de óxido de calcio (15.2%) y dióxido de silicio (61.2%), lo que sugiere su potencial como material estabilizante. Respecto al índice de plasticidad (I.P.), se observó que el diseño con un 1% de PET y un 6% de ceniza de palma presentó el mejor resultado, con un incremento del 14.00%. En el ensayo de Proctor, el diseño con un 1% de PET y un 6% de ceniza de palma mostró la densidad máxima seca más alta (95%) con un valor de 1.716, y un promedio de humedad óptima de 13.90 g/cm³. Por último, en relación al CBR (California Bearing Ratio), se registró una mejora significativa al adicionar un 1% de PET y un 6% de ceniza de palma al suelo patrón, con incrementos del 7.80% al 95% y del 9.70% al 100%. Estos resultados sugieren que la combinación de PET reciclado y ceniza de palma podría ser una alternativa efectiva y sostenible para mejorar las propiedades de la subrasante arcillosa de la carretera Huamanga Ticllas, lo que podría tener importantes implicaciones en la construcción y mantenimiento de infraestructuras viales en la región de Ayacucho.

Palabras clave: Subrasante, Ceniza de palma, C.B.R.

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de desarrollo sostenible y en busca de soluciones más respetuosas con el medio ambiente, la industria de la construcción ha comenzado a explorar enfoques innovadores para mejorar la eficiencia y la durabilidad de las infraestructuras viales. Uno de los aspectos cruciales en este esfuerzo es la optimización de las capas de sustratos, que juegan un papel fundamental en la integridad estructural de carreteras y pavimentos.

La estabilidad y el rendimiento de una subrasante son elementos esenciales para garantizar la vida útil y la seguridad de las carreteras en diversas condiciones climáticas y de tráfico. En este contexto, surge la pregunta: ¿cómo podemos mejorar las propiedades mecánicas y la resistencia de una subrasante arcillosa, definitivamente definida en términos de estabilidad?

Este estudio se enfoca en abordar este interrogante específico mediante la investigación y evaluación del efecto de la incorporación de dos materiales innovadores: el polietileno tereftalato (PET) reciclado y la Ceniza de palma. La combinación de estos materiales con la subrasante arcillosa en la carretera Ticllas Ayacucho, ubicada en la Provincia de Huamanga, Región Ayacucho, representa un paso significativo hacia la búsqueda de soluciones más sostenibles y eficientes en el campo de la ingeniería vial.

A lo largo de esta investigación, se analizará en detalle el proceso de incorporación de PET y Ceniza de Palma en la subrasante arcillosa, examinando su influencia en las propiedades mecánicas, la resistencia al desgaste y la durabilidad. Los resultados obtenidos obtuvieron una visión más completa de los beneficios y desafíos asociados con la utilización de estos materiales en la mejora de la subrasante de carreteras, y mostrarán información valiosa para futuros proyectos de construcción y desarrollo vial.

DEDICATORIA

Al Señor Jesucristo, por su bendito amor porque el Señor da la sabiduría, y de su boca viene el conocimiento y el entendimiento, para hacer realidad nuestras metas trazadas, a mis hermanas Martha y katia por ese amor incondicional y en especial a mi hija Sophia por ser la motivación, por su comprensión y confianza.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento a YAHWEH JIREH por su inagotable amor y lealtad hacia mí. También quiero reconocer a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por su valioso respaldo y por brindarme una sólida formación profesional. Mi reconocimiento especial va dirigido a los distinguidos docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil, quienes generosamente compartieron sus conocimientos y experiencias profesionales conmigo.

Agradezco sinceramente al Msc. Ing. Saúl Walder RETAMOSO FERNANDEZ, mi asesor profesional, por su constante disposición para responder a todas mis inquietudes a lo largo del proceso de elaboración de esta tesis. También quiero expresar mi gratitud hacia los miembros del jurado de tesis, MSc. Ing. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO y Msc. Ing. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANI, por sus valiosas recomendaciones y su colaboración fundamental para la conclusión de este estudio.

Quisiera dedicar un especial reconocimiento a mis queridas hermanas Martha y Katia, cuyo apoyo incondicional ha sido vital para superar los desafíos de la vida. No puedo pasar por alto a mi hija sobrina, Sophia Alessandra, quien es la razón de mi existencia. También agradezco profundamente al amigo Ing. Miguel Soto Juscamayta por su constante e incomparable respaldo.

Índice general

RESUMEN	ii
INTRODUCCIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
Índice general.....	vi
Índice figuras	ix
Índice de cuadros o tablas	x
Glosario.....	xi
Acrónimos.....	xiii
Capítulo I	14
Planteamiento del problema.....	14
1.1. Descripción del problema.....	14
1.2. Delimitación del problema.....	15
1.2.1. Espacial (geográfica).	15
1.2.2. Temporal.....	15
1.2.3. Temática y unidad de análisis.....	16
1.3. Formulación del problema	16
1.3.1. Problema general	16
1.3.2. Problemas específicos.....	16
1.4. Justificación e importancia.....	17
1.5. Limitaciones de la investigación	18
1.6. Objetivos	18
1.6.1. Objetivo general	18
1.6.2. Objetivos específicos	18
CAPITULO II	20
MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes del problema	20
2.1.1 Antecedentes internacionales	20
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	23
2.2. Bases teóricas	26
2.2.1. Estabilidad de suelos	26

2.2.1.1.	Estabilidad volumétrica	26
2.2.1.2.	Resistencia	27
2.2.1.3.	Permeabilidad	27
2.2.1.4.	Durabilidad	28
2.2.1.5.	Compresibilidad.....	29
2.2.2.	Métodos de estabilización de suelos.....	29
2.2.2.1.	Estabilización mecánica.....	30
2.2.2.2.	Estabilización se suelos con cemento	33
2.2.3.	Propiedades físico – químicas de las arcillas.....	35
2.2.4.	Resistencia de las arcillas al esfuerzo cortante:.....	36
2.2.5.	Propiedades Químicas De Las Arcillas	37
2.2.6.	Clasificación de las acillas.....	37
2.2.7.	Ensayo de CBR.....	38
2.2.8.	Clasificación de suelos	40
2.2.9.	Humedad Natural.....	40
2.2.10.	Granulometría.....	41
2.2.11.	Propiedades físicas del suelo	42
2.2.12.	Plasticidad.....	42
2.2.13.	Límites de Atterberg.....	43
2.3.	Marco conceptual	44
CAPITULO III.....		46
METODO DE LA INVESTIGACION.....		46
3.1.	Enfoque	46
3.2.	Alcance.....	47
3.3.	Diseño de la investigación.....	47
3.4.	Población y muestra	48
3.5.	Hipótesis.....	49
3.5.1.	Hipótesis general	49
3.5.2.	Hipótesis especifica	49
3.6.	Operacionalización de variables, definición conceptual y operacional	51
3.7.	Técnicas e instrumentos	52
3.8.	Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información.	54
3.9.	Desarrollo del trabajo de tesis	54

CAPITULO IV.....	67
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
4.1. Resultados	67
4.1.1 Presentación de los resultados de los diferentes ensayos de laboratorio e in situ.	67
4.1.1.1. Evaluación de las propiedades químicas de la Ceniza de palma	67
4.1.1.2. Incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en el índice de plasticidad	68
4.1.1.3. Incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la máxima densidad seca y humedad optima.	69
4.1.1.4. Incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la resistencia de la subrasante	73
4.2. Discusión de resultados	76
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS	87
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	87
Anexo 2: Resultados de los ensayos	88
Anexo 3: Certificados de calibración	131
Anexo 4: Panel fotográfico	138

Índice figuras

Figura 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	55
Figura 2: Reconocimiento de la calicata de estudio	56
Figura 3: Reconocimiento estratigráfico del suelo en estudio.....	57
Figura 4: Muestreo en laboratorio	58
Figura 5: Clasificación del suelo	59
Figura 6: Tamizado de las muestras para clasificación granulométrica	60
Figura 7: Pesaje de las muestras para clasificación granulométrica.....	60
Figura 8: Ensayo de limite liquido	62
Figura 9: Ensayo de Proctor modificado	64
Figura 10: Ensayo C.B.R.....	66
Figura 11: Valores obtenidos del ensayo del índice de plasticidad con la adición de PET 1% + 3%,6% y 9% de Ceniza de Palma en el KM 1+500.....	68
Figura 12: Valores obtenidos del ensayo del índice de Proctor Modificado (Patrón) en el KM 1+500	70
Figura 13: Valores obtenidos del ensayo del índice de Proctor Modificado con la adición de PET 1% + 3% de Ceniza de Palma en el KM 1+500.....	71
Figura 14: Valores obtenidos del ensayo del índice de Proctor Modificado con la adición de PET 1% + ,6% de Ceniza de Palma en el KM 1+500.....	71
Figura 15: Valores obtenidos del ensayo del índice de Proctor Modificado con la adición de PET 1% + 9% de Ceniza de Palma en el KM 1+500.....	72
Figura 16: Valores obtenidos del ensayo CBR (Patrón) en el KM 1+500	74
Figura 17: Valores obtenidos del ensayo CBR con la adición de PET 1% + 3%, de Ceniza de Palma en el KM 1+500	74
Figura 18: Valores obtenidos del ensayo del CBR con la adición de PET 1% + 6% de Ceniza de Palma en el KM 1+500	75
Figura 19: Valores obtenidos del ensayo CBR con la adición de PET 1% + 9% de Ceniza de Palma en el KM 1+500	75

Índice de cuadros o tablas

Tabla 1: Correlación entre N y la resistencia a corte de suelos cohesivos	35
Tabla 2: Plasticidad en función del límite líquido	36
Tabla 3: Tratamientos control / con adición	48
Tabla 4: Resultados del análisis químico de la Ceniza de Palma.	67
Tabla 5: Resumen del resultado de índice de plasticidad	68
Tabla 6: Resumen del resultado de Proctor modificado	70
Tabla 7: Obtenidos del ensayo CBR (Patrón) con la adición de PET 1% + 3%, 6% y 9% de Ceniza de Palma en el KM 1+500	73

Glosario

Efecto de la Incorporación: Resultado o cambio producido por la reducción de un material o sustancia en un sistema específico, en este caso, el impacto de añadir PET y Ceniza de palma en la subrasante arcillosa.

PET (Polietileno Tereftalato): Un tipo de plástico termoplástico ampliamente utilizado en envases de bebidas y otros productos. En este contexto, se refiere a la incorporación de PET reciclado como aditivo en el proceso de garantía.

Ceniza de Palma: Residuo obtenido de la quema de restos de palma u otras plantas. En el estudio, se explora cómo la Ceniza de palma puede afectar las propiedades de la subrasante arcillosa.

Estabilización: Proceso mediante el cual se mejoran las propiedades de un material, como su resistencia y durabilidad, al añadir sustancias para hacerlo más adecuado para un propósito específico, en este caso, la mejora de la subrasante arcillosa.

Subrasante Arcillosa: Capa inferior de un pavimento o carretera compuesta principalmente por arcilla. En este contexto, se investiga cómo la incorporación de PET y Ceniza de palma influye en la estabilidad de esta capa.

Carretera Ticllas Ayacucho: Se refiere a la carretera ubicada en la provincia de Huamanga, en la región de Ayacucho, donde se lleva a cabo el estudio sobre la incorporación de PET Ceniza y de palma.

Provincia de Huamanga: Una subdivisión administrativa en la región de Ayacucho, Perú, donde se encuentra la carretera Ticllas Ayacucho.

Región Ayacucho: Una división geográfica y administrativa en Perú, donde se lleva a cabo el estudio en la carretera Ticllas Ayacucho.

Reciclado: Proceso de convertir materiales de diseño en nuevos productos o materias primas, en este caso, PET reciclado utilizado como aditivo.

Propiedades Mecánicas: Características físicas y de resistencia de un material, como su capacidad para soportar cargas, desgaste y deformación.

Durabilidad: Capacidad de un material para resistir el desgaste, la degradación y el deterioro a lo largo del tiempo.

Mezcla Asfáltica: Combinación de agregados pétreos y ligante asfáltico utilizado en la construcción de carreteras y pavimentos.

Capa Inferior: Capa más cercana al suelo en una estructura de pavimento o carretera.

Análisis de resultados: Proceso de evaluación y examen de los datos obtenidos de una investigación para comprender las indicaciones y conclusiones.

Condiciones Climáticas: Factores relacionados con el clima, como temperatura, humedad y precipitación, que pueden afectar las propiedades de los materiales en una carretera.

Gestión Ambiental: Prácticas y medidas para minimizar el impacto de las actividades humanas, como la incorporación de materiales reciclados en proyectos ambientales de construcción.

Ingeniería Vial: Disciplina que se ocupa del diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras viales, como carreteras y caminos.

Acrónimos

PET: Polietileno Tereftalato

SBC: Subrasante de Baja Capacidad Portante

CBR: relación de carga de California

PCM: Material de cambio de fase

ICP: Índice de Cambio de Plasticidad

ASTM: Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales

MIR: Módulo de Resistencia

LL : Limite Líquido

LP : Limite Plástico

Capítulo I

Planteamiento del problema

1.1. Descripción del problema

En la escala global actual, las empresas utilizan los residuos naturales de plantas o frutas, que son grandes desechos, como materia prima en diversos procesos. En el caso de la palma aceitera, que es un recurso reciclable y renovable, se somete a un proceso de transformación donde los restos fibrosos se convierten en Ceniza a través de un procedimiento de lavado y decantación. Esto ha impulsado la investigación para examinar las propiedades físicas y mecánicas de un suelo que ha sido mejorado al añadir Cenizas de palma junto con cemento Portland. Cuando entra en contacto con el agua y adquiere resistencia, esta combinación se transforma en un elemento extra con la capacidad de otorgar una mayor rigidez que la que tendrían las Cenizas por sí solas. En esencia, este método tiene como objetivo establecer un soporte firme que garantice la estabilidad de los vehículos (Bonilla, Jiménez y Paramo, 2019, página 18).

A nivel nacional, las vías de comunicación que conectan ciudades cercanas presentan una notable falta de mantenimiento y mejoras a lo largo de su vida útil. Esta situación afecta especialmente a las carreteras con suelos arcillosos, que sufren un deterioro considerable durante las épocas de lluvia. En estas circunstancias, se forman baches y deformaciones en la superficie que pueden dar lugar a accidentes e incluso resultar en la pérdida de vidas humanas. Para abordar este problema, se busca una solución mediante la utilización de cemento Portland tipo I y el aditivo Con-Aid para mejorar los suelos. El cemento tiene la propiedad de absorber agua, aunque en menor medida que el aditivo Con-Aid. Esta elección beneficia a los habitantes que dependen de estas vías para desplazarse hacia sus hogares, lugares de trabajo o como visitantes en la región (Ventura y Alarcón, 2018, p. 18).

En el contexto local, se identifica un tramo específico denominado San Juan de Orccohuasi - Virgen Asunción de Chaca Puquio, ubicado en el distrito de San José de Ticllas. Para llevar a cabo la investigación en cuestión, se ha seleccionado el segmento que se extiende desde el kilómetro 11+400 hasta el kilómetro 14+400 de esta vía. El objetivo principal es proporcionar una alternativa para abordar los problemas presentes en esta ruta de comunicación. Durante la evaluación, se ha constatado que la sección en estudio enfrenta deformaciones e inestabilidad en su capa inferior. Con el propósito de mejorar la subrasante de esta vía, se plantea la utilización de materiales reciclados, en particular el triturado proveniente de botellas de plástico reciclado y la Ceniza resultante de la palma aceitera. Esta estrategia busca optimizar las condiciones de la capa inferior en la carretera en análisis.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial (geográfica).

La ubicación geográfica del proyecto sugerido se sitúa en el departamento de Ayacucho, más precisamente en la provincia de Huamanga, en la Ciudad de Ayacucho. Concretamente, se encuentra en el distrito de San José de Ticllas.

1.2.2. Temporal.

La presente exploración se obtuvo datos que serán considerados para la realización del trabajo de investigación de las cuales permitirá enmarcar la característica dentro del periodo 2022 considerando únicamente la temática de trabajo asociadas con efecto de la incorporación de PET y Ceniza de Palma en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera ticllas Ayacucho, provincia de huamanga, región Ayacucho, 2022.

1.2.3. Temática y unidad de análisis.

Temática

La presente investigación tiene por enfoque fundamental estudiar los efectos estabilizadores del PET y la Ceniza de Palma.

Unidad de análisis

Muestras de suelo del tramo San Juan de Orccohuasi – Virgen Asunción de Chaca Puquio en km 11+400 al km 14+400.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la incorporación de PET reciclado y Ceniza de Palma en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022?

1.3.2. Problemas específicos

- ❖ ¿Cuáles son las propiedades químicas de la Ceniza de Palma para contribuir en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022?
- ❖ ¿Como influye la incorporación de PET reciclado y Ceniza de Palma en el índice de plasticidad del suelo de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022?
- ❖ ¿Como influye la incorporación de PET reciclado y Ceniza de Palma en la máxima densidad seca y humedad optima del suelo de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022?

- ❖ ¿Como influye la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la resistencia de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022?

1.4. Justificación e importancia

Justificación teórica

Mediante la presente investigación, se busca establecer una relación adecuada entre la Ceniza de palma y el plástico PET reciclado. Esta relación se perfila como una solución efectiva para la estabilización de suelos arcillosos. Dicho enfoque se basa en la revisión de investigaciones previas relacionadas con este tema, lo que nos permitirá delinear con mayor precisión nuestros objetivos y los resultados esperados.

Justificación práctica

La justificación práctica de emplear botellas de plástico reciclado reside en la reducción de la contaminación ambiental que dicho plástico genera. Al utilizar este material resistente en conjunto con la Ceniza de palma, se logra mejorar la subrasante arcillosa en el área de estudio. Este enfoque resulta beneficioso tanto para el entorno ambiental, al reducir la acumulación de plástico no degradado, como para la mejora de la calidad de la vía al fortalecer la subrasante.

Justificación metodológica

Dentro de la fundamentación metodológica, el estudio se fundamenta en enfoques ya definidos para llevar a cabo la estabilización de suelos. Estos métodos han servido como punto de referencia para desarrollar una propuesta innovadora, que consiste en emplear residuos reciclados provenientes del entorno natural. Esta propuesta se combina con el uso de cemento Portland tipo I, con el propósito de lograr la estabilización del suelo en cuestión. La intención es

adaptar y ampliar enfoques ya existentes para crear una estrategia que aproveche materiales reciclados en beneficio de la mejora del suelo.

Importancia

La importancia de esta investigación radica en que contribuirá de manera significativa en el control y mejoramiento de suelos a nivel de subrasante en la localidad de Ticllas en Ayacucho, haciendo uso de los parámetros de carretera, considerando los requerimientos establecidos por las entidades que supervisan la calidad de los suelos con fines de vías de tránsito. Asimismo, servirá como referencia para otros proyectos semejantes.

1.5. Limitaciones de la investigación

Esta investigación se limita a establecer los efectos asociadas con la estabilización de la subrasante arcillosa en la carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022 con la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Conocer cuál es el efecto de la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.

1.6.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar cuáles son las propiedades químicas de la Ceniza de palma para contribuir en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.

- ❖ Determinar el efecto de la adición de PET reciclado y Ceniza de palma en el índice de plasticidad de la capa de suelo en la subrasante arcillosa de la carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.
- ❖ Explorar el impacto de añadir PET reciclado y Ceniza de palma en la máxima densidad seca y la humedad óptima del suelo en la subrasante arcillosa de la carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.
- ❖ Evaluar el efecto de la inclusión de PET reciclado y Ceniza de palma en la resistencia de la subrasante arcillosa de la carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes internacionales

MÁRQUEZ (2019) tiene como objetivo principal reforzar las propiedades inadecuadas de un suelo con presencia de arcilla, mediante la incorporación de Tereftalato de polietileno (PET) para aumentar su rigidez en la localidad de Piura. La metodología empleada en la investigación es de tipo cuantitativo, utilizando un diseño experimental que combina muestras directas de suelo con botellas de plástico procesado. Se evaluaron las reacciones resultantes de los ensayos con la combinación de PET y suelo, lo que implica un enfoque de investigación interpretativo. El nivel de investigación se estableció como descriptivo y experimental. La población de estudio abarcó todos los suelos del distrito La Encantada, y se tomaron como puntos de análisis las vías con características arcillosas. Los instrumentos utilizados incluyeron fichas de observación, así como fichas estandarizadas de ensayo. Los resultados de la muestra M-2 revelaron un incremento en el Índice de Resistencia California (CBR) del 4.9% al 11.30%, aunque no se observaron cambios significativos en otras propiedades. Las conclusiones de la investigación indican que la dosificación óptima del 6% de Tereftalato de polietileno procesado logra aumentar el CBR del suelo.

GOÑAS y SALDAÑA (2020) llevaron a cabo un estudio con el propósito de evaluar cómo los productos derivados de la combustión del carbón, conocidos como Cenizas de carbón, pueden mejorar las propiedades mecánicas del terreno. La investigación se estructuró con un diseño

experimental y se enfocó en la población de Chachapoyas. Para esto, se recolectaron muestras de suelo de las calles 8 y 9 de Las Lomas. Los instrumentos empleados para la investigación fueron fichas técnicas de ensayos de laboratorio.

Los resultados revelaron que al añadir un porcentaje del 15%, 20% y 25% de Cenizas de carbón, el Índice de Resistencia California (CBR) aumentó para el tipo de suelo CH (arcilloso) y OH (orgánico). En el caso del suelo CH, los CBR resultantes fueron 2.3%, 2.9% y 3.5%, mientras que para el suelo OH los valores obtenidos fueron 2.6%, 3.0% y 3.7%.

En conclusión, las Cenizas de carbón tuvieron un efecto positivo en el incremento del CBR para los tipos de suelos CH y OH. Sin embargo, a pesar de esta mejora, no fue suficiente para lograr la estabilización requerida según los estándares del manual de carreteras, lo que significa que estos suelos tratados no pueden ser utilizados como subrasante mejorada.

En el artículo científico titulado "Upgradation of geotechnical parameters by waste plastic admixture in soil" (RAGHU, P. et al, 2014), el enfoque principal consiste en emplear residuos de plástico en suelos de baja calidad con el propósito de mejorar las propiedades geotécnicas de dichos suelos. A través de investigaciones, se ha observado que las fibras de plástico presentan similitudes con las raíces de árboles y vegetación, lo que las convierte en elementos efectivos para incrementar la estabilidad de pendientes naturales. La incorporación de desechos plásticos en forma de tiras o fibras contribuye a mejorar la textura y resistencia del suelo, especialmente en aspectos como compresibilidad, capacidad de absorción de energía, resistencia al corte y el Índice de Resistencia California (CBR). Este añadido de plástico también tiene un impacto beneficioso en el comportamiento del suelo. En resumen, el estudio demuestra que la utilización de tiras de plástico o fragmentos derivados de botellas plásticas refuerza la capacidad de absorción de energía y la resistencia ante la presión de confinamiento en el suelo.

Luna y Bejarano (2020) llevaron a cabo una investigación con el objetivo general de evaluar las modificaciones en las propiedades físicas y mecánicas de un suelo con características arcillosas al mezclarlo con fibras PET en comparación con el suelo natural. La metodología empleada se basó en un enfoque cuantitativo experimental de tipo aplicado, utilizando ensayos físico-mecánicos. La muestra de estudio consistió en suelo arcilloso proveniente del municipio de Tocaima, Cundinamarca. En los resultados obtenidos, se observó que el índice de plasticidad del suelo alcanzó un valor de 12.96%. Al interpretar los resultados del ensayo Proctor, se determinó que la densidad seca era de 2.230 gr/cm³ en relación a la humedad óptima de 8.67%. Las conclusiones de la investigación señalaron que el suelo arcilloso experimentó mejoras tanto en sus características físicas como en las mecánicas. Utilizando una muestra de 3 kg, la adición de un 2.5% de microfibras de PET generó un incremento positivo del Índice de Resistencia California (CBR) del 9% en comparación con el valor inicial. Esto sugiere que el suelo arcilloso pudo ser mejorado mediante la incorporación de microfibras de PET en el estudio.

En el artículo científico titulado "Recycling of polyethylene terephthalate (PET) plastic bottle wastes in bituminous asphaltic concrete" (Olatunbosun, A. et al, 2016), el objetivo principal consiste en evaluar los impactos del reciclaje de residuos de botellas de plástico PET, generados en el norte de Nigeria, cuando se incorporan en el concreto asfáltico bituminoso (BAC) utilizado en la construcción de pavimentos flexibles. El diseño de la mezcla del BAC involucra la utilización de concreto asfáltico con un grado de penetración 60/70 (5%), que contiene un 68% de agregado grueso, un 6% de agregado fino y un 21% de material de relleno mediante un proceso en seco a 170°C. Se determinó que el contenido óptimo de betún (OBC) para el BAC convencional es del 4% en peso de los agregados totales y la carga. El BAC modificado con agregado recubierto de polímero (PCA) parece ser más beneficioso, ya que permite el uso de una

mayor cantidad de residuos plásticos con un contenido óptimo (OPC) superior al 16.7% en peso de los agregados totales y el material de relleno, en comparación con el 9% en peso de OBC logrado por el BAC modificado con polímeros modificados con polímero (PMB-BAC). Tanto el BAC modificado con PMB como el modificado con PCA demostraron un aumento en el espacio de aire, el espacio vacío en el agregado mineral y la estabilidad de Marshall en los resultados obtenidos.

2.1.2 Antecedentes nacionales

En su tesis titulada "Efecto de la estabilización de suelos finos con tereftalato de polietileno como material de refuerzo en la estructura de pavimentos flexibles del distrito de Puno" (Zenteno Sidney, 2018), perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano en Puno, el autor tiene como objetivo central examinar los impactos de la estabilización de suelos finos mediante la inclusión de tereftalato de polietileno como agente de fortalecimiento. Para alcanzar este propósito, se mezclan diferentes proporciones (2%, 4%, 6%, 8% y 10% en peso) de los estabilizadores en relación al peso seco del suelo. Estas combinaciones están siendo estudiadas con la finalidad de desarrollar estructuras para pavimentos flexibles en concordancia con las regulaciones actuales de Perú. El procedimiento de investigación implica la obtención de muestras de suelo fino de canteras situadas en la región, provincia y distrito de Salcedo en Puno. Una vez recolectadas las muestras, estas son trasladadas al laboratorio de suelos de la Universidad del Altiplano para ser sometidas a análisis conforme a los estándares establecidos en Perú. Este análisis posibilitará la evaluación de las propiedades y características del suelo, además de los efectos de la estabilización con tereftalato de polietileno en la estructura de los pavimentos flexibles en el distrito de Puno.

En la conclusión del estudio, se determinó que, en condiciones normales, es decir, sin la adición de tereftalato de polietileno, el suelo fino en estudio tenía una capacidad de carga del 28.91%. Sin embargo, al incorporar tereftalato de polietileno en diferentes proporciones (2%, 4%, 6%, 8% y 10%), se lograron los siguientes valores de Índice de Resistencia California (CBR), expresados como porcentaje de la densidad seca máxima:

2% de tereftalato de polietileno: CBR 50.65%

4% de tereftalato de polietileno: CBR 20.39%

6% de tereftalato de polietileno: CBR 19.29%

8% de tereftalato de polietileno: CBR 18.38%

10% de tereftalato de polietileno: CBR 17.36%

Estos resultados indican que la adición de tereftalato de polietileno tuvo un impacto significativo en la mejora de la capacidad de carga del suelo fino, medida a través del CBR. Los porcentajes más bajos de adición tuvieron un efecto más notable en la mejora del CBR, con el valor más alto registrado en el caso de la adición del 2% de tereftalato de polietileno. Estos hallazgos sugieren que la inclusión de tereftalato de polietileno puede ser efectiva para reforzar la capacidad de carga del suelo en la formación de pavimentos flexibles según las regulaciones peruanas.

En resumen, los resultados permiten concluir que la adición de porcentajes más bajos de tereftalato de polietileno (PET) tiene un efecto sustancial en la mejora de la capacidad de soporte de tensión de corte (CBR). Esto lo convierte en un material adecuado para su uso en capas subrasantes y subbases en la construcción de pavimentos flexibles. La incorporación de PET a niveles más bajos mostró un incremento considerable en el CBR, indicando que este enfoque

puede contribuir positivamente a la resistencia y estabilidad del suelo, lo cual es esencial para la funcionalidad duradera de las estructuras viales flexibles.

(Gil Erick y Nuñez Ingrid, 2018), proveniente de la Universidad Nacional de Trujillo en Perú, los autores se proponen como objetivo principal mejorar la resistencia, cohesión y ángulo de fricción interna de la arcilla plástica de alta plasticidad, con el fin de elevar el nivel de seguridad relacionado con la estabilidad de los taludes. La incorporación de fibras PET se realiza de manera aleatoria y se distribuye uniformemente dentro del suelo seleccionado. El proceso de adición de fibras se realiza de la siguiente manera: utilizando fibras de 20 mm de longitud, lo que corresponde a porcentajes de 0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2% y 1.5% en peso del suelo seco, respectivamente. Para evaluar su comportamiento físico-mecánico, se crearon un total de 54 muestras cilíndricas. Los resultados de los ensayos demostraron que la inclusión de fibras PET en el suelo arcilloso mejora la resistencia del suelo en un 49.45%, la cohesión en un 22.28% y el ángulo de fricción en un 72.73%. Además, mediante el método de Bishop, se confirmó que al introducir fibras PET, el factor de seguridad debe mantenerse en un intervalo entre 3.27% y 24.64%. En conclusión, se determinó que el porcentaje óptimo de adición es del 0.6% de fibras PET.

(Flores Paola, 2019), originaria de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo en Chiclayo, Perú, la autora tiene como objetivo principal analizar el impacto de introducir fibras de PET obtenidas del reciclaje de botellas de agua y refrescos en las subrasantes del suelo. Específicamente, se busca evaluar las características físicas y mecánicas de los suelos arcillosos. Para lograr esta meta, se llevará a cabo una variante de la prueba Proctor tanto en el suelo natural como en la mezcla de suelo con fibras de PET. Se considerarán diversos porcentajes y longitudes de fibras. Durante la ejecución de la prueba Proctor modificada, será posible observar una

reducción en dos dosis, lo que resultará en incrementos de la máxima densidad seca del suelo. Se identificó que al añadir fibras con una longitud de 1" y una dosificación de 1.15% de fibra, se logró un aumento del 9.60% en la densidad del suelo. Por otro lado, la segunda dosificación de 1.25% solo generó un aumento del 8.69% en la densidad. Estos hallazgos indican que la inclusión de fibras de PET podría mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos, lo que potencialmente traería beneficios para el área de estacionamientos de la clínica USAT.

Completando el análisis de las dos dosificaciones mediante la prueba CBR, se observa que una dosificación de 1.15% de fibras de PET produce resultados favorables en términos de la expansión de la mezcla y el incremento del valor del Índice de Resistencia California (CBR). En concreto, se registró un aumento del 1.02% en el valor del CBR, alcanzando un valor de 4.21. La densidad seca máxima correspondiente a esta dosificación fue del 95% y 100%.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Estabilidad de suelos

2.2.1.1. Estabilidad volumétrica

De acuerdo a Rico y Del Castillo (1997, p.494), la expresión se refiere en su mayoría a los desafíos vinculados a suelos expansivos, los cuales experimentan alteraciones en su contenido de humedad debido a variaciones estacionales o a intervenciones por parte de ingenieros. La estabilización brinda una alternativa para abordar estos problemas en lugar de recurrir a métodos tradicionales como cargas, capas permeables o aportes de agua, los cuales se han discutido en otras partes de esta obra. El concepto de estabilización conlleva transformar la masa de arcilla expansiva en una estructura más sólida o en partículas granuladas, en las cuales las partículas están unidas por vínculos lo suficientemente resistentes como para contrarrestar las presiones internas de expansión. Este propósito se logra por medio de tratamientos químicos o térmicos. La

elección entre estas dos aproximaciones depende en gran medida de consideraciones económicas. Se ha demostrado que los tratamientos químicos son particularmente efectivos para tratar arcillas ubicadas cerca de la superficie del terreno, mientras que los tratamientos térmicos suelen emplearse con mayor frecuencia en arcillas más profundas.

2.2.1.2. Resistencia

Según Rico y Del Castillo (1997, p.494), La compactación tiene como uno de sus objetivos principales mejorar la resistencia del suelo. No obstante, es importante señalar que el aumento en la intensidad de la compactación no siempre resulta en un incremento proporcional en la resistencia del suelo. Esto es especialmente cierto si se tiene en cuenta la necesidad de mantener este parámetro en niveles razonables a lo largo de un período prolongado. A continuación, se presentan algunas de las formas más comunes de estabilización que se emplean para mejorar la resistencia del suelo:

- Compactación
- Vibroflotación
- Precarga
- Drenaje
- Estabilización mecánica con mezcla de otros suelos
- Estabilización química con cemento, cal o aditivos líquidos.

2.2.1.3. Permeabilidad

La permeabilidad, según Braja M. Das (2007, p. 83), es afectada por múltiples factores, entre los cuales se encuentran la viscosidad del fluido, la distribución del tamaño de los poros, la distribución granulométrica, la relación de vacíos, la aspereza de las partículas minerales y el

nivel de saturación del suelo. En suelos arcillosos, la estructura del suelo juega un papel crucial en la permeabilidad. Elementos adicionales de importancia que influyen en la permeabilidad de los suelos arcillosos incluyen la concentración iónica y el grosor de las capas de agua que se adhieren a las partículas de arcilla. De acuerdo a Rico y Del Castillo (1997, p.495), modificar la permeabilidad de formaciones de suelo no suele ser una tarea compleja, ya que se pueden emplear técnicas como la compactación, la inyección, entre otras. En suelos arcillosos, la introducción de agentes defloculantes (por ejemplo, polifosfatos) puede tener un efecto significativo en la reducción de la permeabilidad. Por otra parte, el uso de agentes floculantes (como el hidróxido de cal o el yeso) puede aumentar el valor de la permeabilidad. En la actualidad, existen ciertas sustancias que, cuando se incorporan al suelo en forma de emulsión, pueden reducir drásticamente su permeabilidad. No obstante, es crucial analizar con detenimiento la utilización de estas sustancias, ya que en algunos casos podrían tener impactos negativos en la resistencia a la deformación cortante de los suelos.

2.2.1.4. Durabilidad

De acuerdo con Rico y Del Castillo (1997, p.495), el concepto de durabilidad en el contexto de vías terrestres suele abarcar aquellos factores que se relacionan con la capacidad de resistir el impacto del clima adverso, la erosión y la abrasión causada por el tráfico vehicular. En este sentido, los problemas de durabilidad en carreteras suelen estar estrechamente relacionados con los suelos que se encuentran en las proximidades de la superficie de rodadura. Es importante señalar que estos problemas de durabilidad pueden afectar tanto a los suelos naturales como a los suelos que han sido estabilizados. Sin embargo, en el caso de los suelos estabilizados, los comportamientos más problemáticos suelen derivarse de diseños inadecuados, como la elección incorrecta del agente estabilizador o el uso inapropiado del mismo. Un ejemplo de esto es la

conocida susceptibilidad de los suelos arcillosos estabilizados con cemento a la presencia de sulfatos, lo que puede resultar en serios problemas de durabilidad si no se tiene en cuenta en el diseño y construcción de la vía.

2.2.1.5. Compresibilidad

Mathew Cusak (1989, p. 429) expone en su estudio sobre la consolidación del suelo que es posible concebir al suelo como un entramado compresible constituido por partículas minerales, que en sí mismas son inalterables en volumen. Si además se parte del supuesto de que el suelo permanece completamente saturado durante todo el proceso de consolidación, es factible afirmar que la disminución de volumen que ocurre equivale al volumen de agua que se desplaza hacia fuera. Esta magnitud desplazada se evidencia a través de la alteración en la relación de vacíos del suelo.

2.2.2. Métodos de estabilización de suelos

Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) de 2008, en la página 118, se establece que la capacidad portante o Índice de Resistencia California (CBR) de los materiales utilizados en las capas de subrasante y afirmado debe cumplir con valores mínimos específicos.

En consecuencia, si los materiales que van a ser empleados en la construcción de la carretera no cumplen con las características generales previamente mencionadas, será necesario realizar la estabilización adecuada del suelo.

La estabilización de un suelo es un procedimiento que busca mejorar su resistencia, durabilidad y capacidad de repeler el agua, entre otros aspectos. Mediante este proceso, es posible emplear suelos con propiedades marginales en roles como subrasante o en capas inferiores de la estructura del pavimento, así como también utilizar suelos granulares con buenas características,

pero cuya estabilidad es insuficiente (con un Índice de Resistencia California - CBR - por debajo del valor mínimo requerido) en la capa de rodadura.

La estabilización puede llevarse a cabo mediante enfoques granulométricos o mecánicos, que involucran la combinación de dos o más suelos con diferentes características para lograr un suelo con una mejor distribución de tamaños de partículas, plasticidad, permeabilidad, impermeabilidad, etc. Además, la estabilización también se logra a través de la incorporación de aditivos que afectan física o químicamente las propiedades del suelo. En este contexto, se utilizan diversos aditivos para la estabilización, siendo los más comunes la cal y el cemento. Además, se emplean sustancias como cloruro de sodio (sal), cloruro de magnesio, asfaltos líquidos, escorias y productos químicos. La elección y aplicación de estos aditivos se rige por la norma MTC 1109-2004 Norma Técnica de Estabilizadores Químicos, que establece los lineamientos para su uso de acuerdo con los estándares técnicos y de seguridad.

El nivel de estabilización varía en función del tipo de suelo, el aditivo empleado, la cantidad añadida y, especialmente, del proceso de ejecución. La metodología de estabilización de suelos se implementará empleando materiales granulares disponibles en la zona y el aditivo estabilizador que ofrezca una solución más económica en comparación con otras opciones.

A continuación, se proporciona una breve descripción de los métodos más prácticos utilizados en el proceso de estabilización:

2.2.2.1. Estabilización mecánica

Según Santiago Márquez (2005, p. 11), la estabilización mecánica de un material implica mejorar su capacidad portante mediante modificaciones internas sin necesidad de introducir agentes externos que alteren sus propiedades originales o naturaleza. La capacidad portante se refiere a la habilidad del suelo para resistir las cargas externas aplicadas sin sufrir fallas como

ruptura o deformaciones excesivas. Márquez presenta una fórmula fundamental que guía la comprensión de los factores que afectan esta propiedad, conocida como la capacidad portante, que se expresa a través de la ecuación de rotura de los suelos o la expresión de Coulomb.

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi$$

La capacidad portante de un suelo se rige por la cohesión y la fricción. La cohesión es una propiedad intrínseca del material, que no cambia a pesar de la influencia de factores externos. Por otro lado, la fricción depende de la carga externa aplicada sobre el suelo. La cohesión se relaciona con la plasticidad del material, que a su vez depende de la cantidad de partículas finas presentes en el suelo que pasan a través del tamiz 200. Esta propiedad se manifiesta como una especie de ligamento, adherencia o unión que mantiene unida a la fracción de suelo y que incluye arena, limo y grava. En contraste, la fricción es quizás la propiedad más significativa para conferir capacidad portante a un material. Está influenciada por diversos factores, entre los que se incluyen:

- a. Forma de las partículas
- b. Granulometría del material
- c. Calidad de las partículas
- d. Tamaño máximo
- e. Grado de acomodamiento

Como hemos observado en nuestro análisis de los materiales considerados, es evidente que los materiales granulares poseen una mayor capacidad portante en comparación con los materiales finos. En estos últimos, la influencia en la capacidad portante está limitada en gran medida por la fricción, mientras que está condicionada por la cohesión y la plasticidad del material. Por esta razón, los materiales finos se utilizan principalmente en las capas inferiores de la estructura, ya que su capacidad de soportar cargas es más limitada. Cuando se trabaja con un

material específico, ya sea granular o fino (supongamos que es granular), se puede mejorar su capacidad portante al incidir en dos o tres de las propiedades que hemos discutido. Estas propiedades son:

- a. Tamaño máximo
- b. La granulometría
- c. El grado de acomodamiento

Las dos primeras propiedades se refieren a características internas del material que pueden ser controladas durante el proceso de extracción y construcción. La tercera propiedad, por otro lado, depende de una acción externa que se aplica al material utilizando equipos apropiados y siguiendo una técnica de construcción bien establecida conocida como compactación. La compactación busca lograr una disposición más eficiente de las partículas del material a través de la aplicación de fuerzas externas, lo que resulta en una mejora de su capacidad portante.

El tamaño máximo de las partículas del material está restringido por consideraciones constructivas relacionadas con la capa que se está construyendo. Generalmente, las fracciones extraídas que contienen piedras con diámetros mayores a 15 cm son eliminadas en la cantera para evitar problemas. Este material más grueso puede descartarse o, en algunos casos, ser reservado para la construcción de capas núcleo o incluso subrasante.

En relación a la granulometría, investigaciones respaldadas por estudios y tramos experimentales permiten establecer curvas granulométricas típicas o rangos de granulometría deseables. Estos parámetros guían hacia la selección de materiales cuya capacidad portante es apropiada para los usos previstos.

Conforme al MTC (2008, p. 118), la estabilización granulométrica implica la combinación de dos o más tipos de suelos con el fin de obtener un material con características adecuadas para

su utilización en calidad de subrasante o capa de afirmado en carreteras. En la mayoría de los casos, se busca aprovechar materiales locales para optimizar los costos relativos al proceso de preparación y transporte. Usualmente, uno de los suelos corresponde al suelo natural de la subrasante, mientras que el otro se añade para mejorar sus propiedades. Un ejemplo típico podría ser mezclar un suelo granular exento de finos con otro suelo de granulometría más fina y cierto grado de plasticidad, con el propósito de generar una mezcla que cuente con mayor cohesión, mejor compresibilidad, mayor impermeabilidad y, en general, una mayor estabilidad. Las características de un suelo estabilizado de esta manera se controlan a través de ensayos de laboratorio relativamente simples, como la determinación de la distribución de tamaños de partícula mediante el tamizado. También se llevan a cabo ensayos para establecer los límites líquido y plástico. En casos de suelos tanto granulares como finos, se emplea el ensayo AASHTO T27 (ASTM C136) para la distribución de tamaños de partícula, el ensayo AASHTO T11 para los materiales finos obtenidos mediante el lavado con la malla N° 200 (ASTM C 117), y en situaciones donde se espera contar con una mezcla con una cantidad considerable de material que pasa a través de la malla N° 200, puede utilizarse el ensayo AASHTO T88 (ASTM D 422).

2.2.2.2. Estabilización se suelos con cemento

Montejo Fonseca (2006, p. 123) menciona que la estabilización de suelos con cemento tuvo sus inicios en 1917, cuando Amies patentó un primer procedimiento de mejora de suelos mediante la mezcla de proporciones variables de cemento tipo Portland. Desde ese momento, la utilización de la mezcla de suelo y cemento se ha vuelto popular y se ha denominado "suelo-cemento" para referirse a esta técnica.

De acuerdo con el MTC (2008, p. 122), el suelo-cemento se forma mediante una cuidadosa combinación de un suelo adecuadamente desintegrado con cemento, agua y, en algunas ocasiones,

aditivos adicionales. Una vez mezclados, se procede a compactar y curar el material de manera apropiada. Este proceso transforma el material suelto en una sustancia endurecida con mayor resistencia. A diferencia del concreto, en el suelo-cemento, los granos de suelo no están envueltos en una pasta de cemento endurecido, sino que están interconectados de forma puntual. Por lo tanto, el suelo-cemento posee una resistencia inferior y un módulo de elasticidad más bajo en comparación con el concreto. El contenido de agua óptimo se determina mediante el ensayo Proctor, que es similar al procedimiento de compactación de suelos.

Asocem (2007, p. fknkfn) El cemento puede ser utilizado en forma de bolsas o a granel. En cualquiera de las opciones, se dispondrá sobre el suelo pulverizado siguiendo el método aprobado por el supervisor durante la fase de prueba. Esto asegurará que la cantidad necesaria, de acuerdo al diseño y considerando una reserva por desperdicios, se distribuya uniformemente a lo ancho de la capa que se está estabilizando. Durante el proceso de aplicación del cemento, la humedad del suelo no debe exceder el nivel establecido durante la etapa de diseño, asegurando así que se logre una mezcla homogénea y completa entre el suelo y el cemento. Se permitirá el paso del equipo destinado a la mezcla del cemento con el suelo sobre la superficie que contiene el cemento. Además, el cemento solo se esparcirá en la zona que pueda ser completada en la jornada laboral.

Según el MTC (2008, p. 123), los suelos que han sido mejorados con cemento forman un material que se encuentra en un estado semi endurecido, ya que la proporción de cemento generalmente no excede el 3% en peso del suelo. En esta situación, el objetivo es mejorar las propiedades del suelo para que sea adecuado como subrasante de una capa de rodadura. Es recomendable que el proceso de compactación se inicie cuando la humedad presente en el lugar sea la requerida, y en ningún caso más tarde de una hora después de la mezcla. Además, la

compactación debe finalizarse en un lapso de tiempo que oscile entre 2 y 4 horas, dependiendo de las condiciones climáticas predominantes. En lo que respecta a la capa de subrasante, se establece un nivel mínimo de compactación del 95% según la norma AASHTO T180, mientras que para la capa de afirmado se requiere un mínimo del 100%.

2.2.3. Propiedades físico – químicas de las arcillas

a) Propiedades Físicas De Las Arcillas

Según Manuel Correa (2000, p. 154), la característica principal que distingue a las arcillas es su nivel de plasticidad, que puede variar en función del intercambio de cationes entre sodio e hidrógeno. Por otro lado, los limos tienen la capacidad de alcanzar una finura de grano similar a la de las arcillas, pero su plasticidad es considerablemente menor. Además de la plasticidad, otro atributo físico de las arcillas es su aumento gradual en resistencia a medida que su consistencia aumenta. Terzaghi y Peck propusieron una correlación significativa entre el valor N (índice de golpes estándar) y la resistencia al corte de suelos cohesivos ($N - q_u$). Esta relación se presenta en la Tabla N° 1, que muestra la mencionada correlación.

Tabla 1: Correlación entre N y la resistencia a corte de suelos cohesivos

Resistencia	N - q"	kg/cm ²
muy blanda	0 - 2	0.00-0.25
blanda	2 - 4	0.25-0.50
semi blanda	4 - 8	0.50-1.00
semi dura	8 - 15	1.00-2.00
dura	15 - 30	2.00-4.00
rígida	> 30	> 4.00

Fuente: Manuel Correa (2000). “Valores empíricos de q_u y consistencia de suelos cohesivos relacionados con el número de golpes N. del Ensayo de Penetración Estándar”

Otro aspecto físico característico de las arcillas es su estado plástico, el cual se define a través del índice de plasticidad (IP). Este índice se calcula como la diferencia entre el Límite Líquido (LL) y el Límite Plástico (LP) del suelo en cuestión. El IP resulta ser un criterio

sumamente valioso para evaluar las propiedades plásticas de este tipo de suelos, y se expresa de la siguiente manera:

$$IP = LL - LP$$

Casagrande, a través de numerosos ensayos de límites de consistencia en arcillas, formuló una relación para estimar la plasticidad en relación al límite líquido. Esta información se presenta en la Tabla N° 2.

Tabla 2: Plasticidad en función del límite líquido

Limite Líquido	Plasticidad
0-< 30	Baja Plasticidad
30 - < 50	Mediana Plasticidad
> - 50	Alta plasticidad

Fuente: Manuel Correa (2000).

2.2.4. Resistencia de las arcillas al esfuerzo cortante:

La Ley de Coulomb se refiere a la relación entre la resistencia cortante y diversos factores en suelos cohesivos, que en sí misma es una propiedad física de gran complejidad. Esta propiedad depende de múltiples factores, todos ellos intrincados y relacionados de manera interdependiente, lo que dificulta comprender completamente su acción conjunta. En 1776, Coulomb fue el primero en proponer una ecuación sencilla y una teoría que vincula la resistencia al esfuerzo cortante del suelo con la fuerza de compresión aplicada. En su propuesta, Coulomb asumió que la resistencia cohesiva (denotada como "s") es constante para un tipo específico de suelo, independientemente del esfuerzo de compresión aplicado. Sin embargo, sugirió que la resistencia a la fricción varía directamente con la magnitud del esfuerzo normal desarrollado en el plano de deslizamiento. Esta relación se puede expresar mediante una ecuación de una línea recta, como se muestra a continuación:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

Que es la ecuación que expresa la condición de rotura de Coulomb, en la cual:

σ : esfuerzo normal que actúa en el plano deslizamiento

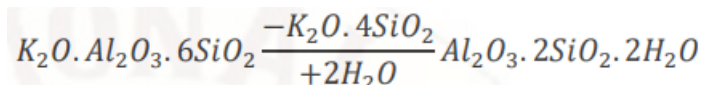
\emptyset : ángulo de fricción interna

C : cohesión aparente

τ : esfuerzo cortante a lo largo del plano de deslizamiento

2.2.5. Propiedades Químicas De Las Arcillas

Según Manuel Correa (2000, p. 156), en relación a la formación de las arcillas, se presentan varias teorías para explicar este fenómeno. Una de estas teorías cuenta con el respaldo de los geólogos, mientras que la otra es apoyada por los químicos. La perspectiva de los geólogos sugiere que el caolín se ha originado debido a la acción del agua ácida resultante de la meteorización sobre los cristales de feldespato. Esta transformación se concibe como un tipo de proceso de lavado que conlleva la eliminación de alcalinos y la extracción de 4 SiO₂.



2.2.6. Clasificación de las acillas

De acuerdo con Manuel Correa (2000, p. 151), la arcilla es un componente fundamental en la composición de la fracción fina del suelo, compuesta principalmente por silicatos de aluminio hidratados, cuyos átomos están organizados en láminas de sílice y alúmina.

- Caolinitas: Las arcillas presentan distintas estructuras mineralógicas que influyen en sus propiedades y comportamiento. Por ejemplo, las caolinitas se caracterizan por tener láminas de sílice y alúmina que se superponen de manera continua. Estas láminas están firmemente unidas, lo que impide la penetración de moléculas de agua entre ellas, resultando en una relativa estabilidad en presencia de agua.
- Montmorilonitas: consisten en una lámina de alúmina entre dos láminas de sílice, también superponiéndose indefinidamente. Sin embargo, la unión entre las

retículas es débil, permitiendo que las moléculas de agua se introduzcan en la estructura con facilidad debido a las fuerzas eléctricas generadas por su naturaleza dipolar. Esta absorción de agua provoca un aumento en el volumen de los cristales y se manifiesta como una expansión macroscópica. Las arcillas montmorilonitas, como las bentonitas, son propensas a la inestabilidad en presencia de agua, lo que impacta significativamente en su comportamiento mecánico.

- Illitas: su estructura es similar a la de las montmorilonitas, pero presentan la particularidad de formar grumos debido a la presencia de iones de potasio. Estos iones reducen el área expuesta al agua por unidad de volumen, lo que disminuye su expansividad en comparación con las montmorilonitas. En general, las arcillas illíticas tienden a comportarse de manera más favorable desde el punto de vista ingenieril.

2.2.7. Ensayo de CBR

En el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" (2013, p. 39-40), se establece el procedimiento para realizar ensayos CBR (California Bearing Ratio), específicamente bajo la norma MTC EM 132. Una vez que se ha llevado a cabo la clasificación de los suelos según los sistemas AASHTO y SUCS, para los caminos contemplados en el manual, se procederá a elaborar un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo de estudio. A partir de este perfil estratigráfico, se determinará el programa de ensayos necesario para establecer el valor del CBR. El CBR es un indicador de la capacidad de soporte o resistencia del suelo y se referirá al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm. En otras palabras, este ensayo permite evaluar la capacidad del suelo para soportar cargas y deformaciones en condiciones específicas de densidad y penetración.

Para la obtención del valor CBR de diseño de la subrasante, se debe considerar lo siguiente:

- a. En los sectores donde se hayan realizado 6 o más ensayos de CBR para cada tipo de suelo representativo o para secciones con características homogéneas de suelos, se calculará el valor de CBR de diseño para la subrasante. Este cálculo se llevará a cabo tomando el promedio de todos los valores de CBR analizados en ese sector específico, donde las características de los suelos sean similares y homogéneas. Este enfoque permite obtener un valor de CBR representativo que se utilizará en el diseño de la subrasante, teniendo en cuenta la variabilidad inherente en diferentes muestras de suelo en el mismo sector.
- b. En los casos en los que se cuenten con menos de 6 ensayos de CBR para cada tipo de suelo representativo o para secciones con características homogéneas de suelos, se establecerá el valor de CBR de diseño para la subrasante utilizando los siguientes criterios:
 - Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.
 - En situaciones donde los valores de CBR no sean comparables o no muestren similitudes, se elegirá el valor crítico, es decir, el más bajo. En caso necesario, se podría dividir la sección en subsectores con valores de CBR cercanos o equivalentes para así determinar un valor promedio. Se considerará que la longitud de estos subsectores no será menor a 100 metros.

Se consideran como valores de CBR parecidos o similares aquellos que caen dentro de un rango específico de categoría de subrasante. Una vez que se haya establecido el valor del CBR de diseño, se aplicará este valor a cada sector que posea características homogéneas.

2.2.8. Clasificación de suelos

Luego de haber determinado las características de los suelos conforme a los puntos mencionados anteriormente, es posible hacer una estimación razonable sobre el comportamiento de los suelos, en particular al tener conocimiento de la distribución de tamaños de partículas, plasticidad e índice de grupo. A partir de esta información, se procede a llevar a cabo la clasificación de los suelos.

Esta clasificación resulta esencial para poder prever el comportamiento aproximado de los suelos y, en consecuencia, para identificar sectores con características geotécnicas homogéneas.

2.2.9. Humedad Natural

La humedad natural de los suelos es otro aspecto de relevancia que influye en sus características. Específicamente, la resistencia de los suelos de subrasante, especialmente los de composición fina, está directamente relacionada con sus condiciones de humedad y densidad. Para evaluar esta propiedad, se realiza la determinación de la humedad natural (mediante el ensayo MTC EM 108). Este proceso permite establecer una comparación con la humedad óptima obtenida a través de los ensayos Proctor, que a su vez se utiliza para calcular el CBR del suelo (según el ensayo MTC EM 132). En situaciones en las que la humedad natural resulta igual o menor que la humedad óptima, el diseñador del proyecto propondrá llevar a cabo la compactación estándar del suelo y añadir la cantidad adecuada de agua. Sin embargo, si la humedad natural supera la humedad óptima, se tomarán medidas en función de la saturación del suelo. Estas medidas pueden incluir incrementar la energía de compactación, airear el suelo o incluso reemplazar el material saturado, todo con el propósito de lograr condiciones más adecuadas para la compactación y mejorar la resistencia del suelo.

2.2.10. Granulometría

Según Braja (2001, p.2), en cualquier masa de suelo, las dimensiones de las partículas varían de manera significativa. Por esta razón, para llevar a cabo una clasificación adecuada de un suelo, resulta esencial entender su distribución granulométrica. Esta distribución puede ser determinada a través de un análisis granulométrico, ya sea empleando mallas o el método del hidrómetro para partículas más pequeñas. De acuerdo con Juárez (2005, p.98), los límites de tamaño de las partículas que componen un suelo brindan un criterio claro para su descripción y clasificación. Este enfoque ha sido utilizado en la mecánica de suelos desde sus primeras etapas, incluso antes de la era moderna de esta disciplina. En sus inicios, los suelos se dividían en tres o cuatro fracciones debido a las limitaciones de los métodos disponibles para separar las partículas en función de su tamaño. Con la introducción de la técnica de cribado, fue posible trazar curvas granulométricas que mostraban grupos de partículas en una gama más amplia de tamaños. En la actualidad, gracias al progreso de las técnicas de análisis de suspensiones, es factible extender considerablemente estas curvas hacia tamaños más pequeños. Braja (2001, p.2) explica que un análisis granulométrico usando mallas implica tomar una cantidad mensurable de suelo seco, que ha sido pulverizado, y hacerla pasar a través de una serie de mallas de tamaño decreciente, colocando una bandeja receptora en la base. Se mide la cantidad de suelo retenida en cada malla y se establece el porcentaje acumulado del suelo que pasa a través de cada una de ellas. A este porcentaje se le denomina comúnmente "porcentaje que pasa". Estas mallas son ampliamente utilizadas en el análisis de suelos con propósitos de clasificación. El porcentaje que pasa por cada malla, obtenido mediante el análisis granulométrico con mallas, se representa gráficamente en un papel de escala semilogarítmica. Es importante notar que el diámetro de la partícula (D) se

representa en una escala logarítmica, mientras que el porcentaje que pasa se representa en una escala aritmética.

Conforme al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013, p.36), la granulometría se refiere a la disposición de tamaños presentes en un agregado, la cual se logra por medio del proceso de tamizado de acuerdo a las especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). A partir de esta distribución, es viable realizar una estimación, más o menos precisa, de otras propiedades pertinentes. El objetivo fundamental del análisis granulométrico de un suelo consiste en determinar la proporción de sus diferentes componentes constituyentes, los cuales se clasifican según su tamaño.

2.2.11. Propiedades físicas del suelo

De acuerdo con Braja (2001, p.1), las características geotécnicas del suelo, como la distribución de tamaño de partículas, la plasticidad, la compresibilidad y la resistencia al corte, pueden ser evaluadas mediante pruebas de laboratorio adecuadas. En tiempos recientes, se ha destacado la importancia de determinar in situ las propiedades de resistencia y deformación del suelo.

2.2.12. Plasticidad

El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013, p.36) señala que la plasticidad es una propiedad que describe la estabilidad de los suelos hasta cierto nivel de humedad, evitando su desintegración. Esta característica está influenciada exclusivamente por los componentes finos del suelo, sin considerar los elementos gruesos que pueda contener. A pesar de que el análisis granulométrico no es suficiente para evaluar esta propiedad, se requiere determinar los Límites de Atterberg para comprenderla adecuadamente.

2.2.13. Límites de Atterberg

El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013, p.38) establece que los Límites de Atterberg son indicadores de la sensibilidad del comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad. Estos límites definen tres estados de consistencia del suelo según su humedad: líquido, plástico o sólido. Los Límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son el límite líquido (LL, mediante ensayo MTC EM 110), el límite plástico (LP, mediante ensayo MTC EM 111) y el límite de contracción (LC, mediante ensayo MTC EM 112).

Límite Líquido (LL), marca la transición del suelo de un estado semilíquido a uno plástico, permitiendo que el suelo sea moldeable.

Límite Plástico (LP), señala la transición del estado plástico al estado semisólido, produciendo la ruptura del suelo.

Límite de Contracción (retracción), indica el paso del estado semisólido al estado sólido, marcando el punto en el que el suelo deja de contraerse al perder humedad. Además de los límites líquido y plástico, se obtiene el Índice de Plasticidad (IP, ensayo MTC EM 111), que se define como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico: $IP = LL - LP$.

Este índice refleja el rango de humedad en el que el suelo presenta consistencia plástica y es una herramienta útil para la clasificación de los suelos.

Un índice de plasticidad grande indica un suelo altamente arcilloso, mientras que un índice de plasticidad pequeño es característico de suelos con bajo contenido de arcilla.

2.3. Marco conceptual

Subrasante Arcillosa: La capa inferior del suelo en una carretera o pavimento, compuesta principalmente por arcillas y otros minerales. Es una parte fundamental de la estructura del pavimento y su calidad afecta la estabilidad de la vía.

Estabilización: El proceso de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo o materiales granulares mediante la adición de sustancias o aditivos para aumentar su resistencia y durabilidad.

PET (Polietileno Tereftalato): Un polímero termoplástico usado utilizado en envases de plástico, botellas y textiles. En este contexto, se refiere al uso de partículas de PET reciclado como aditivo en el suelo para mejorar sus características.

Ceniza de Palma: Residuo de la quema de cáscaras de palma u otros productos derivados de la palma de aceite. Puede utilizarse como material de refuerzo o aditivo en suelos para mejorar su estabilidad y propiedades mecánicas.

Estabilización de Suelos: El proceso de modificar las propiedades físicas y mecánicas de un suelo para aumentar su capacidad de carga, resistencia al agua y durabilidad, generalmente a través de la adición de materiales o aditivos.

Capacidad de Carga: La capacidad de un suelo o material para soportar cargas aplicadas sin fallar ni deformarse excesivamente. Es una propiedad clave en la construcción de pavimentos y carreteras.

Durabilidad: La capacidad de un material o estructura para resistir el desgaste, la erosión y el deterioro con el paso del tiempo y las condiciones ambientales adversas.

Aditivo: Una sustancia que se agrega a un material para mejorar o modificar sus propiedades, generalmente con el propósito de aumentar su rendimiento o funcionalidad.

Granulometría: La distribución de los tamaños de partículas en un material, como un suelo. La granulometría puede afectar las propiedades del suelo, como su permeabilidad y resistencia.

Propiedades Mecánicas: Las características del material que mejora su comportamiento bajo cargas y fuerzas, como la resistencia, la elasticidad y la ductilidad.

CAPITULO III

METODO DE LA INVESTIGACION

3.1. Enfoque

Los enfoques de investigación se refieren a las estrategias y métodos que los investigadores utilizan para llevar a cabo investigaciones y obtener información sobre un tema específico. Hay varios enfoques de investigación, y la elección del enfoque depende del objetivo de la investigación, la naturaleza del problema y la disponibilidad de recursos. Algunos de los enfoques más comunes incluyen:

Enfoque Cuantitativo:

- Se centra en la recopilación y análisis de datos numéricos.
- Utiliza métodos estadísticos para analizar patrones y relaciones.
- Ejemplos: encuestas, experimentos controlados, análisis estadístico.
- Enfoque Cualitativo:
- Busca comprender el significado y la interpretación de fenómenos sociales.
- Se basa en datos no numéricos, como entrevistas, observaciones y análisis de contenido.
- Proporciona información detallada y contextual.

Enfoque Mixto:

- Combina elementos de enfoques cuantitativos y cualitativos.
- Busca aprovechar las fortalezas de ambos enfoques para obtener una comprensión más completa del problema.
- Se pueden recopilar y analizar tanto datos cuantitativos como cualitativos.

Considerando estos conceptos, esta investigación se adhiere principalmente a un enfoque cuantitativo, ya que los datos recolectados serán numéricos, respaldando así la hipótesis de investigación.

3.2. Alcance

El alcance de investigación se refiere a los límites y límites que se establecen para un proyecto de investigación específico. Determinar el alcance es esencial para definir claramente los objetivos, los límites y los parámetros de la investigación (Hernández, 2001, p. 102).

En este estudio, se optó por un diseño exploratorio, descriptivo y correlacional, dado que se buscaba obtener información detallada sobre el área de estudio. Debido a la limitada información geotécnica disponible, se llevaron a cabo visitas al sitio para recopilar datos. Posteriormente, se realizaron análisis geotécnicos en laboratorio utilizando las muestras recolectadas, basándose en la descripción de estas. Finalmente, los resultados obtenidos se compararon y relacionaron con las propuestas de estabilización para la subrasante en la zona de interés.

3.3. Diseño de la investigación

El diseño de investigación se refiere al plan y la estructura que se establecen para llevar a cabo un estudio o investigación de manera sistemática y obtener respuestas a las preguntas de investigación. El diseño de investigación guía la recopilación, análisis e interpretación de datos (Hernández, 2001, p. 184).

Existen diversos diseños de investigación destinados a abordar diferentes objetivos y responder preguntas específicas.

En esta investigación, se adopta un diseño experimental debido a la relación entre las variables X e Y, categorizando el diseño del estudio como cuasi-experimental. Además, las muestras no son seleccionadas al azar, sino que se analizan todas las disponibles. Los diseños experimentales son útiles cuando se busca establecer los posibles efectos de una variable manipulada y es necesario definir las variables para configurar el diseño del estudio. El objetivo principal es determinar el impacto de la incorporación de PET y Ceniza de palma en la estabilización de la subrasante arcillosa en la carretera Ticllas - Ayacucho, provincia de Huamanga, región Ayacucho, en el año 2022. Además, se considera esencial evaluar el grado de relación entre las variables, ya que una afecta directamente los resultados de la otra. Estas relaciones se vuelven más evidentes, facilitando la identificación de patrones (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Ge	O	X	O2
Gc	O	---	O3

Tratamientos:

Tabla 3: Tratamientos control / con adición

Tratamientos	
T0	0 + O2
T1	0 + 1% PET+3% Ceniza de palma O3
T2	0 + 1% PET+6% Ceniza de palma O4
T3	0 + 1% PET+9% Ceniza de palma O5

3.4. Población y muestra

Población

La población es el conjunto completo de elementos o individuos que comparten una característica común y que son el foco de estudio. (Hernández, 2001, p. 127).

Para la presente investigación la población estuvo representada por el suelo de la subrasante arcillosa carretera Ticllas - Ayacucho, provincia de Huamanga, región Ayacucho, 2022, donde se analizaron sus características físicas y mecánicas.

Muestra

La muestra es un subconjunto representativo de la población seleccionado para participar en el estudio (Carrasco, 2006).

La muestra estuvo conformada por 7 calicatas de la subrasante considerado el tramo más crítico del suelo de la subrasante arcillosa carretera Ticllas - Ayacucho, provincia de Huamanga, región Ayacucho. Se realizó el análisis en la calicata 02 de 1.5 m de profundidad.

3.5. Hipótesis

3.5.1. Hipótesis general

El efecto de la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma influye positivamente en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.

3.5.2. Hipótesis específica

- ❖ Las propiedades químicas de la Ceniza de palma contribuye positivamente en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.
- ❖ La incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma mejora significativamente el índice de plasticidad del suelo de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.

- ❖ La incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma influye positivamente en la máxima densidad seca y humedad optima del suelo de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.
- ❖ La incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma mejora significativamente la resistencia de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022?

3.6. Operacionalización de variables, definición conceptual y operacional

TIPO DE VARIABLE	MARCO CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	
VARIABLE INDEPENDIENTE	% de PET + % de Ceniza de Palma	La adición de PET (tereftalato de polietileno) y ceniza de palma es una técnica de verificación que implica mezclar estos materiales con una subrasante arcillosa para mejorar sus propiedades y hacerla más adecuada para la construcción de carreteras u otras estructuras clima tropical y seco, también adquiere varios nombres en las diferentes culturas como en México se lo llama oro azul y maguey.	Se adiciona una cantidad de PET y ceniza de palma que, mezclado con el suelo como aditivo, busca el mejoramiento del mismo	Dosificación de adición de pet + ceniza	1% de pet + 3%, 6% y 9% de ceniza en peso en Kg con respecto a la MDS del suelo en estado natural	Cuantitativa
VARIABLE DEPENDIENTE	Estabilización de la subrasante Arcillosa	La estabilización de la subrasante arcillosa es un proceso en el ámbito de la construcción y la ingeniería civil que implica la mejora de las características de un suelo arcilloso presente en la subrasante de una obra, como carreteras, pavimentos u otras estructuras.	Se realizó la mejora de la subrasante con características deficientes con la finalidad de mejorar sus propiedades del suelo.	Densidad Resistencia	Proctor Modificado (Máxima Densidad seca y Óptimo contenido de Humedad) Capacidad de soporte (CBR %)	Cuantitativa

3.7. Técnicas e instrumentos

Técnicas de recolección de datos

“Las técnicas de investigación comprenden un conjunto de pasos cuyo propósito es operativizar el proceso investigativo” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

1. Análisis documental: El análisis documental implica el examen y la interpretación crítica de documentos, registros, archivos, textos u otros materiales escritos o visuales. Esta técnica se utiliza para extraer información valiosa y obtener una comprensión más profunda de un fenómeno. Algunas de las técnicas específicas incluyen:

Revisión de Documentos Existentes: Explorar y examinar documentos preexistentes, como informes, archivos históricos, memorandos, cartas, etc.

Análisis de Contenido: Examinar el contenido de textos, imágenes, videos o cualquier otro material para identificar patrones, temas o mensajes clave.

Investigación Bibliográfica: Revisar la literatura existente y documentos académicos relacionados con el tema de investigación para construir un contexto teórico y identificar lagunas en el conocimiento.

2. Observación:

La observación implica la recopilación de datos mediante la observación directa de eventos, comportamientos o situaciones en su contexto natural. Esta técnica es valiosa para obtener información sobre comportamientos no verbales y contextos específicos. Algunas técnicas de observación son:

Observación Participante: El investigador participa activamente en la situación o grupo que está siendo observado, a menudo interactuando con los participantes.

Observación No Participante: El investigador observa sin participar directamente en la actividad.

Observación Estructurada: Se utiliza un conjunto predeterminado de categorías o variables para guiar la observación, facilitando la comparación y el análisis sistemático.

Observación No Estructurada: Permite una exploración más libre sin categorías predefinidas, siendo más adecuada cuando se exploran fenómenos complejos y multifacéticos

Se realizó la recopilación de información in situ, centrada en la obtención de muestras en el campo, así como en los resultados obtenidos en el laboratorio, documentados a través de fichas técnicas correspondientes.

Instrumento

Un instrumento de investigación es un dispositivo o recurso utilizado para recopilar información en un estudio. Representa el medio mediante el cual se adquieren datos pertinentes con el propósito de abordar las preguntas de investigación o alcanzar los objetivos establecidos.

En el marco de la presente investigación, se emplearon los siguientes instrumentos:

Fichas técnicas correspondientes a los ensayos

- Análisis granulométrico
- Proctor modificado
- C.B.R.

3.8. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información.

La recolección y procesamiento de los datos se llevará a cabo utilizando los formatos establecidos en Excel para cada uno de los ensayos realizados por el laboratorio INEOMAX SAC. Se seguirán procedimientos que han sido validados según normas internacionales y nacionales. Los resultados obtenidos serán evaluados mediante su comparación con las especificaciones técnicas actuales. Además, con el propósito de validar la hipótesis planteada en la investigación, se empleará el software SPSS. Se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson, un estadístico, para evaluar la relación entre las variables independientes y dependientes. Este proceso permitirá medir el grado de influencia de dichas variables en el análisis.

3.9. Desarrollo del trabajo de tesis

Ubicación

La investigación se llevó a cabo en el distrito de San José de Ticllas, ubicado en la provincia de Huamanga, Región Ayacucho.

Las coordenadas geográficas de referencia para el distrito de San José de Ticllas son:

Latitud: 13° 7' 56" Sur

Longitud: 74° 19' 0" Oeste

El distrito abarca un área de 65 km² y se encuentra a una altitud de 3257 metros sobre el nivel del mar. Según la Encuesta Nacional de Hogares (ENEI) del año 2017, se estima una población de aproximadamente 3,688 habitantes en la zona.

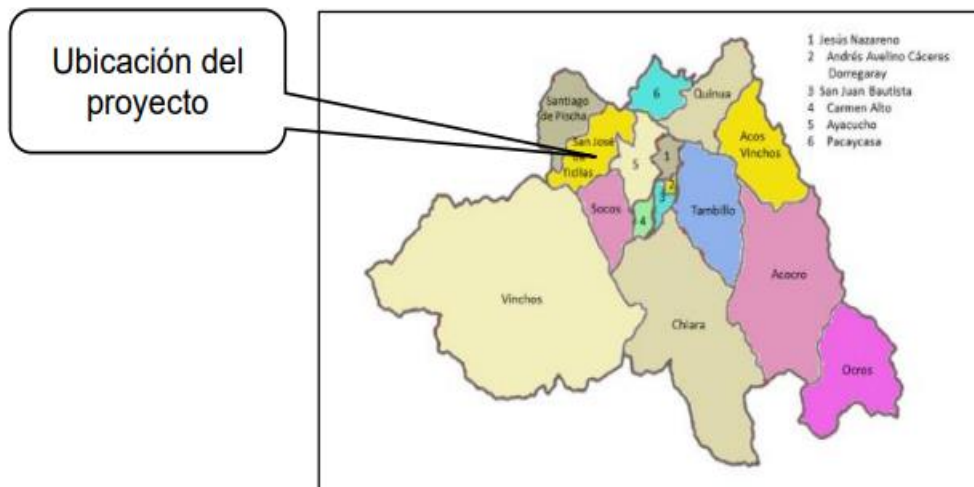


Figura 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio

Para la ejecución de la presente investigación, se siguió como guía la Norma Técnica Peruana y MTC-E, la cual proporciona una secuencia detallada de procedimientos. Inicialmente, se llevó a cabo el reconocimiento, procesamiento y recopilación del material de fibra de PET y Ceniza de palma. Posteriormente, en el segundo paso, se procedió a caracterizar los materiales, definiendo los ensayos necesarios para obtener resultados significativos. En el tercer paso, se amplió la ubicación de la muestra, seleccionando las secciones más relevantes, delimitando las áreas, extrayendo la muestra de la calicata y colocándola en una bolsa especial para preservar su humedad natural. Seguidamente, la muestra fue transportada al laboratorio de mecánica de suelos (Igeomax) con el propósito de llevar a cabo investigaciones posteriores en el marco del proyecto de investigación.

FASE I: Obtención y preparación de las muestras de suelo

- Se determinó la ubicación destinada a la recopilación de datos para el estudio.

- Procedimiento de excavación de calicatas: Se ejecutó la elección de suelo extraído de las cuatro calicatas efectuadas en el tramo de tres kilómetros de la subrasante, logrando una acumulación de alrededor de 250 kilogramos por cada calicata.



Figura 2: Reconocimiento de la calicata de estudio

- Durante el desarrollo del estudio, se llevó a cabo la excavación de las calicatas hasta alcanzar una profundidad mínima de 1,50 m. Posteriormente, de acuerdo con las pautas de la Norma ASTM D 2488 (Práctica estándar para la descripción e identificación de suelos mediante procedimientos visuales - manuales), se procedió a realizar in situ la descripción e identificación detallada de las calicatas. Se registraron minuciosamente las principales características del suelo, incluyendo el espesor de cada estrato, el color, el olor, la consistencia, la humedad, y otros aspectos relevantes.



Figura 3: Reconocimiento estratigráfico del suelo en estudio

- Se procedió a la obtención y transporte de las muestras representativas de suelo provenientes de cada calicata, siguiendo las pautas estipuladas en la Norma MTC E 104 (procedimientos para la conservación y transporte de muestras de suelo). Con respecto al ensayo de contenido de humedad natural, se colocaron las muestras en bolsas herméticas con el fin de evitar la pérdida de humedad durante su traslado al laboratorio. De esta manera, se garantizó la integridad de las muestras y se preservó adecuadamente su contenido de humedad para su análisis posterior en el laboratorio.



Figura 4: Muestreo en laboratorio

- Las muestras de suelo fueron preparadas de manera apropiada para llevar a cabo los ensayos de laboratorio requeridos, siguiendo las pautas establecidas en las Normas MTC E105 para la obtención de muestras representativas mediante el proceso de cuarteo, y en la Norma MTC E 106 para la preparación en seco de muestras destinadas al análisis granulométrico y a la determinación de las constantes del suelo.

FASE II: Ensayos de laboratorio

- Inicialmente, se llevaron a cabo los ensayos de análisis granulométrico, límite líquido y límite plástico en orden para poder llevar a cabo la clasificación de las muestras de suelo extraídas de cada excavación (calicata). Estos ensayos fueron realizados con el propósito de obtener información que permitiera la adecuada categorización de las muestras de suelo obtenidas de cada ubicación de estudio.

Granulometría (MTC E – 107)

La distribución del tamaño de las partículas en un suelo se refiere a la manera en que las partículas del suelo están distribuidas en función de su tamaño. Para evaluar esta distribución, se somete la muestra a un proceso de tamizado a través de una serie de mallas con diferentes tamaños de abertura. Estas mallas varían desde mallas de 4", 3", 2½", hasta mallas con un tamaño de abertura de 0.074 mm (malla 200).



Figura 5: Clasificación del suelo

- Las muestras de suelo con su peso respectivo se colocan en la parte superior de un tamiz, uno por uno de acuerdo con el tamaño de abertura correspondiente. Posteriormente, se tapan los tamices y se someten a un proceso de agitación durante un período de 10 minutos para lograr la distribución de tamaños. En este proceso se emplea un tamizador eléctrico. Es importante tomar precauciones para evitar la pérdida de material durante la agitación.



Figura 6: Tamizado de las muestras para clasificación granulométrica

- Finalmente se pesa el material retenido en cada malla y se determina la clasificación de suelos.



Figura 7: Pesaje de las muestras para clasificación granulométrica

Limite Líquido (Norma MTC E – 110)

El límite líquido se refiere al contenido de humedad en el cual el suelo exhibe un comportamiento plástico. Para determinar este límite, se lleva a cabo el ensayo de la copa Casagrande (según la norma D-4318 ASTM), donde se establece el punto en el cual una ranura de 12.7 mm de ancho se cierra después de 25 golpes.

Procedimiento del Ensayo:

- a. Se obtuvo 200 gr de suelo pasante por la malla N° 40 (abertura 0.425 mm) y colocar en un recipiente.
- b. Poner en un recipiente 100 gr de suelo y añadir una pequeña cantidad de agua, hasta conseguir una mezcla homogénea.
- c. Después de humedecer la mezcla con agua, se deposita una pequeña cantidad en el centro de la copa Casagrande. Utilizando una espátula, se niveliza la superficie y se elimina cualquier exceso. Luego, se hace pasar el acanalador a través del centro de la copa para dividir la muestra de suelo en dos partes.
- d. La cazuela se pone en movimiento utilizando la manija a un ritmo constante, y se proporcionan los golpes a una velocidad determinada por segundo para cerrar la ranura de 12.7 mm. Una vez que la ranura se cierra, se registra el número de golpes necesarios y se toma una muestra justo en la parte donde el suelo se une.



Figura 8: Ensayo de limite liquido

Limite plástico (Norma MTC E – 111)

El límite plástico se define como el contenido de agua en el cual el suelo se fragmenta y rompe al formar pequeños rollitos de suelo con un diámetro de 3.2 mm. Se utiliza la misma muestra que se preparó para el ensayo del límite líquido. No obstante, si la muestra presenta una plasticidad excesiva, se permite que repose durante unos segundos o hasta que se observe que ha alcanzado la consistencia adecuada para formar los pequeños rollitos.

Procedimiento del Ensayo:

- a. Se selecciona aproximadamente 20 gramos de suelo que ha sido previamente preparado para el ensayo del límite líquido. El suelo se amasa y se deja reposar durante unos minutos, o hasta que se observe una reducción en su nivel de humedad que permita la formación de rollitos sin que el suelo se adhiera a las manos.
- b. Posteriormente, se toman pequeñas cantidades del suelo y se forman rollitos en la placa de vidrio hasta que se logra cuartear y quebrar.

- c. Una vez que se ha logrado el cuarteo, los rollitos se colocan en un recipiente, se pesan para determinar el contenido de humedad y luego se introducen en un horno para su secado durante un período de 24 horas.

Proctor Modificado (MTC E – 115)

El objetivo del ensayo de Proctor es determinar la humedad óptima de un suelo, la cual resulta en la máxima densidad seca. Este ensayo establece la relación entre el contenido de humedad del suelo en su estado seco y su peso unitario cuando se compacta con una humedad específica y utilizando una energía de compactación definida.

Procedimiento del ensayo:

- Se obtuvo una muestra de suelo seco, extraída del horno después de un periodo de 24 horas.
- En el caso de que el suelo se encuentre en forma de bloques secos, se requiere desmenuzarlo utilizando un martillo. A continuación, se realiza el tamizado mediante las mallas de tamaños $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ " y N° 4 con el fin de separar las partículas. Se elige el método de prueba que se empleará.
- Para llevar a cabo el ensayo, se optó por utilizar el método A. Se prepararon cuatro muestras, cada una con un peso de 2.5 kg, a las cuales se les añadió agua y se mezclaron de manera uniforme.
- Se coloca una capa inicial de suelo en el molde y se aplican 25 golpes en toda el área. Durante este proceso, se rota adecuadamente el pistón y se permite que caiga en caída libre. Esta operación se repite hasta lograr un total de 5 capas de suelo en el molde.
- La compactación se realiza en cinco capas, nivelando el molde con una regla metálica después de retirar el collarín.
- Se retira la base y se registra el peso de la muestra con el molde.

- Posteriormente, se procede a extraer el suelo y se toma una pequeña muestra del centro del molde para determinar su contenido de humedad (mínimo 500 gramos).
- El procedimiento se repite en cuatro puntos con diferentes contenidos de humedad.
- Se determina la densidad seca en cada punto.



Figura 9: Ensayo de Proctor modificado

Ensayo CBR (MTC E – 132)

El Ensayo CBR (California Bearing Ratio), según la Norma MTC E-132, es una prueba de laboratorio utilizada para evaluar la resistencia al corte del suelo en condiciones específicas de compactación. Aquí hay una descripción del procedimiento:

Preparación de la Muestra:

La muestra de suelo debe ser preparada y compactada de acuerdo con las especificaciones y procedimientos definidos en la norma MTC E-132. Se selecciona un contenido de humedad representativo para la prueba.

Molde CBR y Compactación:

Se utiliza un molde CBR estándar para la compactación de la muestra. La compactación se realiza en capas, cada una con un número específico de golpes de compactación.

Medición del CBR:

Se introduce una sonda estándar en la muestra compactada y se aplica una carga vertical en condiciones controladas. La resistencia del suelo al corte se mide en términos de la carga necesaria para que la sonda penetre una distancia específica en la muestra.

Cálculo del CBR:

Se calcula el índice CBR como la relación entre la carga aplicada en el ensayo y la carga necesaria para lograr la misma penetración en una muestra patrón de roca triturada. El resultado se expresa como un porcentaje.

Interpretación de Resultados:

Los resultados del Ensayo CBR proporcionan información sobre la capacidad del suelo para soportar cargas y se utilizan en el diseño de pavimentos y estructuras. Valores más altos de CBR indican una mayor resistencia del suelo.



Figura 10: Ensayo C.B.R.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1 Presentación de los resultados de los diferentes ensayos de laboratorio e in situ.

Los resultados del análisis del tratamiento y la información recopilada revelaron resultados altamente significativos al implementar la combinación de PET y Ceniza de palma. A continuación, se presenta de manera concisa los resultados clave obtenidos, los cuales se ajustan a las directrices establecidas en la normativa técnica de las guías del MTC.

El análisis químico de la Ceniza palma se realizó en la ciudad de Lima, en el Laboratorio MATESTLAB S.A.C cuyos resultados fueron los siguientes:

4.1.1. Evaluación de las propiedades químicas de la Ceniza de palma

Tabla 4: Resultados del análisis químico de la Ceniza de Palma.

Codigo	Ensayos	Unidad	Resultado
MTL - 426-09	Determinación de óxido de calcio (CaO)	%	15.20
	Determinación del dióxido de silicio (SiO ₂)	%	61.20
	Determinación de trióxido de azufre (SO ₃)	%	4.75
	Determinación de óxido de magnesio (MgO)	%	5.10
	Determinación de óxido de manganeso (MnO)	%	3.55
	Determinación de trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	%	3.85
	Determinación de pentóxido de fósforo (P ₂ O ₃)	%	2.95
	Determinación de trióxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	%	5.11
	Determinación de óxido de bario (BaO)	%	0.85
	Determinación de óxido de zinc (ZnO)	%	0.22
	Determinación de óxido de cobre (CuO)	%	2.48
	Determinación de trióxido de cromo (CrO ₃)	%	0.55
	Otros	%	5.85

Estos resultados de la Ceniza de palma muestran que con la presencia de óxido de calcio al 15.2% y dióxido de silicio al 61.2%, componentes similares y principales al del cemento se puede

evidenciar mejoras significativas en las propiedades físico -mecánicas de los suelos de baja capacidad resistente.

4.1.2. Incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en el índice de plasticidad

Tabla 5: Resumen del resultado de índice de plasticidad

PORCENTAJE DE ADICIÓN	LL %	LP %	IP %
PATRON	28.00%	17.20%	10.70%
1% PET + 3% CENIZA DE PALMA	48.40%	32.60%	15.80%
1% PET + 6% CENIZA DE PALMA	46.40%	32.30%	14.00%
1% PET + 9% CENIZA DE PALMA	45.00%	29.30%	15.70%

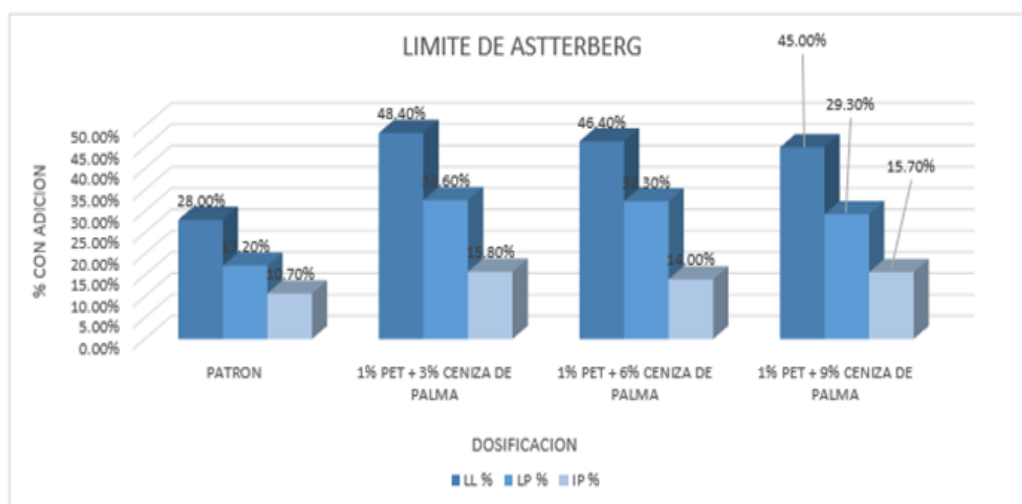


Figura 11: Valores obtenidos del ensayo del índice de plasticidad con la adición de PET 1% + 3%,6% y 9% de Ceniza de Palma en el KM 1+500

Interpretación:

Se nota en la excavación 02 en relación con los resultados de los ensayos, tal como se evidencia en la tabla 5 y la figura 12, que el diseño estándar presenta un promedio del índice de plasticidad (IP) del 10.70%. Por otro lado, al aumentar el porcentaje de incorporación de PET y Ceniza de Palma, se observa un aumento en el valor promedio del índice de plasticidad del suelo. En particular, con la adición del 1% de PET y 3% de Ceniza de Palma, se registra un incremento del 15.80%. Asimismo, al emplear una mezcla de 1% PET y 6% Ceniza de Palma, se obtiene un incremento del 14.00%. Por último, al incorporar 1% de PET y 9% de Ceniza de Palma, se evidencia un aumento del 15.70%. Estos resultados indican que la opción más favorable es la adición de 1% de PET y 3% de Ceniza de Palma.

En conclusión, se puede inferir a partir de los resultados que el tipo de suelo es arcilloso arenoso, y existe una relación directa entre la adición de PET y Ceniza de Palma.

4.1.3. Incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la máxima densidad seca y humedad óptima.

La inclusión de PET reciclado y Ceniza de Palma ha demostrado tener un impacto significativo en la densidad del suelo, como se evidencia en los resultados obtenidos en este estudio. Se observa que al agregar PET reciclado y Ceniza de Palma a la subrasante, se produce una disminución en la densidad del suelo.

Este descenso en la densidad puede ser atribuido a múltiples factores. En primera instancia, la presencia de PET reciclado y Ceniza de Palma contribuye a desestructurar el suelo, facilitando una mejor distribución y compactación de las partículas. Este proceso, a su vez, resulta en una disminución de la densidad aparente del suelo.

La aplicación del ensayo de Proctor modificado tuvo como objetivo evaluar la influencia de la adición de PET reciclado y Ceniza de Palma en la densidad del suelo, considerando mezclas con 1% de PET + 3% de Ceniza de Palma, 1% de PET + 6% de Ceniza de Palma y 1% de PET + 9% de Ceniza de Palma. Los resultados relativos a la densidad máxima y la humedad óptima del suelo se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 6: Resumen del resultado de Proctor modificado

PORCENTAJE DE ADICIÓN	Densidad máxima seca (gr/cm ³) al 95%	Densidad máxima seca (gr/cm ³) 100%	Optimo Contenido de Humedad (g/cm ³)
Suelo patrón	1.614	1.698	14.91
1% PET + 3% CENIZA DE PALMA	1.659	1.747	16.4
1% PET + 6% CENIZA DE PALMA	1.716	1.806	13.9
1% PET + 9% CENIZA DE PALMA	1.7	1.79	19.1

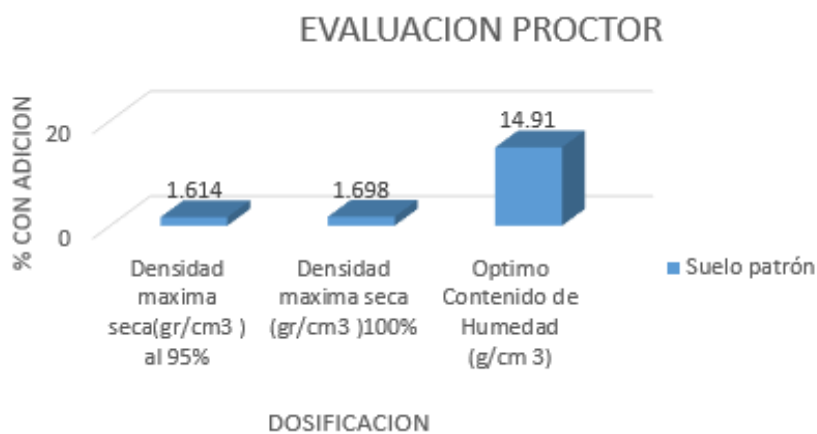


Figura 12: Valores obtenidos del ensayo del índice de Proctor Modificado (Patrón) en el KM 1+500

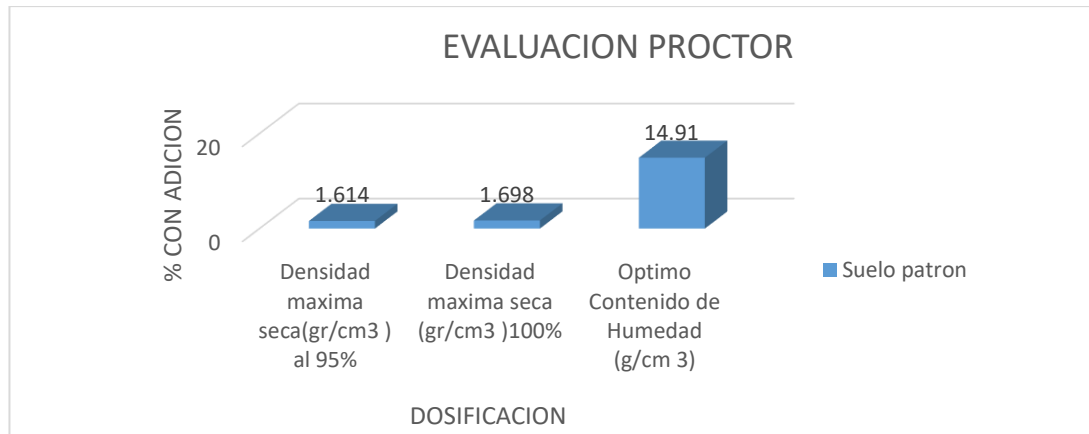


Figura 13: Valores obtenidos del ensayo del índice de Proctor Modificado con la adición de PET 1% + 3% de Ceniza de Palma en el KM 1+500

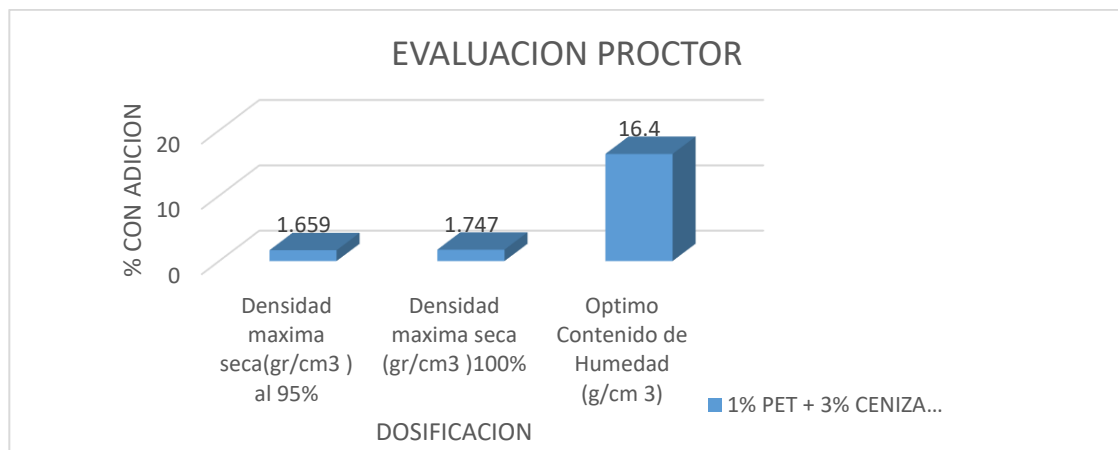


Figura 14: Valores obtenidos del ensayo del índice de Proctor Modificado con la adición de PET 1% + ,6% de Ceniza de Palma en el KM 1+500

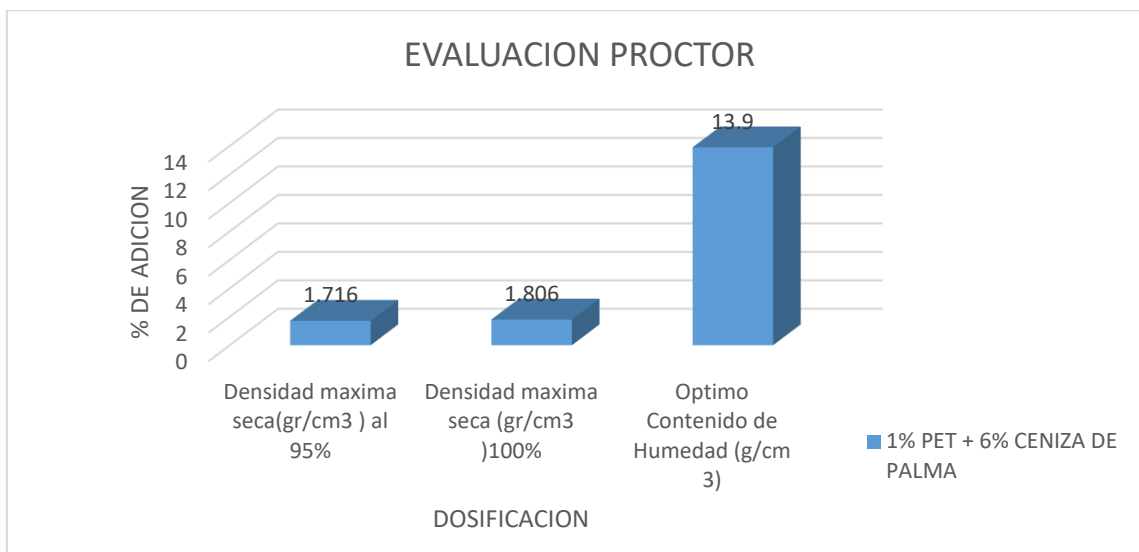


Figura 15: Valores obtenidos del ensayo del índice de Proctor Modificado con la adición de PET 1% + 9% de Ceniza de Palma en el KM 1+500

Interpretación:

De la tabla 6 y figura 13 se puede observar el diseño de la calicata C-2 respecto al Proctor modificado donde se pudo evidenciar al patrón que se encuentra con un promedio de la densidad máxima seca al 95% con un valor de 1.614%, mientras que a mayor porcentaje del valor la densidad máxima seca al 100% con un valor de 1.698%, y un promedio de humedad optima que se encuentra 14.91 g/cm³.

En la tabla 6 y figura 14 Cuando se empleó la adición de 1% PET + 3% de Ceniza de palma hubo un incremento en los resultado frente al ensayo del patrón que se encuentra con un promedio de la densidad máxima seca al 95% con un valor de 1.659%, mientras que a mayor porcentaje del valor la densidad máxima seca al 100% con un valor de 1.747%, y un promedio de humedad optima que se encuentra 16.4 g/cm³.

En la tabla 6 y figura 15 cuando se empleó la adición de 1% PET + 6% de Ceniza de palma hubo un incremento al hacer el ensayo de Proctor modificado se encuentra con un promedio de la densidad máxima seca al 95% con un valor de 1.716%, mientras que a mayor porcentaje del valor la densidad máxima seca al 100% con un valor de 1.806%, y un promedio de optima humedad que se encuentra 13.90 g/cm³.

En la tabla 6 y figura 16 cuando se empleó la adición de 1% PET + 9% de Ceniza de palma hubo un incremento en los resultados frente al ensayo del patrón que se encuentra con un promedio de la densidad máxima seca al 95% con un valor de 1.70%, mientras que a mayor porcentaje del valor la densidad máxima seca al 100% con un valor de 1.79%, y un promedio de humedad optima que se encuentra 19.1 g/cm³. Es así que podemos inferir de los resultados obtenidos que para un tipo de suelo areno arcilloso este mantiene una proporcionalidad inversa entre la incorporación PET y la MDS de la muestra patrón

4.1.4. Incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la resistencia de la subrasante

Tabla 7: Obtenidos del ensayo CBR (Patrón) con la adición de PET 1% + 3%, 6% y 9% de Ceniza de Palma en el KM 1+500

PORCENTAJE DE ADICIÓN	VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. A 0.1"	VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. A 0.1"	VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. A 0.2"	VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. A 0.2"	ESPANSION %
Suelo patrón C-2	3.00%	2.40%	3.60%	3.60%	0.01%
1% PET + 3% CENIZA DE PALMA	6.80%	5.30%	8.60%	6.90%	0.00%
1% PET + 6% CENIZA DE PALMA	9.70%	7.80%	12.40%	10.10%	0.00%
1% PET + 9% CENIZA DE PALMA	8.10%	6.50%	11.00%	8.80%	0.00%

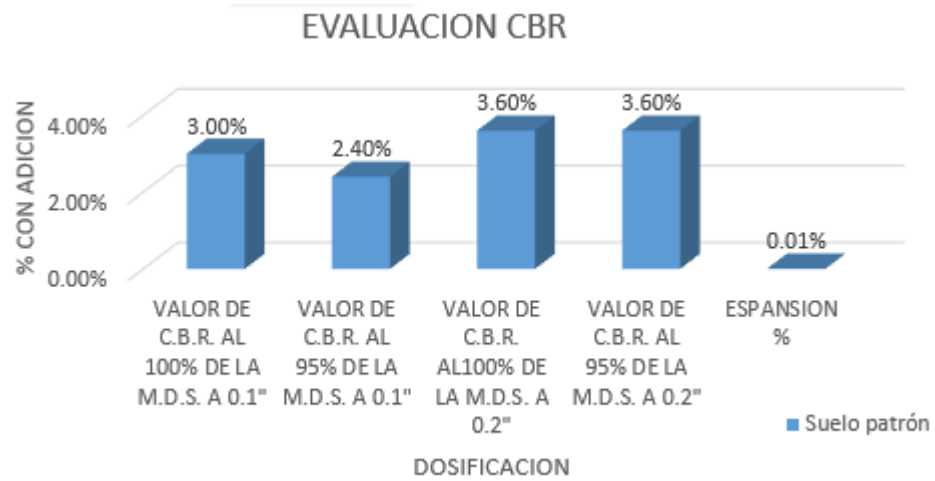


Figura 16: Valores obtenidos del ensayo CBR (Patrón) en el KM 1+500

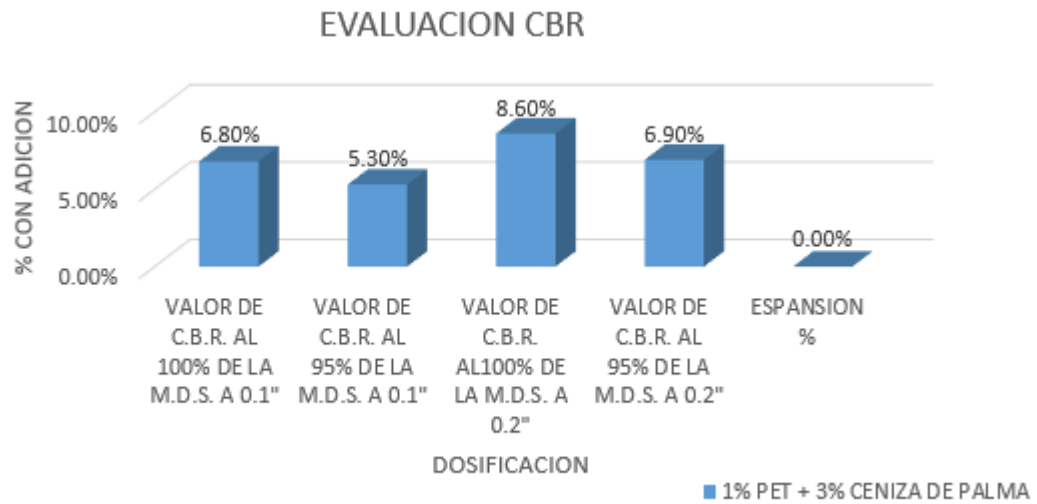


Figura 17: Valores obtenidos del ensayo CBR con la adición de PET 1% + 3%, de Ceniza de Palma en el KM 1+500

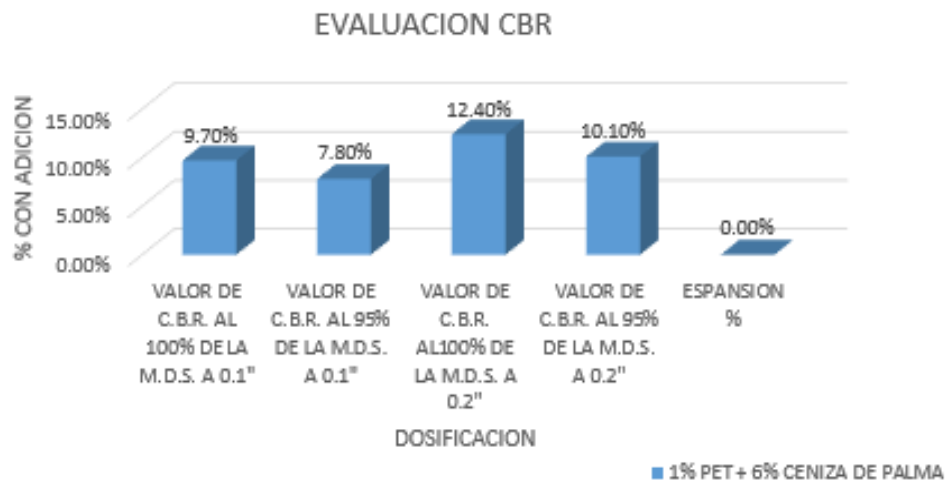


Figura 18: Valores obtenidos del ensayo del CBR con la adición de PET 1% + 6% de Ceniza de Palma en el KM 1+500

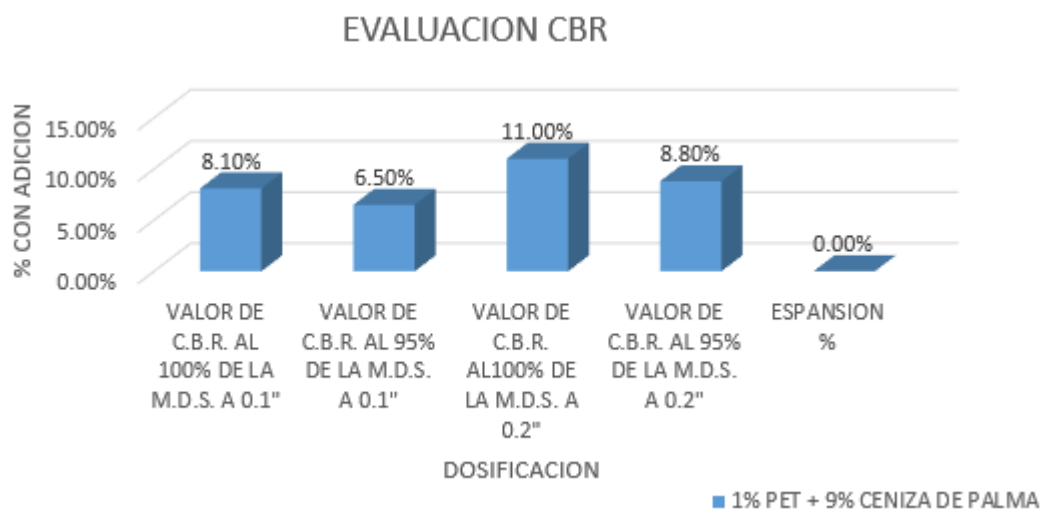


Figura 19: Valores obtenidos del ensayo CBR con la adición de PET 1% + 9% de Ceniza de Palma en el KM 1+500

Interpretación:

En la tabla 7 y la figura 18 se presenta el diseño de la calicata C-2 en relación con los valores de California Bearing Ratio (CBR). En los resultados se puede observar que al agregar un 1% de PET (posiblemente se refiere a algún aditivo) y un 3% de Ceniza de palma al suelo patrón, se produjo un aumento en los valores de CBR. Con estas adiciones, el valor del CBR aumentó de 2.40% al 95% y 3.00% al 100% en relación a la densidad máxima seca (DMS) de

0.1 pulgadas. Posteriormente, al aumentar la adición a un 1% de PET y un 6% de Ceniza de palma, el valor del CBR continuó aumentando, llegando a 7.80% al 95% y 9.70% al 100% de la DMS. Finalmente, al agregar un 1% de PET y un 9% de Ceniza de Palma al suelo patrón, se observó un incremento en el valor del CBR de 6.50% al 95% y 8.10% al 100% de la DMS.

Estos resultados indican que, para un tipo de suelo areno arcilloso, existe una relación directa entre la adición de PET y Ceniza de palma, y el valor del CBR de la muestra patrón C-2. En otras palabras, la incorporación de estas adiciones al suelo parece tener un efecto positivo en la resistencia del suelo, como se refleja en el aumento en los valores de CBR en diferentes porcentajes de DMS.

4.2. Discusión de resultados

Comparando los resultados obtenidos con resultados con la investigación realizada por MÁRQUEZ (2019), donde también se evaluó el efecto del PET en la rigidez del suelo arcilloso, se encuentra una concordancia en la idea de que la adición de PET puede mejorar la resistencia del suelo. En ambas investigaciones, se llega a la conclusión de que la incorporación de PET, ya sea solo o en combinación con otros materiales como la Ceniza de palma, tiene un impacto positivo en la capacidad de carga del suelo, expresada en términos de CBR.

Es importante destacar que, aunque los resultados muestran una tendencia clara, sería valioso realizar estudios adicionales para comprender más profundamente los mecanismos detrás de esta mejora en la resistencia. También sería beneficioso llevar a cabo pruebas a largo plazo y en condiciones de campo para validar la durabilidad y la eficacia de esta técnica de mejora de suelos en aplicaciones prácticas de construcción de carreteras.

En resumen, los resultados obtenidos en el presente estudio respaldan la noción de que la adición de PET reciclado y Ceniza de palma mejora la resistencia de la subrasante arcillosa. La relación directa entre la proporción de aditivos y el valor del CBR indica una posible variación que puede ser explorada en futuras investigaciones.

Al examinar los resultados específicos, se observa que al agregar un 1% de PET y un 3% de Ceniza de palma, se logra un incremento significativo en los valores de CBR tanto al 95% de la DMS (Deformación Máxima Sostenida) como al 100 % de la DMS. Estos incrementos son 2.40% y 3.00% respectivamente, resultando en valores de CBR del 5.30% y 6.80% respectivamente.

Cuando se aumenta la proporción de aditivos, como en el caso de incorporar un 1% de PET y un 6% de Ceniza de palma, los valores de CBR aumentan aún más, alcanzando 7.80% al 95% de la DMS y 9.70% al 100 % de la DMS.

Sin embargo, se observa una ligera disminución en los valores de CBR cuando la proporción de aditivos se incrementa al 9%, con valores de 6.50% al 95% de la DMS y 8.10% al 100% de la DMS. Aunque esta disminución podría indicar que existe un punto óptimo en la proporción de aditivos, sería necesario realizar más investigaciones para comprender completamente esta relación y determinar si esta disminución es significativa o se debe a variaciones naturales en los ensayos.

Estos resultados coinciden con la investigación realizada por Luna y Bejarano (2020), donde también se evaluó el impacto de la adición de fibras de PET en suelos arcillosos. Ambos estudios concluyen que la incorporación de PET reciclado mejora tanto las propiedades físicas como las mecánicas de los suelos arcillosos, lo que se refleja en un aumento en el índice CBR.

Esto sugiere una posible aplicación práctica de esta técnica para mejorar la resistencia de los suelos en proyectos de construcción de carreteras.

CONCLUSIONES

- ❖ Con respecto al objetivo específico 1, se ha logrado establecer que las propiedades químicas de la Ceniza de palma contribuyen significativamente en la estabilización de la subrasante arcillosa de la carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022, debido a que estas Cenizas presentan en su composición alto contenido de óxido de calcio al 15.2% y dióxido de silicio al 61.2%, componentes similares y principales al del cemento lo que hace que este material se comporte como un material cementante ayudando a estabilizar el suelo intervenido.
- ❖ En respuesta del objetivo específico 2, al evaluar la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en el índice de plasticidad del suelo de la subrasante arcillosa de la carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022, se puede afirmar que a mayor dosis de aditivos el índice de plasticidad, se incrementa resultando lo siguiente el diseño patrón se encuentra con un promedio del índice de plasticidad de 10.70%, mientras que a mayor porcentaje de incorporación de PET y Ceniza de Palma, el valor promedio del (IP) del suelo obtenido con la siguiente característica al 1% PET+ 3% Ceniza de palma se obtiene un incremento del 15.80%, luego para un 1% PET+ 6% Ceniza de palma se obtiene un incremento del 14.00% y para un 1% PET+ 9% Ceniza de palma se obtiene un incremento del 15.70% demostrando que la mejor opción es adicionar 1% PET+ 3% Ceniza de Palma. Por lo tanto podemos inferir de los resultados obtenidos que es un tipo de suelo arenoso arcilloso esto mantiene una proporcionalidad directa entre la adición de PET y la Ceniza de palma.
- ❖ Con respecto al objetivo específico 3, la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la máxima densidad seca y humedad óptima del suelo de la subrasante arcillosa de la carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022., se puede afirmar que se pudo evidenciar al patrón que se encuentra con un promedio de la densidad máxima seca al 95% con un valor

de 1.614%, mientras que a mayor porcentaje del valor la densidad máxima seca al 100% con un valor de 1.698%, y un promedio de humedad optima que se encuentra 14.91 g/cm³. Cuando se empleó la adición de 1% PET + 3% de Ceniza de palma hubo un incremento en los resultado frente al ensayo del patrón que se encuentra con un promedio de la densidad máxima seca al 95% con un valor de 1.659%, mientras que a mayor porcentaje del valor la densidad máxima seca al 100% con un valor de 1.747%, y un promedio de humedad optima que se encuentra 16.4 g/cm³.

- ❖ En respuesta al objetivo específico 4, al determinar cómo influye la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la resistencia de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022, se tiene que se pudo evidenciar que se encuentra con un promedio frente al patrón con la adición de 1% PET + 3% de Ceniza de palma hubo un incremento en los resultado frente al ensayo del patrón experimenta un incremento el valor del CBR de 2.40% al 95% y 3.00% al 100% en su DMS (0.1”), hasta llegar a 5.30 % al 95% y 6.80% al 100%, posteriormente con la adición del 1% de PET y el 6% de Ceniza de palma al suelo patrón su CBR experimenta un incremento de 7.80% al 95% y 9.70 % al 100% y finalmente con la adición del 1% de PET y el 9% de Ceniza de palma al suelo patrón su CBR experimenta un incremento de 6.50% al 95% y 8.10 % al 100 % . es por lo cual podemos inferir los resultados obtenidos que para un tipo de suelo areno arcilloso este mantiene una proporcionalidad directa entre la adición de PET y Ceniza de palma y el valor del CBR de la muestra patrón.

RECOMENDACIONES

- ❖ Dado que se ha demostrado que las propiedades químicas de la Ceniza de palma tienen un impacto significativo en la estabilización de la subrasante arcillosa, se recomienda considerar lo siguiente: Realice un análisis más detallado de la interacción química entre la Ceniza de palma y los componentes del suelo para comprender mejor los mecanismos de estabilización, Investigar cómo varían las propiedades mecánicas del suelo con diferentes proporciones de Ceniza de palma y otros aditivos, con el fin de optimizar la mezcla para obtener la máxima resistencia, Llevar a cabo pruebas a largo plazo y en condiciones ambientales diversas para evaluar la durabilidad de la estabilización y asegurarse de que sea sostenible a lo largo del tiempo.
- ❖ Dado que la incorporación de PET y Ceniza de palma afecta el índice de plasticidad del suelo, aquí hay algunas recomendaciones: Investigar en mayor profundidad cómo la variación en la proporción de PET y Ceniza de palma afecta no solo el índice de plasticidad, sino también otras propiedades relevantes del suelo, Realizar pruebas de laboratorio adicionales para evaluar el comportamiento de la mezcla en diferentes condiciones de carga y humedad, lo que ayudará a comprender mejor su desempeño en situaciones prácticas, Considere la viabilidad económica y ambiental de la producción a gran escala de esta mezcla mejorada, teniendo en cuenta la disponibilidad de PET reciclado y Ceniza de palma.
- ❖ Dado que la adición de PET y Ceniza de palma afecta la densidad máxima seca y la humedad óptima del suelo, aquí hay algunas recomendaciones: Realice ensayos adicionales para comprender cómo la variación en la proporción de aditivos puede afectar la compactibilidad del suelo en diferentes condiciones de densidad y humedad, Evaluar la

resistencia y la durabilidad de la mezcla mejorada a lo largo del tiempo, especialmente en condiciones climáticas cambiantes.

- ❖ Dado que se ha demostrado que la incorporación de PET y Ceniza de palma mejora la resistencia de la subrasante arcillosa, aquí hay algunas recomendaciones: Realice pruebas de carga repetida y ensayos de envejecimiento acelerado para evaluar la resistencia a largo plazo de la mezcla mejorada bajo condiciones realistas, Explorar la posibilidad de aplicar esta mezcla en proyectos piloto de carreteras para validar su desempeño en situaciones prácticas y monitorear su comportamiento a lo largo del tiempo,. Considerar la disponibilidad local de PET reciclado y Ceniza de palma, así como la factibilidad económica y logística de producir y aplicar la mezcla en proyectos viales reales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2. **PÉREZ, C.A.** Mejoramiento de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada [en línea]. Lima-Perú, 2014 [fecha de consulta: 28 octubre 2023]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3259557>

3. **DE LA CRUZ, L.M. y SALCEDO, K.K.** Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2000) para pavimentación en Palian - Huancayo- Junin - Huancayo. Huancayo [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima-Perú: Universidad Peruana Los Andes, 2016 [fecha de consulta: 10 octubre 2023]. 146 pp. Disponible en: https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/112/Lizeth_Mercedes_Tesis_Licenciado_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y

4. **HERNÁNDEZ, J; MEJÍA, D. y ZELAYA, C.** *Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de El Salvador* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). El salvador: El Salvador : Universidad de El Salvador, 2016 [fecha de consulta: 01 octubre 2023]. 380 pp. Disponible en: <http://opac.fmoues.edu.sv/infolib/tesis/50108285.pdf>.

5. **HERNÁNDEZ, D.** *Analisis Comparativo de un material estabilizado con Cal y Cemento* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Mexico: Instituto Politécnico Nacional, 2016 [fecha de consulta: 05 octubre 2023]. 117 pp. Disponible en: https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/19529/Memoria%20de%20Experiencia%20Profesional_AHD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

6. **CARROZZO, E.M. y SALAZAR, D.S.** *Influencia de las Fibras de Polipropileno y Cemento Portland Tipo I en las Propiedades Geotécnicas de suelos arcillosos aplicado en la Subrasante de la carretera Pampa - La Florida, en el tramo Km 3+300 hasta Km 13+050 ubicado en el distrito Atavillos Bajos en la provincia de Huaral y departamento de Lima* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima-Perú: Universidad San Martín de Porres, 2021 [fecha de consulta: 10 setiembre 2023].166 pp. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/8813>

7. **MOALE, A.B. y RIVERA, E.J.** *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la Localidad de Villa Rica* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima-Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicada, 2019 [fecha de consulta: 21 setiembre 2023].106 pp. Disponible en: <https://upc.aws.openrepository.com/handle/10757/648846>

8. **GONGORA, C.K.** *Influencia de la Cal y el Cemento Portland Tipo I en la Subrasante de la trocha del distrito de Chillia, Provincia de Pataz - 2019* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo-Perú: Universidad Privada del Norte, 2019 [fecha de consulta: 25 setiembre 2023]. 275 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21168>

9. **VELÁSQUEZ, C.** *Influencia del cemento Portland Tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la Avenida Dinamarca, Sector La Molina* [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Cajamarca-Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018 [fecha de consulta: 28 setiembre 2023]. 155 pp. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2534>
10. **LÓPEZ, J.J. y ORTIZ, G.** *Estabilización de suelos arcillosos con Cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay* [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Apurímac-Perú: Universidad Tecnológica de los Andes, 2018 [fecha de consulta: 03 octubre 2023]. 95 pp. Disponible en: <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/152>
11. **PILLACA, E. y FLORES, N.** *Incorporación de botellas de plástico reciclado y cemento portland tipo I para estabilizar la subrasante arcillosa carretera Huamanga, Ticsas, Ayacucho 2022* [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2022 [fecha de consulta: 20 octubre 2023]. 155 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/103148>
12. **MAMANI, L.E. y YATACO, A.J.** *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho* [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Lima-Perú: Universidad San Martín de Porres, 2017 [fecha de consulta: 12 octubre 2023]. 155 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/3635>
13. **CRESPO, C.** *Mecánica de Suelos y Cimentaciones. 5ed. Ciudad de México, México, Limusa, 2004.* 650 pp.
14. **MTC** (Ministerio de Transportes y comunicaciones, Perú). 2014. Manual de Carreteras: Suelos y pavimentos R.D No. 10-20214-MTC/14 Lima-Perú [fecha de consulta: 19 octubre 2023]. 301 pp
15. **AASHTO** (American Association of State Highway and Transportation Officials, Estados Unidos de América) *Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes. Designation M145 - 91.*
16. **ASTM** (American Society for Testing and Materials, Estados Unidos de América). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes, Unified Soil Classification System* Designation D 2487 - 11.
17. **DAS, B.M.** *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones. 7 ed. Cardenas, J (trad.). Ciudad de México, México* [fecha de consulta: 15 octubre 2023] Limusa, 650 pp.
18. **VENKATRAMAIAH, C.** *Geotechnical Engineering. E ed. Nueva Delhi - India* [fecha de consulta: 15 octubre 2023]. 926 pp. Age International, 2006.
19. **PCA** (Portland Cement Association, Estados Unidos de América). 1995. Soil – Cement Construction Handbook [en línea]. Engineering Bulletin EB003.10S. 40 pp. [fecha de consulta: 15 octubre 2023]. Disponible en http://www.cement.org/docs/defaultsource/th-paving-pdfs/soil_cement/eb003.pdf?sfvrsn=2

20. **SOWERS, GB y SOWERS, GF.** Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones. 3 ed. Menéndez, J (trad.). Ciudad de México-1972, México, Limusa – Wiley. [fecha de consulta: 19 octubre 2023]. 677 pp
21. **NORMA TÉCNICA PERUANA 339.127, NTP.** *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. NTP 339.127.* Lima-Perú, 2019. 17 pp.
22. **ANGULO, M y ZAVALA, C.N.** *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas como capa de rodadura en la Prolongación Navarro Cauper, Distrito San Juan - Maynas - Iquitos, 2019* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Loreto-Perú: Universidad Científica del Perú, 2020 [fecha de consulta: 12 noviembre 2023]. 166 pp. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1220>
23. **KRAEMER, C; PARDILLO, JM y Otros.** *Ingeniería de Carreteras.* Madrid, España, 2004, McGraw-Hill.v.2, 555 pp.
24. **RICO, A y DEL CASTILLO, H.** *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas.* Ciudad de Mexico, México, 2005. Limusa, v.2, 644 pp.
25. **USACE (US Army Corps Of Engineers, Estados Unidos de America).** *Soil Stabilization for Pavements: Mobilization Construction* [en línea]. Engineer Manual EM 110-3-137. Washington, Estados Unidos de America. [fecha de consulta: 12 setiembre 2023]. Disponible en: http://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerManuals/EM_1110-3-137.pdf?ver=2013-09-04-070839-903
26. **PASQUEL, E.** *Tópicos de Tecnología del concreto en el Perú.* 2 ed. Lima, Perú. Colegio de Ingenieros del Perú, 1998. [fecha de consulta: 17 octubre 2023]. 380 pp.
27. **NEVILLE, AM y BROOKS, JJ.** *Concrete Technology.* 2 ed. Malaya, 2010, prentice Hall. [fecha de consulta: 25 setiembre 2023]. 442 pp.
28. **CEMENTOS PACASMAYO,** *Cemento Portlan Tipo I* [en línea]. Pacasmayo, Perú, 2017.[fecha de consulta: 02 noviembre 2023] . Disponible en: <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/tradicional/tipo-i/>
29. **LAGUROS, JG.** *Effect of chemicals on soil-cement stabilization* [en línea]. Tesis (Ph.D. Ingeniería Civil). Iowa State University of Science and Technology. Estados Unidos de America, 1962. [fecha de consulta: 28 octubre 2023]. 166 pp. Disponible en: <https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com.pe/>
30. **MITCHELL, JK y HERZONG, A.** *Reactions Accompanying Stabilización Of Clay With Cement* [en línea]. HRB (Highway Research Board), California, 1963. HRR 36:146-171. [fecha de consulta: 23 octubre 2023]. Disponible en: <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrr/1963/36/36-008.pdf>


31. **MONTEJO, A.** *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá-Colombia. 2 ed. [fecha de consulta: 17 octubre 2023]. 733 pp.
32. **MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).** *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos*. R.D. N° 10-2014-MTC/14. Lima, Perú, 2014. [fecha de consulta: 11 octubre 2023]. 301 pp.
33. **QUINTANILLA, C.A.** *El estado del arte del suelo cemento en Estructuras de Pavimentos*. Bogotá, Colombia, 2007. FICEM. [fecha de consulta: 21 octubre 2023]. 49 pp.
34. **PCA (Portland Cement Association).** *Soil - Cement* [en línea]. Estados Unidos de América, 2017. [fecha de consulta: 19 setiembre 2023]. Disponible en: <http://www.cement.org/cement-concrete-applications/paving/soil-cement>
35. **HERNÁNDEZ, A.** *Análisis comparativo de un material estabilizado con cal y cemento* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). D.F-México: Instituto Politécnico Nacional, 2016 [fecha de consulta: 05 noviembre 2023]. 117 pp. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/19529>
36. **ICG (Instituto de Construcción y Gerencia).** *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima, Perú, 2016. ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia. [fecha de consulta: 07 octubre 2023].
37. **LIME (Nacional Lime Association),** *Manual de Estabilización de Suelo Tratado con Cal*. Virginia, EE.UU, 2004. [fecha de consulta: 13 octubre 2023].
38. **MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).** *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima, Perú, 2016. [fecha de consulta: 15 octubre 2023]. 1268 pp.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipotesis general	Variable	Indicadores	Unidad de medida
¿Cuál es el efecto de la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022?	Conocer cuál es el efecto de la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.	El efecto de la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma influye positivamente en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.	Variable independiente % de PET + % de Ceniza de Palma	1% de PET + 3%, 6% y 9% de Ceniza en peso en Kg con respecto a la MDS del suelo en estado natural	Kg
Problemas específicos	Objetivo específicos	Hipotesis específicas			
¿Cuales son las propiedades químicas de la Ceniza de palma para contribuir en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022?	Determinar cuales son las propiedades químicas de la Ceniza de palma para contribuir en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.	Las propiedades químicas de la Ceniza de palma contribuye positivamente en la estabilización de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.	Variable dependiente Estabilizacion de la subrasante Arcillosa	Indice de plasticidad Proctor Modificado (Máxima Densidad seca y Óptimo contenido de Humedad) Capacidad de soporte (CBR %)	Adimensional Kg/cm ³ %
¿Como influye la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en el índice de plasticidad del suelo de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022?	Evaluar como influye la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en el índice de plasticidad del suelo de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.	La incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma mejora significativamente el índice de plasticidad del suelo de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.			
¿Como influye la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la máxima densidad seca y humedad optima del suelo de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022?	Conocer como influye la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la máxima densidad seca y humedad optima del suelo de la subrasante Arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.	La incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma influye positivamente en la máxima densidad seca y humedad optima del suelo de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.			
¿Como influye la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la resistencia de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022?	Determinar como influye la incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma en la resistencia de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.	La incorporación de PET reciclado y Ceniza de palma mejora significativamente la resistencia de la subrasante arcillosa carretera Huamanga Ticllas, Ayacucho 2022.			

Anexo 2: Resultados de los ensayos

	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	EFECTOS DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUANANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022*		
SOLICITANTE:	SACIL ANDEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUANANGA / AYACUCHO		

I. Datos Generales


PROCEDENCIA:	C - 01	TIPO DE MATERIAL:	PROPIO
MUESTRA:	E - 02	COD. PROYECTO:	IGM-15-PC-010-2023
ESTRATO:	-	COD. MUESTRA:	M-C01-2023
PROFUND. (m):	-	FECHA:	Ju-23

Nº DE ENSAYOS		1	2
Nº Tara	Nº	31	32
Masa Tara + Suelo Humedo	(b)	100.0	116.4
Masa Tara + Suelo Seco	(b)	91.8	106.4
Masa Tara	(d)	27.5	27.2
Masa Agua	(d)	8.2	10.0
Masa Suelo Seco	(d)	64.3	78.2
Contenido de Humedad	(e)	12.7	12.8
Promedio (%)		12.8	


Observaciones:

.....

.....



Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP. 132454
INGENIERO EN GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTOS

	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 . MTC E-110)	F - 5G - 101	
		Revisión: 1	Fecha: 2022-04-12
PROYECTO:	"EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022"		
SOLICITANTE:	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : C - 01	TIPO DE MATERIAL: PROPIO
MUESTRA : E - 02	COD. PROYECTO: IGM-FS-PC-010-2023
ESTRATO : -	COD. MUESTRA: M-C01-2023
PROFUND. (m) : -	FECHA: Jul-23

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	100	124	77
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	70.89	70.74	69.43
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	67.41	67.05	66.01
MASA DE AGUA	(g)	3.48	3.69	3.42
MASA DEL TARRO	(g)	58.22	56.94	56.48
MASA DEL SUELO SECO	(g)	9.39	10.11	9.53
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.9	36.5	35.9
NUMERO DE GOLPES		16	26	33

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	19	12
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	24.58	23.73
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	23.56	22.68
MASA DE AGUA	(g)	1.2	1.1
MASA DEL TARRO	(g)	18.11	17.90
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.3	4.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.8	22.0




CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	36.6
LIMITE PLASTICO (%)	22.4
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	14.3

Observaciones:

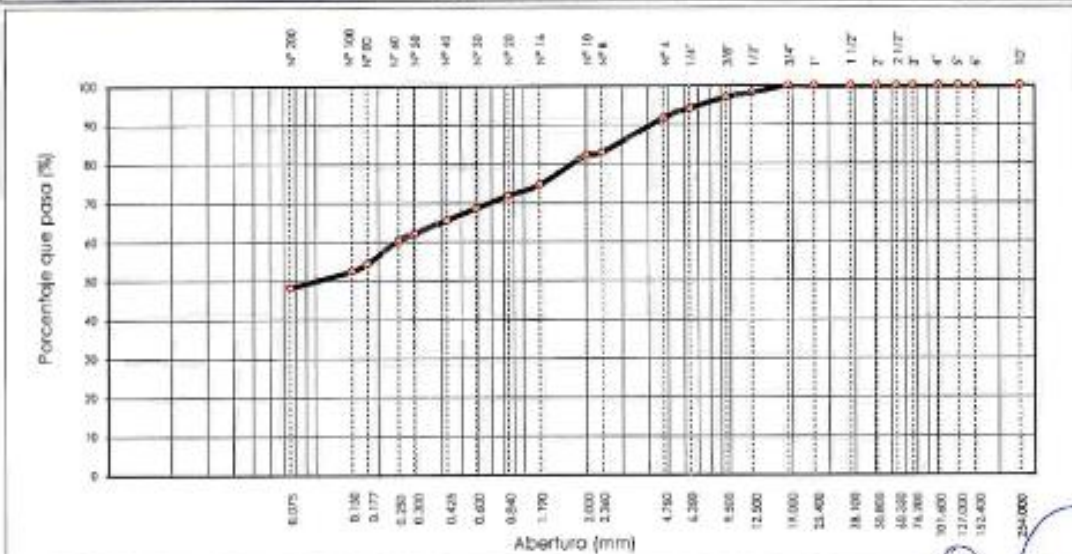
.....

.....


Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP 132454
 INGENIERO EN GEOTECNIA CON ESPECIALIDAD EN FUNDACIONES


	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)		F - 5G - 102					
			Revisión:	1				
			Fecha:	2023-04-12				
PROYECTO:	"EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS. AYACUCHO 2022"							
SOLICITANTE:	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA							
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO							
I. DATOS GENERALES								
PROCEDENCIA	1 C - 01	TIPO DE MATERIAL:		PROPIO				
MUESTRA	1 E - 02	COD. PROYECTO:		IGM-FS-PC-010-2023				
ESTRATO	1 -	COD. MUESTRA:		M-C01-2023				
PROFUND. (m)	1 -	FECHA:		JUL-23				
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
10"	254.000						Masa Inicial: 1351.1	
6"	152.400						Masa fracción: 700.0	
5"	127.000						% Grava: 8.39	
4"	101.600						% Arena: 43.42	
3"	76.200						% Finos: 48.19	
2 1/2"	63.500						Coeficientes de uniformidad y curvatura	
2"	50.800						D10 (mm):	0.016
1 1/2"	38.100						D30 (mm):	0.047
1"	25.400						D60 (mm):	0.248
3/4"	19.050				100.00		Cu:	15.93
1/2"	12.700	25.0	1.85	1.85	98.15		Cc:	0.565
3/8"	9.525	15.5	1.15	3.00	97.00		D15 (mm):	0.023
1/4"	6.350	37.7	2.79	5.79	94.21		D50 (mm):	0.106
N° 4	4.750	35.1	2.60	8.39	91.61		D85 (mm):	2.961
N° 8	2.380	118.4	8.76	17.15	82.85		Clasificación AASHTO Y SUCS	
N° 10	2.000	9.9	0.73	17.88	82.12		Clasificación (AASHTO):	A-6
N° 16	1.190	101.8	7.53	25.42	74.58		Índice de Grupo (IG):	14
N° 20	0.840	37.5	2.78	28.19	71.81		Clasificación (SUCS):	
N° 30	0.590	43.4	3.21	31.40	68.60		SC	
N° 40	0.426	42.0	3.11	34.51	65.49		ARENA ARCILLOSA	
N° 50	0.297	48.5	3.59	38.10	61.90			
N° 60	0.250	23.5	1.74	39.84	60.16			
N° 80	0.177	77.7	5.75	45.59	54.41			
N° 100	0.149	26.4	1.95	47.55	52.45		OBSERVACIONES:	
N° 200	0.075	57.6	4.26	51.81	48.19			
< N° 200		651.1	48.19	100.00				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:


Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 C.I. 132454
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA CIVIL Y OBRAS DE OBRAS DE OBRAS

	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)	F - 50 - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	TERCERO DE LA INCORPORACION DE PEF RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HIAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022*		
SOLICITANTE:	BACH. ANGE ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACIÓN:	TICLLAS / HIAMANGA / AYACUCHO		

1. Datos Generales

PROCEDENCIA : C - 02 MUESTRA : E - 02 ESTRATO : - PROFUND. (m) : -	TIPO DE MATERIAL: PROPIO COD. PROYECTO: IGM-15-PC-010-2023 COD. MUESTRA: M-C02-2023 FECHA: JUL-23
---	--


N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	11	12
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	106.4	107.7
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	100.8	101.8
Masa Tara	(g)	18.0	17.9
Masa Agua	(g)	5.6	5.9
Masa Suelo Seco	(g)	82.8	83.9
Contenido de Humedad	(%)	6.8	7.0
Promedio (%)		6.9	

Observaciones:

.....

.....


 Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 CIP 132444
 CONSULTA EN GEOTECNIA, CEMENTO Y ASFALTOS

	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022*		
SOLICITANTE:	SACHIL ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : C - 02 MUESTRA : E - 02 ESTRATO : - PROFUND. (m) : -	TIPO DE MATERIAL : PROPIO COD. PROYECTO : IGM-FS-PC-010-2023 COD. MUESTRA : M-C02-2023 FECHA : JUN-23
---	--

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	73	43	123
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	49.92	73.50	74.43
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	46.74	70.14	71.15
MASA DE AGUA	(g)	3.18	3.36	3.28
MASA DEL TARRO	(g)	56.35	58.22	58.59
MASA DEL SUELO SECO	(g)	10.39	11.92	12.56
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.6	28.2	26.1
NUMERO DE GOLPES		17	24	33

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	49	3
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	27.82	31.52
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	24.85	30.60
MASA DE AGUA	(g)	1.0	0.9
MASA DEL TARRO	(g)	21.26	25.22
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.4	5.4
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.4	17.1



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	28.0
LIMITE PLASTICO (%)	17.2
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.7

Observaciones:

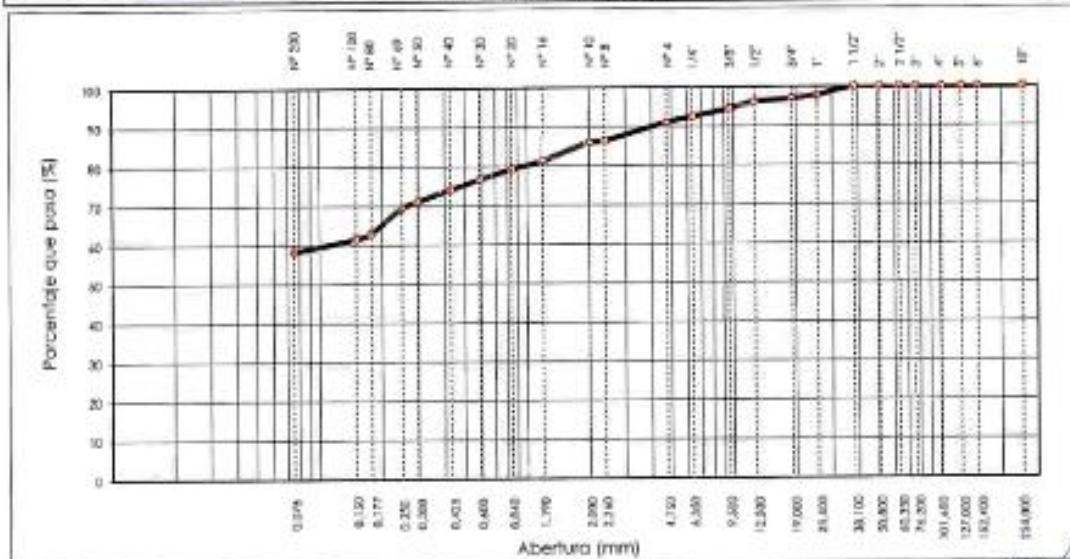
.....



Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 C.I.P. 182484
 maxwil@engeomax.com.pe | www.engeomax.com

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)		F - 50 - 102				
			Revisión:	1			
			Fecha:	2022-04-12			
PROYECTO:	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022*						
SOLICITANTE:	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA						
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO						
I. DATOS GENERALES							
PROCEDENCIA:	C - 02	TIPO DE MATERIAL: PROPIO					
MUESTRA:	E - 02	COD. PROYECTO: IGM-F5-PC-010-2023					
ESTRATO:	1 -	COD. MUESTRA: M-C02-2023					
PROFUND. (m):	1 -	FECHA: Jul-23					
TAMIZ	AASHO T-27 (mm)	PESO REBENDO	FORCENTAJE RETENIDO	REBENDO ACUMULADO	FORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa inicial: 2284.7
6"	152.400						Masa fracción: 933.7
5"	127.000						% Grava: 8.96
4"	101.600						% Arena: 30.77
3"	76.200						% Finos: 58.26
2 1/2"	63.500						Coefficientes de uniformidad y curvatura
2"	50.800						D10 (mm): 0.073
1 1/2"	38.100				100.00		D30 (mm): 0.059
1"	25.400	50.3	2.20	2.20	97.80		D40 (mm): 0.115
3/4"	19.050	19.7	0.86	3.06	96.94		Cu: 8.96
1/2"	12.700	18.5	0.81	3.87	96.13		Cc: 1.004
3/8"	9.525	38.6	1.69	5.56	94.44		D15 (mm): 0.019
1/4"	6.350	45.3	1.98	7.55	92.45		D50 (mm): 0.056
Nº 4	4.750	32.7	1.43	8.98	91.02		D85 (mm): 1.841
Nº 8	2.380	105.8	4.63	13.61	86.39		Clasificación AASHO Y SUCS
Nº 10	2.000	11.2	0.49	14.10	85.90		Clasificación (AASHO): A-6
Nº 16	1.190	104.9	4.59	18.69	81.31		Índice de Grupo (IG): (4)
Nº 20	0.840	48.4	2.12	20.81	79.19		Clasificación (SUCS): CL
Nº 30	0.590	59.7	2.61	23.42	76.58		ARCILLA LIGERA ARENOSA
Nº 40	0.426	58.4	2.56	25.98	74.02		
Nº 60	0.297	70.0	3.06	29.04	70.96		
Nº 80	0.250	37.0	1.62	30.66	69.34		
Nº 100	0.177	147.2	6.44	37.10	62.90		
Nº 200	0.075	72.0	3.20	41.74	58.26		
< Nº 200		1331.0	58.26	100.00			OBSERVACIONES:


CURVA GRANULOMÉTRICA




Observaciones:

.....




Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 CIP: 172454
 INGENIERO EN GEOTECNIA (CONCRETO) INGENIERO

	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2020-04-12
PROYECTO:	SECCION DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA NIAMANGA TICILAS AYACUCHO 2022		
SOLICITANTE:	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACION:	TICILAS / NIAMANGA / AYACUCHO		

1. Datos Generales

PROCEDENCIA	: C - 03	TIPO DE MATERIAL:	PROPIO
MUESTRA	: E - 02	COD. PROYECTO:	IGM-FSP-C010-2020
ESTIADO	: -	COD. MUESTRA:	M-C09-2020
PROFUND. (m)	: -	FECHA:	J1-23


N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	49	20
Masa tara + Suelo Humedo	g	104.0	110.8
Masa tara + Suelo Seco	g	95.2	104.8
Masa tara	g	21.3	27.9
Masa Agua	g	5.8	6.0
Masa Suelo Seco	g	75.9	76.9
Contenido de Humedad	(%)	7.6	7.6
Promedio (%)		7.7	

Observaciones:

.....

.....


Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP. 137454
 INGENIERO EN GEOTECNIA - COMERCIO - INGENIERO

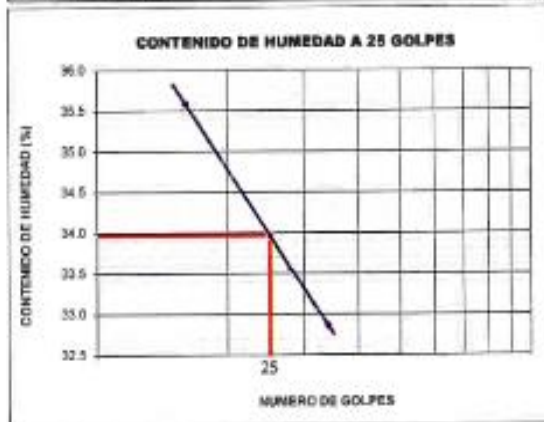
	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318, MTC E-110)	F - SG - 101	
		Revlóric:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022*		
SOLICITANTE:	BACH. ANGELO ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : C - 03	TIPO DE MATERIAL: PROPIO
MUESTRA : E - 02	COD. PROYECTO: IGM-FS-PC-010-2023
ESTRATO : -	COD. MUESTRA: M-C03-2023
PROFUND. (m) :-	FECHA: 2-4-23

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	52	62	58
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	69.26	71.31	66.92
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	65.62	67.77	63.69
MASA DE AGUA	(g)	3.74	3.54	3.23
MASA DEL TARRO	(g)	55.01	57.30	53.66
MASA DEL SUELO SECO	(g)	10.51	10.42	9.85
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.6	34.0	32.9
NÚMERO DE GOLPES		14	25	34

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO	N°	31	17	
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.67	24.67	
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	32.90	23.46	
MASA DE AGUA	(g)	1.0	1.0	
MASA DEL TARRO	(g)	27.52	18.09	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.2	5.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.7	18.8	




CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	34.0
LIMITE PLASTICO (%)	18.8
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.2

Observaciones:

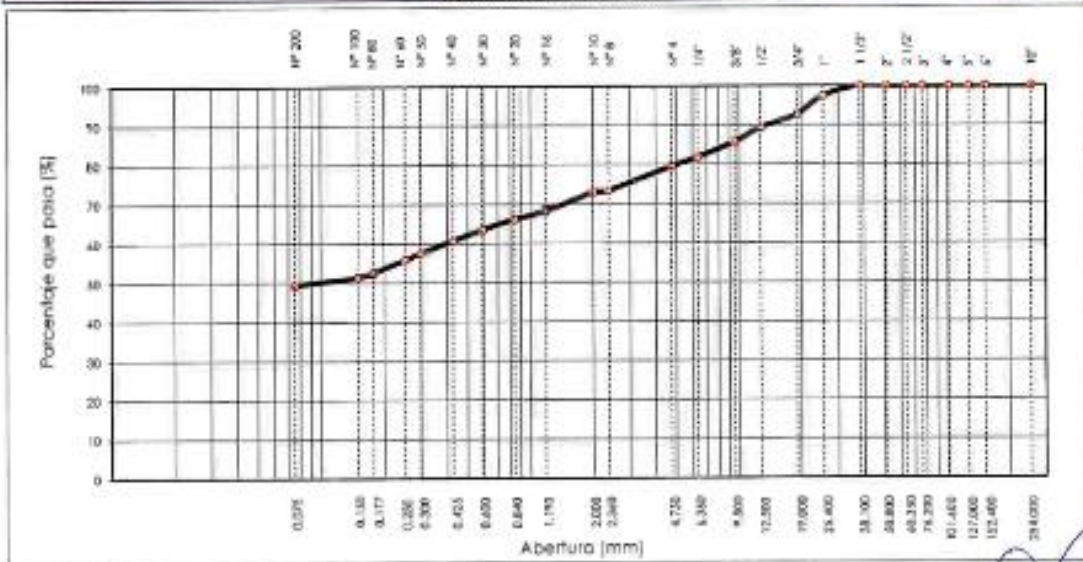
.....

.....


Ing. Makwil Anthony Murillo Arias
 CIP. 132844
 INGENIERO EN GEOTECNIA CONSULTOR Y ASISTENTE

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)		F - SG - 102					
			Revisión:	1				
			Fecha:	2022-04-12				
PROYECTO:	EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE FET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022							
SOLICITANTE:	BACH, ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA							
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO							
1. DATOS GENERALES								
PROCEDENCIA:	: C - 03		TIPO DE MATERIAL: PROPIO					
MUESTRA:	: E - 02		COD. PROYECTO: KGM-FS-PC-010-2023					
ESTRATO:	: -		COD. MUESTRA: M-C03-2023					
PROFUND. (m):	: -		FECHA: Jul-23					
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA			
10"	254.000						Masa Inicial: 2150.4	
6"	152.400						Masa fracción: 1088.7	
5"	127.000						% Grava: 20.47	
4"	101.600						% Arena: 30.16	
3"	76.200						% Finos: 49.37	
2 1/2"	63.500						Coefficientes de uniformidad y curvatura	
2"	50.800						D10 (mm): 0.015	
1 1/2"	38.100				100.00		D30 (mm): 0.046	
1"	25.400	54.6	2.54	2.54	97.46		D40 (mm): 0.400	
3/4"	19.050	102.1	4.75	7.29	92.71		Cu: 36.30	
1/2"	12.700	72.5	3.37	10.66	89.34		Cc: 0.340	
3/8"	9.525	77.8	3.62	14.28	85.72		D15 (mm): 0.023	
1/4"	6.350	83.0	3.86	18.14	81.86		D50 (mm): 0.078	
Nº 4	4.750	90.2	2.30	20.47	79.53		D85 (mm): 0.930	
Nº 8	2.360	131.4	6.11	26.58	73.42		Clasificación AASHTO Y SUCS	
Nº 10	2.000	11.5	0.53	27.12	72.88		Clasificación (AASHTO): A-6	
Nº 14	1.190	101.0	4.70	31.81	68.19		Índice de Grupo (IG): 140	
Nº 20	0.840	44.6	2.07	33.89	66.11		Clasificación (SUCS): SC	
Nº 30	0.590	57.8	2.69	36.57	63.43		ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	
Nº 40	0.426	59.5	2.77	39.34	60.66		OBSERVACIONES:	
Nº 60	0.297	69.7	3.24	42.58	57.42			
Nº 60	0.250	34.5	1.60	44.19	55.81			
Nº 80	0.177	70.6	3.28	47.47	52.53			
Nº 100	0.149	24.7	1.15	48.62	51.38			
Nº 200	0.075	43.2	2.01	50.63	49.37			
< Nº 200		1061.7	49.37	100.00				

CURVA GRANULOMÉTRICA




Observaciones:

.....



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP: 13245A
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y CIMENTOS

	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)	F - 99 - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2020-04-12
PROYECTO:	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PBI RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA SCLLAS, ATACACHO 2022		
SOLICITANTE:	PACH. ANGELO ARMONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACIÓN:	TOLLAS / HUAMANGA / ATACACHO		

2. Datos Generales

PROCEDECIA:	C - 04	TIPO DE MATERIAL:	FRUPO
MUESTRA:	E - 02	COD. PROYECTO:	IGM-15-PC-010-2022
ESTRATO:	-	COD. MUESTRA:	M-004-2020
PROFUND. (m):	-	FECHA:	Jul-23


N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	46	49
Wasa Tara + Suelo Humedo	(g)	92.0	81.0
Wasa Tara + Suelo Seco	(g)	84.9	74.7
Wasa Tara	(g)	22.7	21.3
Wasa Agua	(g)	7.2	6.3
Wasa Suelo Seco	(g)	62.2	53.4
Contenido de Humedad	(%)	11.5	11.6
Promedio (%)		11.7	

Observaciones:

.....

.....


 Ing. Maxwell Anthony Mohote Arias
 CIP. 132484
 CORPUS PACH. GEOTECNIA S.R.L. ATACACHO

	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)	F - 50 - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022*		
SOLICITANTE:	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		

Datos Generales

PROCEDENCIA : C - 04	TIPO DE MATERIAL: PROPIO
MUESTRA : E - 02	COD. PROYECTO: IGM-FS-PC-010-2023
ESTRATO : 1-	COD. MUESTRA: M-C04-2023
PROFUND. (m) :-	FECHA: Jul-23

LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO	Nº	63	73	76
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	73.76	73.83	75.66
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	69.78	69.53	71.60
MASA DE AGUA	(g)	3.98	4.30	4.06
MASA DEL TARRO	(g)	58.22	56.35	58.92
MASA DEL SUELO SECO	(g)	11.56	13.18	12.68
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.4	32.6	32.0
NUMERO DE GOLPES		14	26	33

LIMITE PLASTICO			
Nº TARRO	Nº	32	46
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.44	28.74
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	32.26	27.58
MASA DE AGUA	(g)	1.2	1.2
MASA DEL TARRO	(g)	27.17	22.67
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.1	4.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.2	23.6



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	32.6
LIMITE PLASTICO (%)	23.4
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.4

Observaciones:

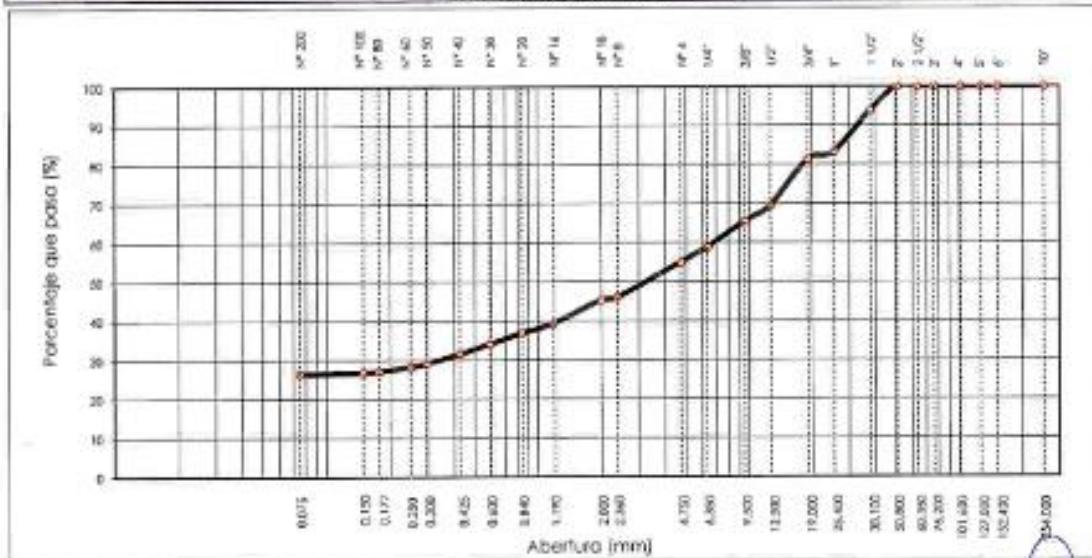
.....

.....


Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP 132484
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y SUELOS

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)				F - SG - 102		
					Revisión:	1	
					Fecha:	2022-04-12	
PROYECTO:	"EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022"						
SOLICITANTE:	SACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA						
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO						
I. DATOS GENERALES							
PROCEDENCIA:	1 C - 04		TIPO DE MATERIAL: PROPIO				
MUESTRA:	1 E - 02		COD. PROYECTO: IGM-15-PC-010-2023				
ESTRATO:	1 -		COD. MUESTRA: M-C04-2023				
PROFUND. (m):	1 -		FECHA: JUN 23				
TAMIZ	AASHTO E-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa Inicial: 2596,9
6"	152.400						Masa fracción: 1763,2
5"	127.000						% Grava: 45,00
4"	101.600						% Arena: 26,54
3"	76.200						% Finos: 26,44
2 1/2"	63.500						Coefficiente de uniformidad y curvatura
2"	50.800				100,00		D10 (mm): 0,025
1 1/2"	38.100	147,8	6,17	6,17	93,83		D30 (mm): 0,345
1"	25.400	252,9	10,55	16,72	83,28		D40 (mm): 6,909
3/4"	19.050	48,9	2,04	18,76	81,24		Cu: 243,47
1/2"	12.700	281,5	11,24	30,50	69,50		Cc: 0,606
3/8"	9.525	97,8	4,08	34,58	65,42		D15 (mm): 0,043
1/4"	6.350	157,5	6,57	41,15	58,85		D50 (mm): 3,424
Nº 4	4.750	92,7	3,87	45,02	54,98		D85 (mm): 27,467
Nº 8	2.380	213,3	8,90	53,92	46,08		Clasificación AASHTO Y SUCS
Nº 10	2.000	16,3	0,76	54,68	45,32		Clasificación (AASHTO): A-2-4
Nº 14	1.190	143,6	5,99	60,67	39,33		Índice de Grupo (IG): 10
Nº 20	0.840	58,2	2,43	63,10	36,90		Clasificación (SUCS): GC
Nº 30	0.590	66,8	2,79	65,89	34,11		GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
Nº 40	0.426	60,5	2,52	68,41	31,59		
Nº 50	0.297	60,2	2,51	70,92	29,08		
Nº 60	0.250	20,0	0,83	71,76	28,24		
Nº 80	0.177	27,7	1,16	72,92	27,08		
Nº 100	0.149	7,3	0,30	73,22	26,78		
Nº 200	0.075	8,2	0,34	73,56	26,44		
< Nº 200		633,7	26,44	100,00			OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA




Observaciones:

.....

.....


Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 C.R. 132424
 INGENIERÍA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTOS

	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)	# - 10 - 100	
		Revisión:	5
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	TRAYECTO DE LA INCORPORACION DE PIR RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA MIRASANTE AREOLOSA CARRETERA HUAMANGA TOLLAS, AYACUCHO 2022		
SOLICITANTE:	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAWARRA		
UBICACIÓN:	TOLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		

Lista General


PROCEDENCIA	: C - 08	TIPO DE MATERIAL:	PROPIO
MESTRA	: E - 02	COD. PROYECTO:	IGM-PS-PC-010-2023
ESTRATO	: -	COD. MUESTRA:	M-C01-0003
PROFUND. (m)	: -	FECHA:	24-23

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	15	14
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	86.1	75.8
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	80.8	70.8
Masa Tara	(g)	28.4	27.9
Masa Agua	(g)	6.1	5.0
Masa Suelo Seco	(g)	54.3	42.9
Contenido de Humedad	(%)	11.3	11.6
Promedio (%)		11.4	

Observaciones:

.....


Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP. 334454
 PROFESIONISTA EN GEOTECNIA Y OBRAS DE TIERRAS

	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318, MTC E-110)	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	"EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022"		
SOLICITANTE:	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : C - 05	TIPO DE MATERIAL: PROPIO
MUESTRA : E - 02	COB. PROYECTO: IGM-PS-PC-010-2023
ESTRATO : 1	COD. MUESTRA: M-C01-2023
PROFUND. (m) : 1	FECHA: 3-4-23

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	84	94	86
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	72.26	74.42	72.16
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	68.34	70.24	67.66
MASA DE AGUA	(g)	3.92	4.18	4.49
MASA DEL TARRO	(g)	58.01	58.74	55.00
MASA DEL SUELO SECO	(g)	10.33	11.50	12.66
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.9	36.3	35.5
HUMERO DE GOLPES		13	24	33

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	14	23
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.19	33.95
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	32.08	32.69
MASA DE AGUA	(g)	1.1	1.3
MASA DEL TARRO	(g)	27.90	27.87
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.2	4.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.4	26.1




CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	36.2
LIMITE PLASTICO (%)	24.3
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.9

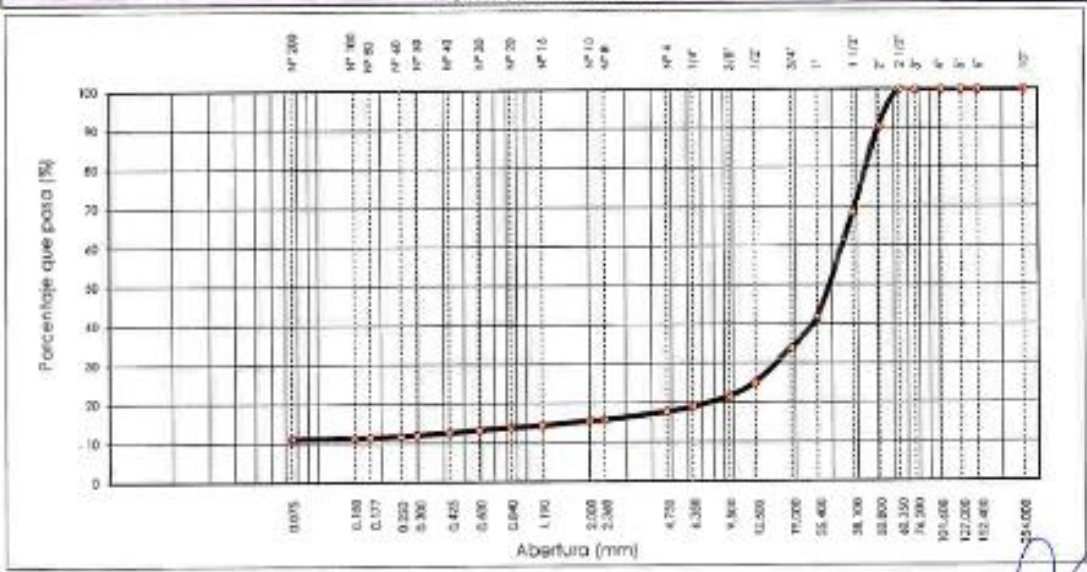
Observaciones:

.....


Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 CIP. 132454
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)				F - 50 - 102		
					Revisión:	1	
					Fecha:	2022-04-12	
PROYECTO:	"EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANIE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022"						
SOLICITANTE:	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA						
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO						
DATOS GENERALES							
PROCEDENCIA:	± C - 05	TIPO DE MATERIAL: PROPIO					
MUESTRA:	± E - 02	COD. PROYECTO: IGM-FS-PC-010-2023					
ESTRATO:	± -	COD. MUESTRA: M-C01-2023					
PROFUND. (m):	± -	FECHA: Jun-23					
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa Inicial: 3277.0
6"	152.400						Masa fracción: 2930.4
5"	127.000						% Grava: 82.25
4"	101.600						% Arena: 6.65
3"	76.200						% Finos: 11.12
2 1/2"	63.500				100.00		Coefficientes de uniformidad y curvatura
2"	50.800	313.6	9.51	9.5	90.49		D10 (mm): 0.067
1 1/2"	38.100	725.5	22.00	31.52	68.48		D30 (mm): 16.212
1"	25.400	681.5	20.74	58.25	41.25		D60 (mm): 36.070
3/4"	19.050	258.8	7.85	66.10	33.90		Cu: 305.11
1/2"	12.700	287.5	8.72	74.82	25.18		Cc: 114.367
3/8"	9.525	116.1	3.52	78.34	21.66		D15 (mm): 1.661
1/4"	6.350	89.3	2.71	81.05	18.95		D50 (mm): 29.320
Nº 4	4.750	30.9	1.18	82.23	17.77		D85 (mm): 47.632
Nº 6	2.380	66.5	2.06	84.31	15.69		Clasificación AASHTO Y SUCS
Nº 10	2.000	6.2	0.19	84.50	15.50		Clasificación (AASHTO): A-2-4
Nº 14	1.190	39.6	1.20	85.70	14.30		Índice de Grupo (IG): (0)
Nº 20	0.840	17.2	0.52	86.22	13.78		Clasificación (SUCS): GP-GM
Nº 30	0.590	20.3	0.62	86.84	13.16		GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO
Nº 40	0.426	19.9	0.60	87.44	12.56		
Nº 50	0.297	18.5	0.56	88.00	12.00		
Nº 60	0.250	8.2	0.25	88.25	11.75		
Nº 80	0.177	11.6	0.35	88.60	11.40		
Nº 100	0.149	4.2	0.13	88.73	11.27		OBSERVACIONES:
Nº 200	0.075	5.0	0.15	88.88	11.12		
< Nº 200		366.6	11.12	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:


.....

.....

DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS - JESSY RAMÍREZ - Ayacucho, Perú. Teléfono: 054 422 444. Email: ingmax@ingmax.com, contacto@ingmax.com



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP 132454
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL Y CEMENTOS

	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)	P - SG - 100	
		Servicio:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	"INICIO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SERRASANTE AFOLOSOSA CARRETERA HUAMANGA TICLIAS, AYACUCHO 2022"		
SOLICITANTE:	SACH. ANDEL ANTONIO ACEVEDO GAMAIRA		
UBICACION:	TICLIAS / HUAMANGA / AYACUCHO		

I. Datos Generales


PROCEDENCIA	1 C - 06	TIPO DE MATERIAL:	PROPIO
MUESTRA	1 E - 02	COG. PROYECTO:	IGM-15-PC-010-2023
ESTADO	1 -	COG. MUESTRA:	M-COM-2023
PROFUND. (m)	1 -	FCMA:	JF-23

Nº DE ENSAYOS		1	2
Nº Tara	Nº	10	14
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	83.7	72.7
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	75.3	66.3
Masa Tara	(g)	27.7	27.9
Masa Agua	(g)	7.3	6.5
Masa Suelo Seco	(g)	47.6	38.4
Contenido de Humedad	(%)	15.4	16.9
Promedio (%)		16.2	

Observaciones:

.....


Ing. Maxwell Anthony Marote Arias
 CIP. 137484
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y SUELOS

	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318, MTC E-110)	F - 50 - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	EFECTOS DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SOBRESANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022		
SOLICITANTE:	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : C - 06	TIPO DE MATERIAL: PROPIO
MUESTRA : E - 02	COD. PROYECTO: IGM-F5-PC-010-2023
ESTRATO :-	COD. MUESTRA: M-C06-2023
PROFUND. (m) :-	FECHA: Jul-23

LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO	Nº	56	62	91
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	63.69	73.14	75.23
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	60.52	49.15	71.94
MASA DE AGUA	(g)	3.17	3.99	3.29
MASA DEL TARRO	(g)	48.09	52.82	57.84
MASA DEL SUELO SECO	(g)	12.43	16.33	14.10
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.5	24.4	23.3
NUMERO DE GOLPES		16	23	34

LIMITE PLASTICO			
Nº TARRO	Nº	27	35
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	34.00	34.62
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	33.91	33.81
MASA DE AGUA	(g)	0.9	0.8
MASA DEL TARRO	(g)	28.62	28.88
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.3	4.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.8	16.4



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	24.2
LIMITE PLASTICO (%)	16.4
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.6

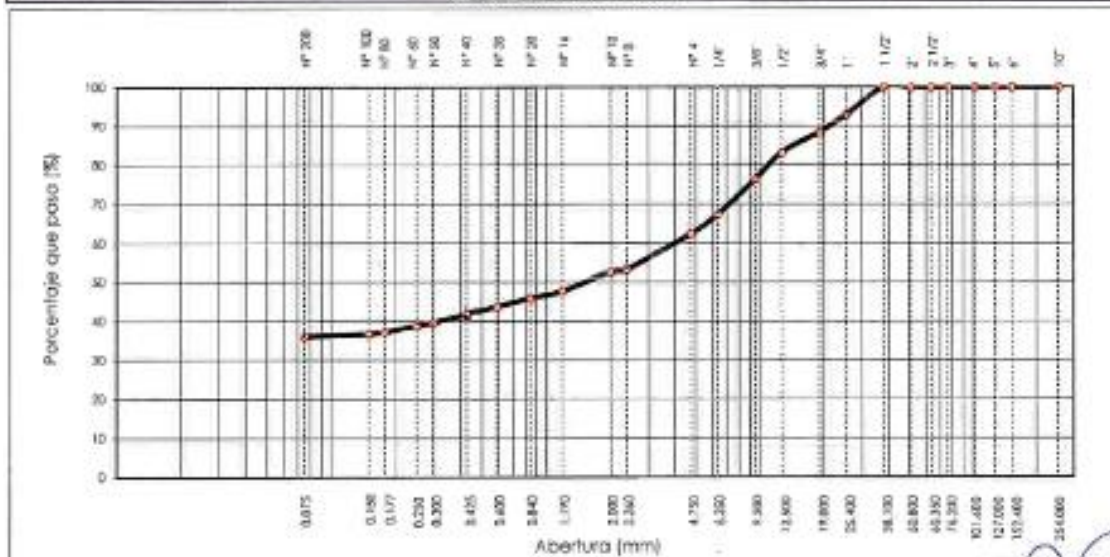
Observaciones:

.....


 Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 CIP 132484
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CARRETERO Y MAQUINISTAS


	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)				F - 50 - 102		
					Revisión:	1	
					Fecha:	2023-04-12	
PROYECTO:	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET REICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS - AYACUCHO 2022						
SOLICITANTE:	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA						
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO						
I. DATOS GENERALES							
PROCEDENCIA :	C - 05			TIPO DE MATERIAL: PRÓPIO			
MUESTRA :	E - 02			COD. PROYECTO: KGM-FS-PC-010-2023			
ESTRATO :	1 - 1			COD. MUESTRA: M-C06-2023			
PROFUND. (m) :	1 -			FECHA: 16-23			
TAMIZ	AASHTO T-37 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa Inicial: 2667.7
4"	152.400						Masa tracción: 1705.6
5"	127.000						% Grava : 37.65
4"	101.600						% Arena : 26.28
3"	76.200						% Finos : 36.06
2 1/2"	63.500						Coefficientes de uniformidad y curvatura
2"	50.800						D10 (mm) : 0.021
1 1/2"	38.100				100.00		D30 (mm) : 0.042
1"	25.400	189.8	7.11	7.11	92.89		D60 (mm) : 4.138
3/4"	19.050	117.1	4.39	11.50	88.50		Cu : 198.59
1/2"	12.700	140.8	5.28	16.78	80.22		Cc : 0.045
3/8"	9.525	183.6	6.88	23.66	76.34		D15 (mm) : 0.031
1/4"	6.350	241.3	9.05	32.71	67.29		D60 (mm) : 1.572
Nº 4	4.750	131.8	4.94	37.65	62.35		D85 (mm) : 14.844
Nº 8	2.380	242.8	9.10	46.75	53.25		Clasificación AASHTO Y SUCS
Nº 10	2.000	17.5	0.66	47.41	52.59		Clasificación (AASHTO) : A-4
Nº 16	1.190	130.9	4.91	52.31	47.69		Índice de Grupo (IG) : (0)
Nº 20	0.840	49.2	1.84	54.16	45.84		Clasificación (SUCS) : GC
Nº 30	0.590	57.2	2.14	56.30	43.70		GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
Nº 40	0.426	53.2	1.99	58.30	41.70		
Nº 50	0.297	55.7	2.09	60.39	39.61		
Nº 60	0.250	22.1	0.83	61.21	38.79		
Nº 80	0.177	41.5	1.56	62.77	37.23		
Nº 100	0.149	12.1	0.45	63.22	36.78		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	19.0	0.71	63.94	36.06		
< Nº 200		942.1	36.06	100.00			

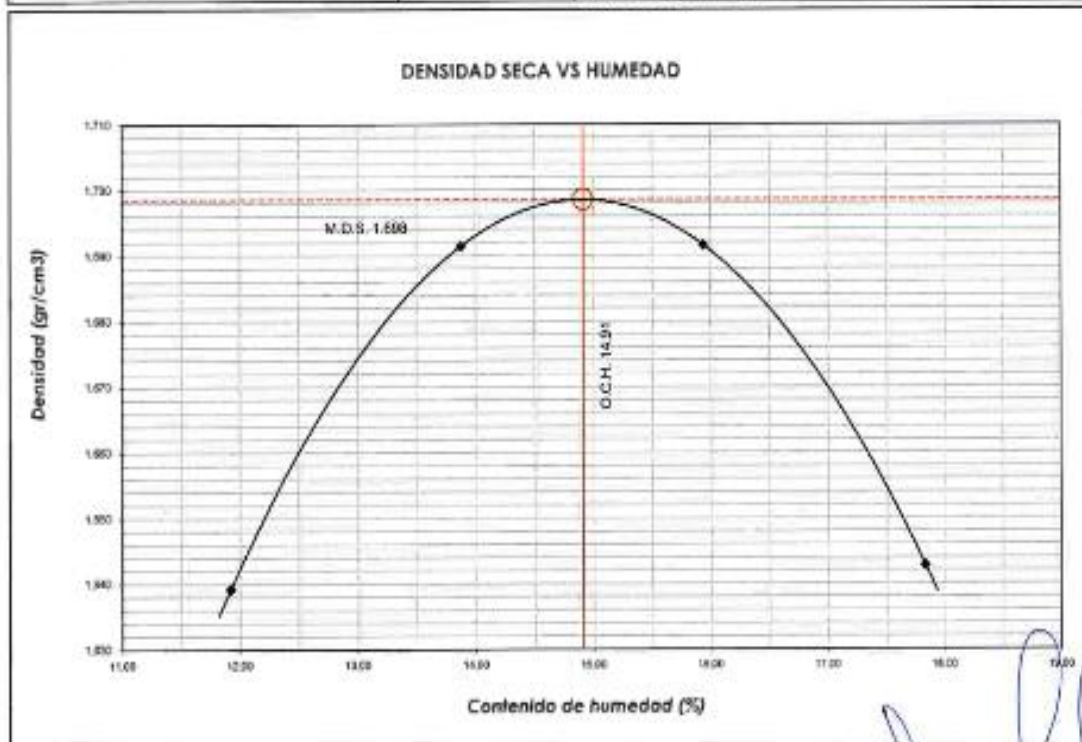
CURVA GRANULOMÉTRICA




Observaciones:


Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP 437454
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDAMENTOS

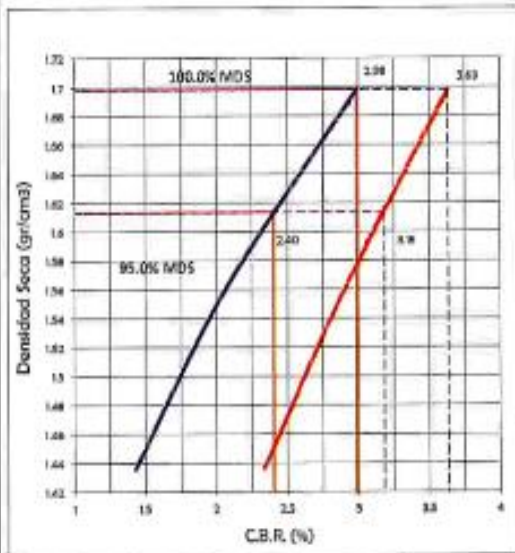
		ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)		F - 5G - 103	
				Revisión:	1
		Fecha:	2022-02-03		
PROYECTO	EFFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022				
SOLICITANTE	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA	REGISTRO N°:	C - 01		
UBICACIÓN	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	Jul-23		
I. Datos Generales					
PROCEDENCIA : C - 01		CLASF. (SUCS) : CL			
MUESTRA : C - 01		CLASF. (AASHTO) : A-6			
ESTRATO : E - 02		Tipo de material: Subrasante			
PROFUND. (m) : -		COD. Muestra: M-C02-2023			
DATOS DE LA MUESTRA					
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5421.00	5507.00	5540.00	5516.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1726.00	1812.00	1845.00	1821.00
Volumen del molde	cm ³	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.835	1.926	1.961	1.936
Recipiente N°		112	105	106	114
Peso del suelo húmedo+tara	gr	363.10	323.40	251.30	212.60
Peso del suelo seco + tara	gr	328.10	288.20	221.30	185.50
Tara	gr	34.47	34.45	33.05	33.50
Peso de agua	gr	35.00	35.20	30.00	27.10
Peso del suelo seco	gr	293.63	253.75	188.25	152.00
Contenido de agua	%	11.9	13.9	15.9	17.8
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.639	1.691	1.692	1.643
ASTM D1557 METODO		"A"	Densidad máxima (gr/cm ³)		1.698
			Humedad óptima (%)		14.9



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO (ASTM D 1883 - MTC E 132)			F - SG - 104							
				Revisión:	1						
				Fecha:	2022-02-03						
PROYECTO	EFFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022*										
SOLICITANTE	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA			REGISTRO N°	M-002-2023						
UBICACION	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO			FECHA:	Jul-23						
I. Datos Generales											
PROCEDENCIA	: C - 01		CLASF. (SUCS) : Cl								
MUESTRA	: C - 01		CLASF. (AASHTO) : A-6								
ESTRADO	: E - 02		Tipo de material : Subrasante								
PROFUND.	: -		COD. Muestra : M-C02-2023								
DATOS DE LA MUESTRA											
COMPACTACION DEL SUELO											
Molde	N°	8	16	22							
Capas	N°				5						
Golpes / Capa	N°	56	25	10							
Peso suelo + molde	gr	11503	12089	11948							
Peso molde	gr	7371	8282	8441							
Peso suelo húmedo compactado	gr	4132	3807	3507							
Volumen del molde	cm ³	2118.6	2126.2	2126.9							
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	1.95	1.791	1.649							
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO											
Recipiente	N°	30	19	20							
Peso del suelo húmedo + tara	gr	44.98	70.14	63.00							
Peso del suelo seco + tara	gr	41.94	63.41	58.13							
Peso del recipiente	gr	26.26	18.11	25.27							
Peso de agua	gr	5.0	6.7	4.9							
Peso del suelo seco	gr	33.7	45.3	32.9							
Contenido de agua	%	14.9	14.9	14.8							
Contenido de agua promedio		14.9									
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.698	1.589	1.434							
EXPANSION											
EXPANSIÓN MOLDE 8		EXPANSIÓN MOLDE 16		EXPANSIÓN MOLDE 22							
Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%
Jul-23	10:00	116.00	0.00%	Jul-23	10:00	117.15	0.00%	Jul-23	10:00	117.15	0.00%
Jul-23	10:00	116.00	0.00%	Jul-23	10:00	117.15	0.00%	Jul-23	10:00	117.15	0.00%
Jul-23	10:00	116.01	0.01%	Jul-23	10:00	117.15	0.00%	Jul-23	10:00	117.15	0.00%
Jul-23	10:00	116.01	0.01%	Jul-23	10:00	117.16	0.01%	Jul-23	10:00	117.16	0.01%
Jul-23	10:00	116.01	0.01%	Jul-23	10:00	117.16	0.01%	Jul-23	10:00	117.16	0.01%
PENETRACION											
CAPACIDAD: 17984 lbs (lector Digital)											
Molde		8			16			22			
Penetración	Carga	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	
mm	(kg)	(lb/cm ²)	(psi)	(%)	(kg)	(lb/cm ²)	(%)	(kg)	(lb/cm ²)	(%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.435	0.025	28	1		13	1		8	0		
1.270	0.050	52	3		39	2		25	1		
1.905	0.075	76	4		45	2		39	2		
2.540	0.100	154.32	91	5	2.98	62	3	2.05	32	2	1.43
3.810	0.150		131	6		100	5		82	4	
5.080	0.200	231.49	167	6	3.63	133	7	2.89	102	5	2.33
6.350	0.250		207	10		173	9		148	7	
7.620	0.300		240	12		201	10		174	9	

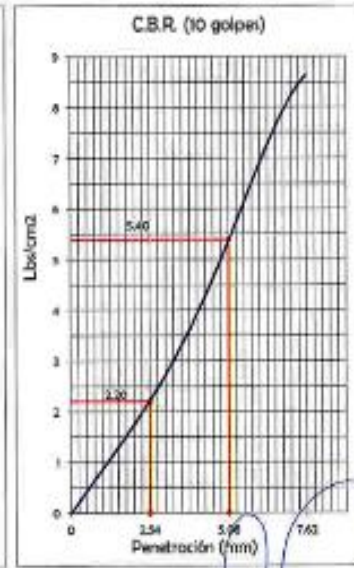
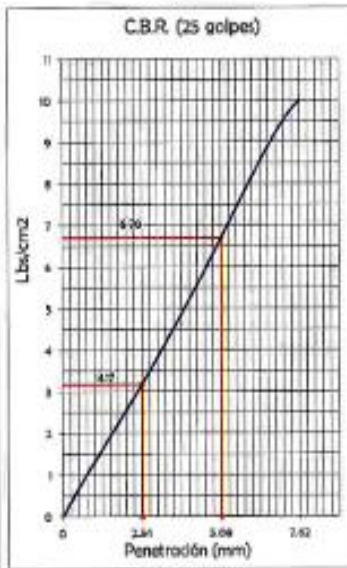
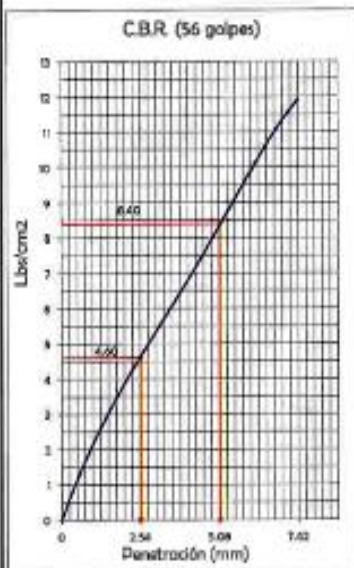
	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO (ASTM D 1883 - MTC E 132)	F - SG - 104	
			Revisión: 1 Fecha: 2023-02-03
PROYECTO	EFFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022		
SOLICITANTE	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA	REGISTRO N°	M-C02-2023
UBICACION	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	Jul 23
I. Datos Generales			
PROCEDENCIA	: C - 01	CLASF. (SUCS)	: C1
MUESTRA	: C - 01	CLASF. (AASHTO)	: A-6
ESTRADO	: E - 02	Tipo de material	: Subrasante
PROFUND.	: -	COD. Muestra	: M-C02-2023

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

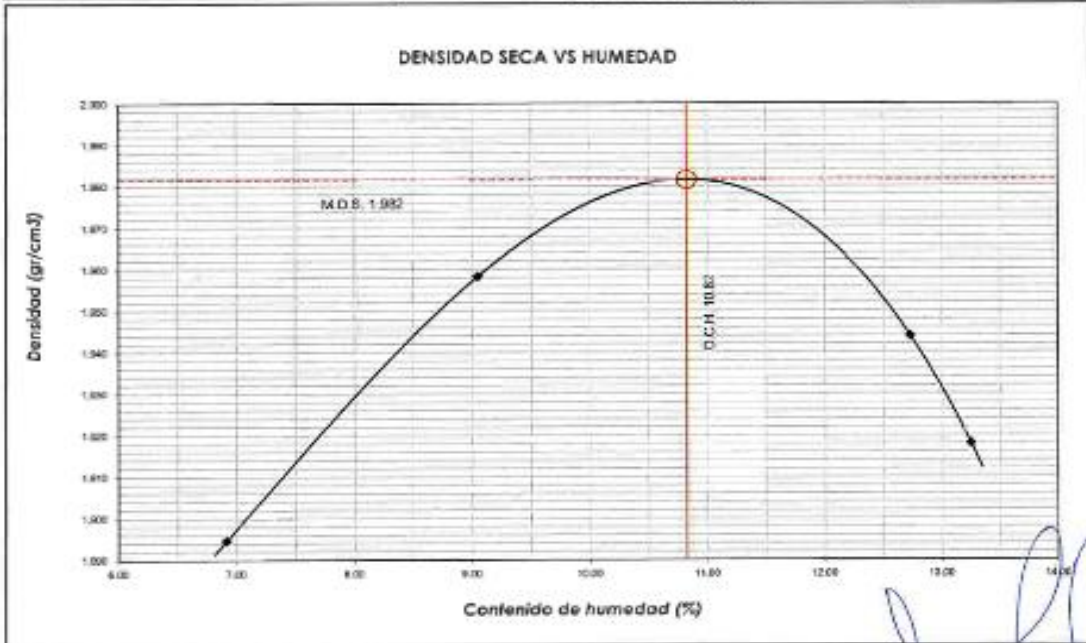



MÉTODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.698
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.91
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.614

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	3.0%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	2.4%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	3.6%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	3.2%
Expansión (%)	0.01%


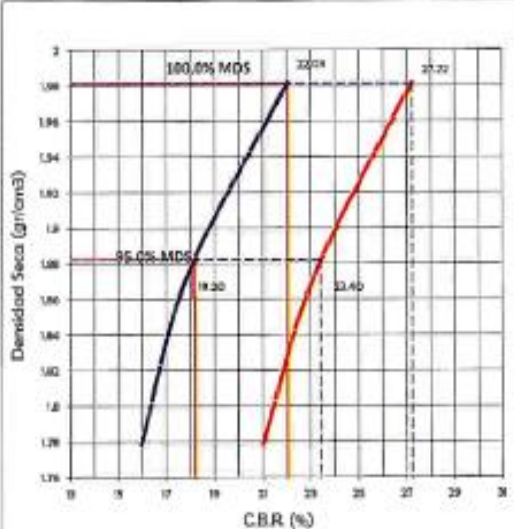
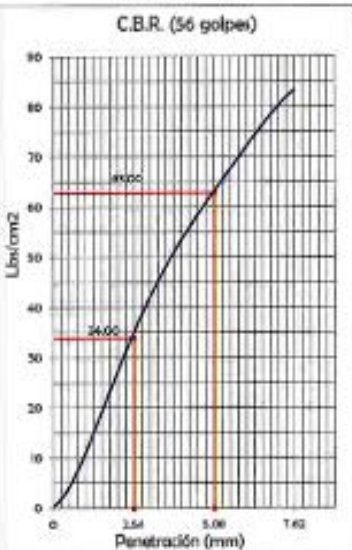
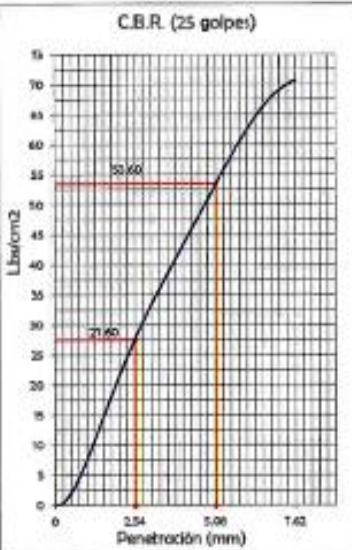
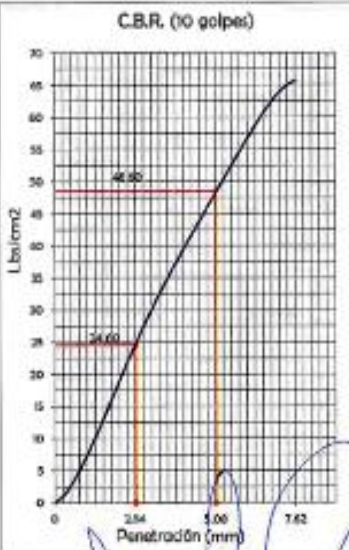



		ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)		F - SG - 103	
				Revisión:	1
				Fecha:	2023-02-03
PROYECTO	EFFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022'				
SOLICITANTE	BACH, ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA	REGISTRO N°:	C - 04		
UBICACIÓN	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	Jul-23		
I. Datos Generales					
PROCEDENCIA : C - 04 MUESTRA : C - 04 ESTRATO : E - 02 PROFUND. (m) :-		CLASF. (SUCS) : GC CLASF. (AASHTO) : A-2-4 Tipo de material: Subrasante COD. Muestra: M-C06-2023			
DATOS DE LA MUESTRA					
Numero de ensayo		1		2	
Peso suelo + molde	gr	10066.00	10300.00	10419.00	10378.00
Peso molde	gr	5748.00	5748.00	5748.00	5748.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4318.00	4552.00	4671.00	4630.00
Volumen del molde	cm ³	2131.57	2131.57	2131.57	2131.57
Peso volumétrico húmedo	gr	2.026	2.136	2.191	2.172
Recipiente N°		105	108	109	110
Peso del suelo húmedo+tara	gr	282.96	329.95	321.36	247.90
Peso del suelo seco + tara	gr	266.88	305.45	288.76	223.00
Tara	gr	34.45	34.65	32.61	35.05
Peso de agua	gr	16.08	24.50	32.60	24.90
Peso del suelo seco	gr	232.43	270.80	256.15	187.95
Contenido de agua	%	6.9	9.0	12.7	13.2
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.895	1.958	1.944	1.918
ASTM D1557 METODO		"C"		Densidad máxima (gr/cm ³) Humedad óptima (%)	
				1.982 10.8	

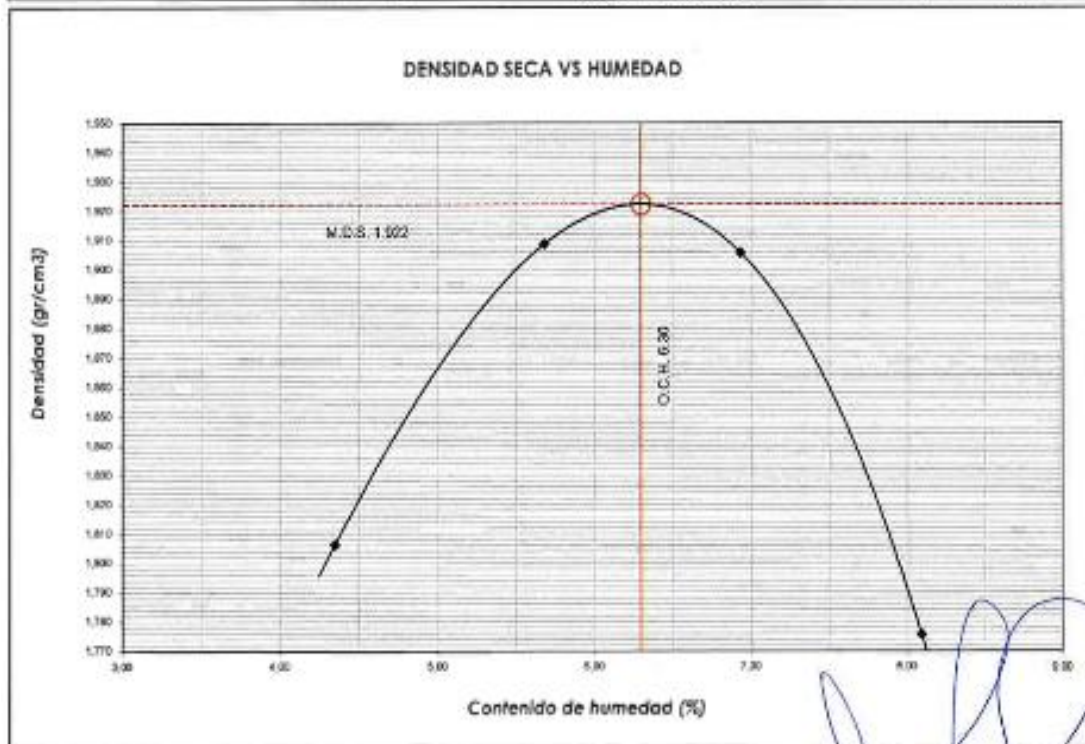




	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO (ASTM D 1583 - MTC E 132)		F - SG - 104								
			Revisión: 1								
			Fecha: 2022-02-03								
PROYECTO	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022										
SOLICITANTE	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		REGISTRO N°	M-CD6-2023							
UBICACION	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		FECHA:	24-23							
I. Datos Generales											
PROCEDENCIA	: C - 04	CLASF. (SUCS): GC									
MUESTRA	: C - 04	CLASF. (AASHTO): A-2-4									
ESTRADO	: E- 02	Tipo de material: Subrasante									
PROFUND.	: -	COB. Muestra: M-CD6-2023									
DATOS DE LA MUESTRA											
COMPACTACION DEL SUELO											
Molde	N°	5	8	17							
Capas	N°	5									
Golpes / Capa	N°	56	25	10							
Peso suelo + molde	gr	12418	11771	12703							
Peso molde	gr	7756	7371	8491							
Peso suelo húmedo compactado	gr	4662	4400	4212							
Volumen del molde	cm³	2123.0	2118.6	2136.5							
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	2.196	2.077	1.971							
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO											
Recipiente	N°	29	30	36							
Peso del suelo húmedo + tara	gr	68.98	69.66	64.14							
Peso del suelo seco + tara	gr	65.06	65.60	60.60							
Peso del recipiente	gr	28.62	28.26	27.80							
Peso de agua	gr	3.9	4.1	3.5							
Peso del suelo seco	gr	36.4	37.3	32.8							
Contenido de agua	%	10.8	10.9	10.8							
Contenido de agua promedio		10.8									
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.982	1.874	1.779							
EXPANSION											
EXPANSIÓN MOLDE 5		EXPANSIÓN MOLDE 8		EXPANSIÓN MOLDE 17							
Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%
Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%
Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%
Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%
Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%
Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%
Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%
PENETRACIÓN											
CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)											
Molde		5			8			17			
Penetración	Carga	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	
(mm)	(kn)	(lb/area)	(psi)	(%)	(kn)	(psi/area)	(%)	(kn)	(psi/area)	(%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	156	8		83	4		72	4		
1.270	0.050	302	15		190	9		225	11		
1.905	0.075	386	19		420	21		342	17		
2.540	0.100	154.32	866	43	22.03	560	28	17.86	479	24	15.94
3.810	0.150		943	47		819	41		786	39	
5.080	0.200	231.49	1315	65	37.22	1080	54	23.15	946	47	20.99
6.350	0.250		1486	74		1302	65		1196	59	
7.620	0.300		1682	84		1426	71		1321	66	


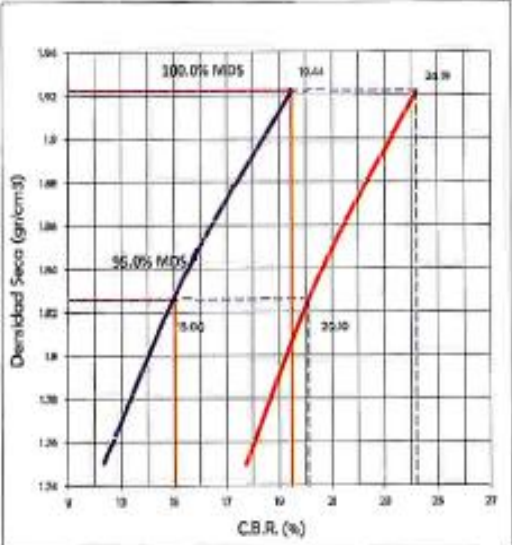
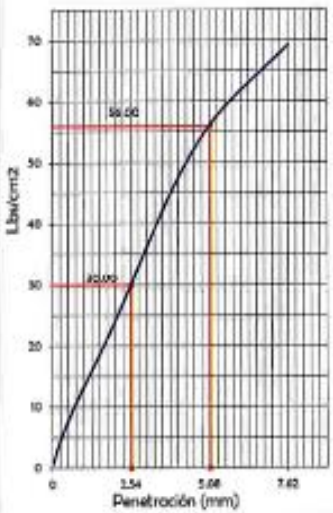
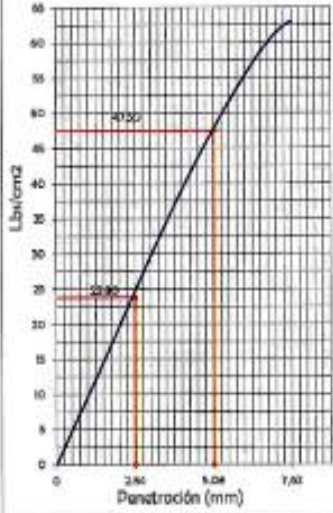
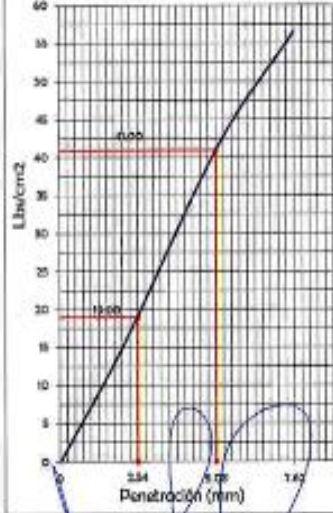

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 CIP 132454
 RESPONSABLE EN GERENCIA DEL PROYECTO


	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO (ASTM D 1883 - MIC E 132)	F - 5G - 104																			
		Revisión: 1																			
		Fecha: 2022-02-03																			
PROYECTO	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022*																				
SOLICITANTE	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA	REGISTRO N° M-C06-2023																			
UBICACION	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA: Jul-23																			
1. Datos Generales																					
PROCEDENCIA : C-04	CLASIF. (SUCS) : GC																				
MUESTRA : C-04	CLASIF. (AASHTO) : A-2-4																				
ESTRADO : E-02	tipo de material: Subrasante																				
PROFUND. :	COD. Muestra: M-C06-2023																				
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																					
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>METODO DE COMPACTACION</th> <th>ASTM D1557</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</td> <td>1.982</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>10.82</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</td> <td>1.883</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td style="text-align: right;">22.0%</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td style="text-align: right;">18.2%</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td style="text-align: right;">27.2%</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td style="text-align: right;">23.4%</td> </tr> <tr> <td>Expansión (%)</td> <td style="text-align: right;">0.00%</td> </tr> </tbody> </table>	METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.982	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.82	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.883	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	22.0%	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	18.2%	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	27.2%	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	23.4%	Expansión (%)	0.00%
METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557																				
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.982																				
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.82																				
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.883																				
RESULTADOS:																					
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	22.0%																				
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	18.2%																				
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	27.2%																				
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	23.4%																				
Expansión (%)	0.00%																				
																					

		ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)		F - 3G - 103	
				Revisión:	1
		Fecha:	2022-02-03		
PROYECTO	EFFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022				
SOLICITANTE	SACH, ANGE, ANTONIO ACEVEDO GAMARRA	REGISTRO N°:	C - 06		
UBICACIÓN	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	Jul-23		
I. Datos Generales					
PROCEDENCIA	: C - 06	CLASE (SUCS):	GC		
MUESTRA	: C - 06	CLASE (AASHTO):	A-4		
ESTRATO	: E - 02	Tipo de material:	Subrasante		
PROFUND. (m)	: -	COD. Muestra:	M-C06-2023		
DATOS DE LA MUESTRA					
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	9766.00	10048.00	10092.00	9839.00
Peso molde	gr	5748.00	5748.00	5748.00	5748.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4018.00	4300.00	4344.00	4091.00
Volumen del molde	cm ³	2131.57	2131.57	2131.57	2131.57
Peso volumétrico húmedo	gr	1.895	2.017	2.038	1.919
Recipiente N°		117	150	143	122
Peso del suelo húmedo+tara	gr	227.20	583.00	567.10	237.10
Peso del suelo seco + tara	gr	219.10	555.40	535.00	221.90
Tara	gr	32.90	69.72	72.01	34.03
Peso de agua	gr	8.10	27.60	32.10	15.20
Peso del suelo seco	gr	186.20	485.68	462.99	187.67
Contenido de agua	%	4.4	5.7	6.9	8.1
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.806	1.909	1.906	1.776
ASTM D1557 METODO		"C"	Densidad máxima (gr/cm³)		1.922
			Humedad óptima (%)		6.3




	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C8R) - LABORATORIO (ASIM D 1883 - MIC E 132)		F - SG - 104																																																																																																																																											
			Revisión: 1																																																																																																																																											
			Fecha: 2022-02-03																																																																																																																																											
PROYECTO	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA ICLLAS, AYACUCHO 2022																																																																																																																																													
SOLICITANTE	BACH. ANGE. ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		REGISTRO N°	M-C06-2023																																																																																																																																										
UBICACION	ICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		FECHA	Jul-23																																																																																																																																										
I. Datos Generales																																																																																																																																														
PRECEDENCIA	: C - 06		CLASF. (SUCS)	: GC																																																																																																																																										
MUESTRA	: C - 06		CLASF. (ASHTO)	: A - 4																																																																																																																																										
ESTRADO	: E - 02		Tipo de material	: Substrato																																																																																																																																										
PROFUND.	: -		COD. Muestra	: M-C06-2023																																																																																																																																										
DATOS DE LA MUESTRA																																																																																																																																														
COMPACTACION DEL SUELO																																																																																																																																														
Molde	N°	30	9	25																																																																																																																																										
Capas	N°	5																																																																																																																																												
Golpes / Capa	N°	56	25	10																																																																																																																																										
Peso suelo + molde	gr	12789	11421	12430																																																																																																																																										
Peso molde	gr	8440	7275	8469																																																																																																																																										
Peso suelo húmedo compactado	gr	4349	4146	3961																																																																																																																																										
Volumen del molde	cm³	2126.0	2118.3	2126.0																																																																																																																																										
Peso volumétrico húmedo	gr/cm³	2.046	1.957	1.863																																																																																																																																										
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO																																																																																																																																														
Recipiente	N°	20	30	35																																																																																																																																										
Peso del suelo húmedo + tara	gr	57.60	55.60	58.60																																																																																																																																										
Peso del suelo seco + tara	gr	55.68	53.90	56.80																																																																																																																																										
Peso del recipiente	gr	25.27	28.26	25.88																																																																																																																																										
Peso de agua	gr	1.9	1.7	1.8																																																																																																																																										
Peso del suelo seco	gr	30.4	25.6	27.9																																																																																																																																										
Contenido de agua	%	6.3	6.6	6.5																																																																																																																																										
Contenido de agua promedio		6.5																																																																																																																																												
Peso volumétrico seco	gr/cm³	1.922	1.838	1.750																																																																																																																																										
EXPANSION																																																																																																																																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4">EXPANSIÓN MOLDE 30</th> <th colspan="4">EXPANSIÓN MOLDE 9</th> <th colspan="4">EXPANSIÓN MOLDE 25</th> </tr> <tr> <th>Fecha</th> <th>Hora</th> <th>mm</th> <th>%</th> <th>Fecha</th> <th>Hora</th> <th>mm</th> <th>%</th> <th>Fecha</th> <th>Hora</th> <th>mm</th> <th>%</th> </tr> <tr> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>116.00</td> <td>0.00%</td> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>117.15</td> <td>0.00%</td> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>117.15</td> <td>0.00%</td> </tr> <tr> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>116.00</td> <td>0.00%</td> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>117.15</td> <td>0.00%</td> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>117.15</td> <td>0.00%</td> </tr> <tr> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>116.00</td> <td>0.00%</td> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>117.15</td> <td>0.00%</td> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>117.15</td> <td>0.00%</td> </tr> <tr> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>116.00</td> <td>0.00%</td> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>117.15</td> <td>0.00%</td> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>117.15</td> <td>0.00%</td> </tr> <tr> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>116.00</td> <td>0.00%</td> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>117.15</td> <td>0.00%</td> <td>Jul-23</td> <td>15:00</td> <td>117.15</td> <td>0.00%</td> </tr> </table>					EXPANSIÓN MOLDE 30				EXPANSIÓN MOLDE 9				EXPANSIÓN MOLDE 25				Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%	Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%																																																						
EXPANSIÓN MOLDE 30				EXPANSIÓN MOLDE 9				EXPANSIÓN MOLDE 25																																																																																																																																						
Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%																																																																																																																																			
Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%																																																																																																																																			
Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%																																																																																																																																			
Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%																																																																																																																																			
Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%																																																																																																																																			
Jul-23	15:00	116.00	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%	Jul-23	15:00	117.15	0.00%																																																																																																																																			
PENETRACION																																																																																																																																														
CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)																																																																																																																																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Molde</th> <th colspan="3">30</th> <th colspan="3">9</th> <th colspan="3">25</th> </tr> <tr> <th>Penetración</th> <th>Carga</th> <th>Carga</th> <th>Presión</th> <th>C8R corregido</th> <th>Carga</th> <th>Presión</th> <th>C8R corregido</th> <th>Carga</th> <th>Presión</th> <th>C8R corregido</th> </tr> <tr> <th>(mm)</th> <th>(kg)</th> <th>(lb)</th> <th>(lb/cm²)</th> <th>(%)</th> <th>(lb)</th> <th>(lb/cm²)</th> <th>(%)</th> <th>(lb)</th> <th>(lb/cm²)</th> <th>(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.635</td> <td>0.025</td> <td>224</td> <td>11</td> <td></td> <td>109</td> <td>5</td> <td></td> <td>75</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.270</td> <td>0.050</td> <td>277</td> <td>14</td> <td></td> <td>265</td> <td>13</td> <td></td> <td>165</td> <td>8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.905</td> <td>0.075</td> <td>441</td> <td>22</td> <td></td> <td>363</td> <td>18</td> <td></td> <td>300</td> <td>16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.540</td> <td>0.100</td> <td>154.32</td> <td>665</td> <td>33</td> <td>19.44</td> <td>490</td> <td>24</td> <td>15.42</td> <td>386</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>3.810</td> <td>0.150</td> <td></td> <td>565</td> <td>43</td> <td></td> <td>750</td> <td>37</td> <td></td> <td>569</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>5.080</td> <td>0.200</td> <td>231.49</td> <td>1152</td> <td>57</td> <td>24.19</td> <td>955</td> <td>47</td> <td>20.52</td> <td>845</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>6.350</td> <td>0.250</td> <td></td> <td>1265</td> <td>63</td> <td></td> <td>1150</td> <td>57</td> <td></td> <td>974</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>7.620</td> <td>0.300</td> <td></td> <td>1395</td> <td>69</td> <td></td> <td>1269</td> <td>63</td> <td></td> <td>1145</td> <td>57</td> </tr> </tbody> </table>											Molde		30			9			25			Penetración	Carga	Carga	Presión	C8R corregido	Carga	Presión	C8R corregido	Carga	Presión	C8R corregido	(mm)	(kg)	(lb)	(lb/cm ²)	(%)	(lb)	(lb/cm ²)	(%)	(lb)	(lb/cm ²)	(%)	0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		0.635	0.025	224	11		109	5		75	4		1.270	0.050	277	14		265	13		165	8		1.905	0.075	441	22		363	18		300	16		2.540	0.100	154.32	665	33	19.44	490	24	15.42	386	19	3.810	0.150		565	43		750	37		569	26	5.080	0.200	231.49	1152	57	24.19	955	47	20.52	845	43	6.350	0.250		1265	63		1150	57		974	48	7.620	0.300		1395	69		1269	63		1145	57
Molde		30			9			25																																																																																																																																						
Penetración	Carga	Carga	Presión	C8R corregido	Carga	Presión	C8R corregido	Carga	Presión	C8R corregido																																																																																																																																				
(mm)	(kg)	(lb)	(lb/cm ²)	(%)	(lb)	(lb/cm ²)	(%)	(lb)	(lb/cm ²)	(%)																																																																																																																																				
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0																																																																																																																																					
0.635	0.025	224	11		109	5		75	4																																																																																																																																					
1.270	0.050	277	14		265	13		165	8																																																																																																																																					
1.905	0.075	441	22		363	18		300	16																																																																																																																																					
2.540	0.100	154.32	665	33	19.44	490	24	15.42	386	19																																																																																																																																				
3.810	0.150		565	43		750	37		569	26																																																																																																																																				
5.080	0.200	231.49	1152	57	24.19	955	47	20.52	845	43																																																																																																																																				
6.350	0.250		1265	63		1150	57		974	48																																																																																																																																				
7.620	0.300		1395	69		1269	63		1145	57																																																																																																																																				
 Ing. Maxwell Anthony Morote Ariles S.P. 126434																																																																																																																																														

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO (ASTM D 1883 - MTC E 132)		F - SG - 104																				
			Revisión: 1																				
			Fecha: 2022-02-03																				
PROYECTO	"EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, ATACUCHO 2022"																						
SOLICITANTE	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		REGISTRO N° M-C06-2023																				
UBICACION	TICLLAS / HUAMANGA / ATACUCHO		FECHA: Jul-23																				
I. Datos Generales																							
PROCEDENCIA	: C - 06	CLASF. (SUCS)	: GC																				
MUESTRA	: C - 06	CLASF. (AASHTO)	: A-4																				
ESTRADO	: E - 02	Tipo de material	: Subrasante																				
PROFUND.	: -	COD. Muestra	: M-C06-2023																				
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																							
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">METODO DE COMPACTACION</th> <th style="text-align: center;">ASTM D1557</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.922</td> </tr> <tr> <td>OPBMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td style="text-align: center;">6.30</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.826</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">RESULTADOS:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td style="text-align: center;">19.4%</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td style="text-align: center;">15.0%</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td style="text-align: center;">24.2%</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td style="text-align: center;">20.1%</td> </tr> <tr> <td>Expansion (%)</td> <td style="text-align: center;">0.00%</td> </tr> </tbody> </table>		METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.922	OPBMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.30	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.826	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	19.4%	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	15.0%	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	24.2%	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	20.1%	Expansion (%)	0.00%
METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557																						
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.922																						
OPBMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.30																						
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.826																						
RESULTADOS:																							
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	19.4%																						
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	15.0%																						
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	24.2%																						
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	20.1%																						
Expansion (%)	0.00%																						
CBR. (56 golpes)	CBR. (25 golpes)	CBR. (10 golpes)																					
																							


INGEOMAX
 LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP. 27454
 ESPECIALIDAD EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

DIRECCION: RR. CRO ALICATA N° 414 - JESUS NAJARRERO - Atacuchó, CD. 5952480, DNBI: Isgeinrol@procomer.gub.ve
 TEL: 0292 97454

	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBSTRANTE AREOLOSA CARRETERA HUAMANGA TOLLAS, ATACUCHO 2022		
MOICIBANTE:	SACIL ANGELO ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACION:	TOLLAS / HUAMANGA / ATACUCHO		

I. Datos Generales


PROCEDECIA	1 C - 01	TIPO DE MATERIAL:	FECONO
MUESTRA	1 E - 02	COO. PROYECTO:	034-FS-PC-010-2023
ESTRATO	1 -	COO. MUESTRA:	M-C27-2023
PROFUND. (m)	1 -	FECHA:	JUL-23

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	30	30
Masa Tara + Suelo Humedo	g	94.0	82.7
Masa Tara + Suelo Seco	g	87.0	74.7
Masa Tara	g	26.3	27.9
Masa Agua	g	7.1	6.0
Masa Suelo Seco	g	58.7	48.9
Contenido de Humedad	(%)	12.0	12.3
Promedio (%)		12.2	

Observaciones:

.....


Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 CIP. 132454
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CONCRETO Y HORMIGON

	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318, MTC E-110)	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022		
SOLICITANTE:	SACH, ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACION:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		

Datos Generales

PROCEDENCIA : C - 07	TIPO DE MATERIAL: PROPIO
MUESTRA : E - 02	COD. PROYECTO: IGM-PS-PC-010-2023
ESTRATO : 1-	COD. MUESTRA: M-C07-2023
PROFUND. (m) : -	FECHA: JUL-23

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	86	96	79
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	68.44	70.33	71.78
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	64.34	67.96	67.19
MASA DE AGUA	(g)	2.08	2.37	2.59
MASA DEL TARRO	(g)	58.74	58.74	58.76
MASA DEL SUELO SECO	(g)	7.62	9.22	10.43
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.3	25.7	24.8
NUMERO DE GOLPES		15	24	34

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	8	49
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	24.27	27.26
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	23.31	26.34
MASA DE AGUA	(g)	1.0	0.9
MASA DEL TARRO	(g)	18.06	21.26
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.3	5.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.3	18.1



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	25.7
LIMITE PLASTICO (%)	18.2
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.5

Observaciones:

.....

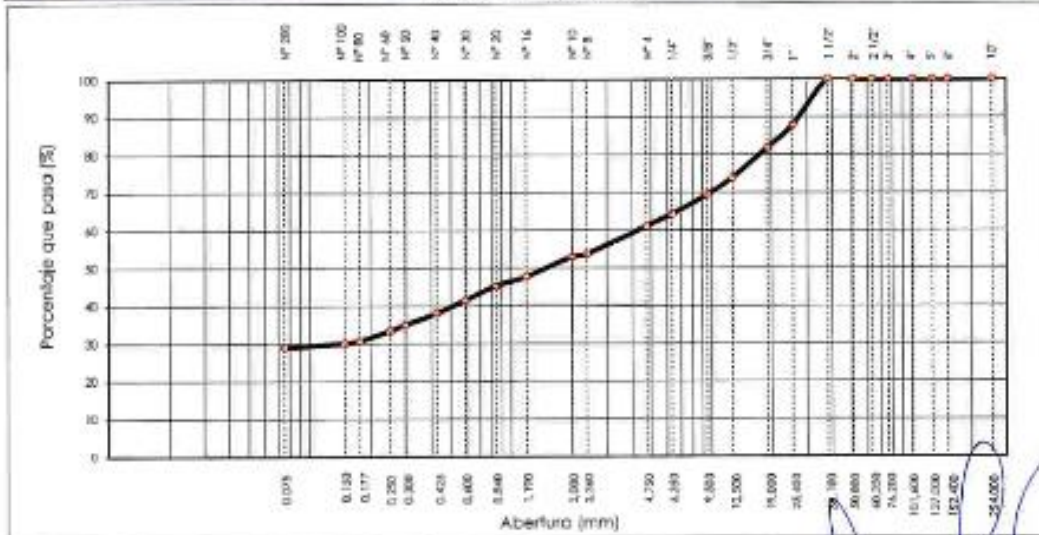
.....




Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP: 132454
 INGENIERO EN GEOTECNIA (CARRETERAS Y PASADIZOS)


	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)		F - 5G - 102				
			Revisión:	1			
			Fecha:	2022-04-12			
PROYECTO:	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022						
SOLICITANTE:	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA						
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO						
I. DATOS GENERALES							
PROCEDENCIA:	C - 07	TIPO DE MATERIAL: PROPIO					
MUESTRA:	E - 02	COD. PROYECTO: IGM-FS-PC-010-2023					
ESTRATO:	-	COD. MUESTRA: M-C07-2023					
PROFUND. (m):	-	FECHA: Jul-23					
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
10"	254.000						Masa total: 2965.0
8"	152.400						Masa fracción: 2106.3
5"	127.000						% Grava : 38.91
4"	101.600						% Arena : 32.12
3"	76.200						% Finos : 28.97
2 1/2"	63.500						Coefficientes de uniformidad y curvatura
2"	50.800						D10 (mm) : 0.026
1 1/2"	38.100				100.00		D30 (mm) : 0.141
1"	25.400	362.9	12.22	12.22	87.78		D40 (mm) : 4.400
3/4"	19.050	175.3	5.91	18.13	81.87		Cu: 169.96
1/2"	12.700	235.9	7.96	26.09	73.91		Cc: 0.176
3/8"	9.525	133.2	4.49	30.58	69.42		D15 (mm) : 0.039
1/4"	6.350	152.8	5.15	35.73	64.27		D50 (mm) : 1.539
Nº 4	4.750	94.3	3.18	38.91	61.09		D85 (mm) : 22.413
Nº 8	2.380	218.3	7.36	46.26	53.72		Clasificación AASHTO Y SUCS
Nº 10	2.000	22.2	0.75	47.03	52.97		Clasificación (AASHTO) : A-2-4
Nº 16	1.190	155.1	5.23	52.26	47.74		Índice de Grupo (IG) : (0)
Nº 20	0.840	72.5	2.45	54.70	45.30		Clasificación (SUCS) : GC
Nº 30	0.590	114.1	3.85	58.55	41.45		GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
Nº 40	0.426	100.0	3.37	61.92	38.08		
Nº 60	0.297	92.4	3.12	65.04	34.96		
Nº 80	0.250	47.4	1.60	66.64	33.36		
Nº 100	0.177	77.7	2.62	69.26	30.74		
Nº 200	0.075	34.1	1.15	71.03	28.97		OBSERVACIONES :
< Nº 200		658.9	28.97	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:


Ing. Maxwell Anthony Morote Ariza
 C.I.P. 177454
 FIRMADO EN INGENIERIA ELECTRONICA Y SISTEMAS

	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)	F - 3G - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	EFFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022		
SOLICITANTE:	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACIÓN:	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		

L Datos Generales

PROCEDENCIA :	C - 02	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA :	5N + 1S PET + 3S CENIZA DE PALMA	COD. PROYECTO:	IGN-PS-PC-010-2023
ESTRATO :	SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA:	M-SNH+CP-2023
PROFUND. (m) :	-	FECHA:	JUL23

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	36	44	19
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	67.55	67.80	64.90
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	64.55	65.00	62.90
MASA DE AGUA	(g)	3.00	2.80	2.00
MASA DEL TARRO	(g)	58.74	59.24	58.50
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.81	5.76	4.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	51.6	48.6	45.5
NUMERO DE GOLPES		17	25	35

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	6	9
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.04	33.12
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	31.47	31.75
MASA DE AGUA	(g)	1.4	1.4
MASA DEL TARRO	(g)	27.43	27.59
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.2	4.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.3	32.9




CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	48.4
LIMITE PLASTICO (%)	32.6
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.8

Observaciones:

.....


Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP. 132454
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA (SUELOS Y FUNDACIONES)

	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318, MTC E-110)	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022'		
SOLICITANTE	BACH. ANGEL ANTONIO ACÉVEDO GAMARRA		
UBICACIÓN	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		

L Datos Generales

PROCEDENCIA	: C - 02	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA	: SN + 1% PET + 6% CENIZA DE PALMA	COD. PROYECTO:	IGM-PS-PC-010-2023
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA:	M-SN+TEBRASL+CHE-2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA:	JUL-23

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	63	69	44
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	77.24	76.50	79.23
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	71.02	67.57	73.04
MASA DE AGUA	(g)	6.24	6.91	6.19
MASA DEL TARRO	(g)	58.92	54.69	59.24
MASA DEL SUELO SECO	(g)	12.80	14.90	13.80
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	48.8	46.4	44.8
FAJERO DE GOLPES		18	25	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO	N°	4	24	
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	26.17	35.58	
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	24.24	33.71	
MASA DE AGUA	(g)	1.9	1.9	
MASA DEL TARRO	(g)	18.22	27.98	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	6.0	5.7	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.1	32.6	




CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	46.4
LIMITE PLASTICO (%)	32.3
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	14.0

Observaciones:

.....



Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP. 132454
PREVENISTA EN GEOTECNIA (CONCRETO Y ASFALTOS)

	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)	F - 3G - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	"EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022"		
SONICITANTE	BACH, ANGE, ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		
UBICACIÓN	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : C - 02 MUESTRA : SN + 1% PET + 9% CENIZA DE PALMA ESTRATO : SUELO ADICIONADO PROFUND. (m) : -	TIPO DE MATERIAL : SUBRASANTE COD. PROYECTO : ICM-PS-PC-010-2023 COD. MUESTRA : M-SN+TERRASIL+CHE-2022 FECHA : Jul-23
--	--

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	47	58	128
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	66.86	66.43	71.66
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	62.51	62.02	67.41
MASA DE AGUA	(g)	4.35	4.41	4.25
MASA DEL TARRO	(g)	53.53	52.23	57.64
MASA DEL SUELO SECO	(g)	8.96	9.79	9.77
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	48.4	45.0	43.5
NUMERO DE GOLPES		14	24	33

LIMITE PLASTICO		
N° TARRO	N°	1
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	29.80
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	28.43
MASA DE AGUA	(g)	1.4
MASA DEL TARRO	(g)	23.77
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.4




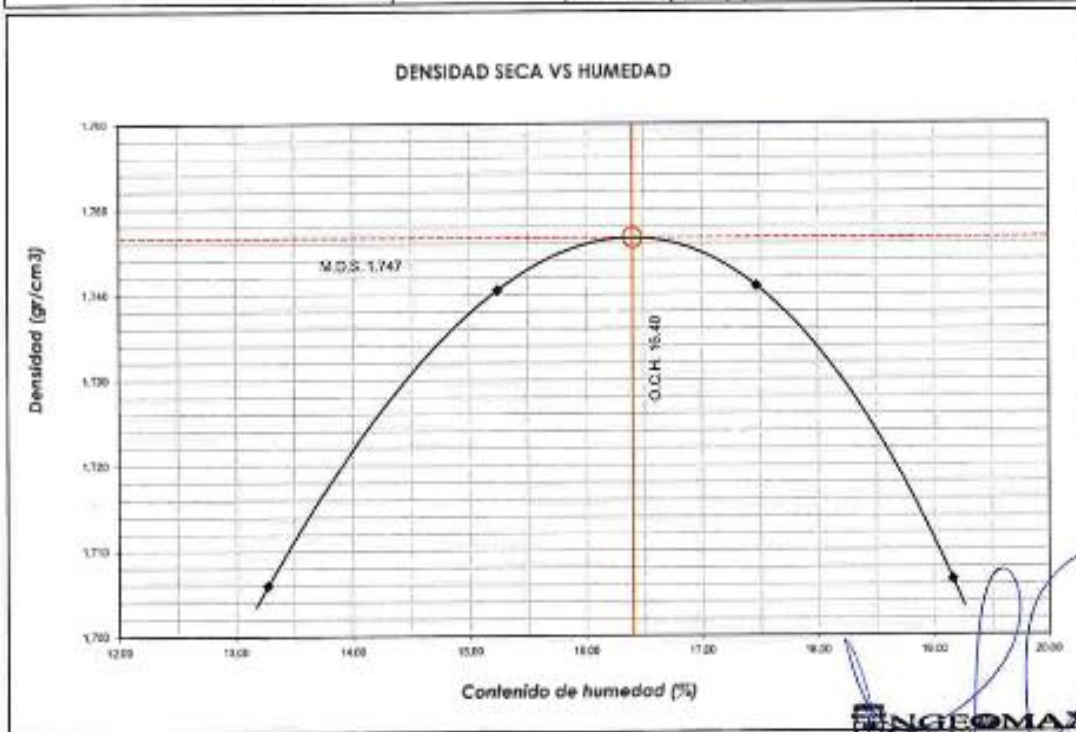
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	45.0
LIMITE PLASTICO (%)	29.3
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.7

Observaciones:


.....


 Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 CIP 132454
 RESPONSABLE ENGEOMAX DIRECTO INGENIEROS

		ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)		F - SG - 103	
				Revisión:	1
		Fecha:	2022-02-03		
PROYECTO	EFFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022				
SOLICITANTE	BACH, ANGE, ANTONIO ACEVEDO GAMARRA	REGISTRO N°:	M-SN+P+C-2022		
UBICACIÓN	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	Jul-23		
I. Datos Generales					
PROCEDENCIA	: C-02		CLASF. (SUCS) : -		
MUESTRA	: SN + 1% PET + 3% CENIZA DE PALMA		CLASF. (AASHO) : -		
ESTRADO	: SUELO ADICIONADO		Tipo de material: Subrasante		
PROFUND. (m)	: -		COD. Muestra: M-SN+P+C-2022		
DATOS DE LA MUESTRA					
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5513.00	5582.00	5619.00	5608.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1818.00	1887.00	1924.00	1913.00
Volumen del molde	cm ³	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.932	2.006	2.045	2.033
Recipiente N°		117	115	112	111
Peso del suelo húmedo+tara	gr	188.20	282.71	322.19	254.90
Peso del suelo seco + tara	gr	170.00	250.00	279.40	219.40
Tara	gr	32.90	35.37	34.47	34.08
Peso de agua	gr	18.20	32.71	42.79	35.50
Peso del suelo seco	gr	137.10	214.63	244.93	185.32
Contenido de agua	%	13.3	15.2	17.6	19.2
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.706	1.741	1.741	1.707
ASTM D1557 METODO		"A"	Densidad máxima (gr/cm ³)		1.747
			Humedad óptima (%)		16.4



Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 C.I.P. 1377484

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO (ASTM D 1883 - MTC E 132)	F - SG - 104	
		Revisión: 1	Fecha: 2022-02-03
PROYECTO	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBBASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022*		
SOLICITANTE	BACH. ANGELO ANTONIO ACEVEDO GAMARRA	REGISTRO N°	M-SN+P+C-2022
UBICACION	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	Jul-23
1. Datos Generales			
PROCEDENCIA	: C-02	CLASF. (SWCS) :	-
MUESTRA	: SN + 1% PET + 3% CENIZA DE PALMA	CLASF. (AASHTO) :	-
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	Tipo de material:	Subbase
PROFUND.	: -	COD. Muestra:	M-SN+P+C-2022

DATOS DE LA MUESTRA				
COMPACTACION DEL SUELO				
Molde	N°	21	30	22
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12740	12492	12314
Peso molde	gr	8434	8440	8441
Peso suelo húmedo compactado	gr	4306	4052	3875
Volumen del molde	cm³	2117.6	2126.0	2126.9
Peso volumétrico húmedo	gr/cm³	2.033	1.906	1.822
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Reciente	N°	10	12	14
Peso del suelo húmedo + tara	gr	55.20	55.60	54.10
Peso del suelo seco + tara	gr	51.35	50.30	50.40
Peso del recipiente	gr	27.73	17.90	27.90
Peso de agua	gr	3.9	5.3	3.7
Peso del suelo seco	gr	23.6	32.4	22.5
Contenido de agua	%	16.3	16.4	16.4
Contenido de agua promedio			16.4	
Peso volumétrico seco	gr/cm³	1.747	1.638	1.566

EXPANSION												
EXPANSION MOLDE 21				EXPANSION MOLDE 30				EXPANSION MOLDE 22				
Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%	
Jul-2023	10:30	116.00	0.00%	Jul-2023	10:30	117.15	0.00%	Jul-2023	10:30	117.15	0.00%	
Jul-2023	10:30	116.00	0.00%	Jul-2023	10:30	117.15	0.00%	Jul-2023	10:30	117.15	0.00%	
Jul-2023	10:30	116.00	0.00%	Jul-2023	10:30	117.15	0.00%	Jul-2023	10:30	117.15	0.00%	
Jul-2023	10:30	116.00	0.00%	Jul-2023	10:30	117.15	0.00%	Jul-2023	10:30	117.15	0.00%	
Jul-2023	10:30	116.00	0.00%	Jul-2023	10:30	117.15	0.00%	Jul-2023	10:30	117.15	0.00%	

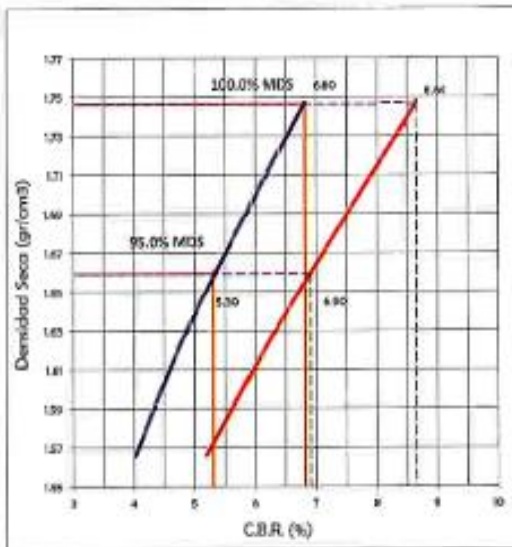
PENETRACION											
CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)											
Molde		21			30			22			
Penetración	Capo	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	
(mm)	(gr/ft²)	(lb/in²)	(lb/in²)	(%)	(lb)	(lb/cm²)	(%)	(lb)	(lb/cm²)	(%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	45	2		40	2		22	1		
1.270	0.050	107	5		82	4		70	3		
1.905	0.075	153	8		120	6		109	5		
2.540	0.100	154.32	21.5	6.80	153	8	4.99	120	6	4.02	
3.810	0.150		32.1	16	236	12		176	9		
5.080	0.200	231.49	40.1	20	300	15	6.48	253	13	5.18	
6.350	0.250		45.1	22	340	18		272	14		
7.620	0.300		48.5	24	392	19		298	15		



Ing. Maxwell Anthony Murillo Arias

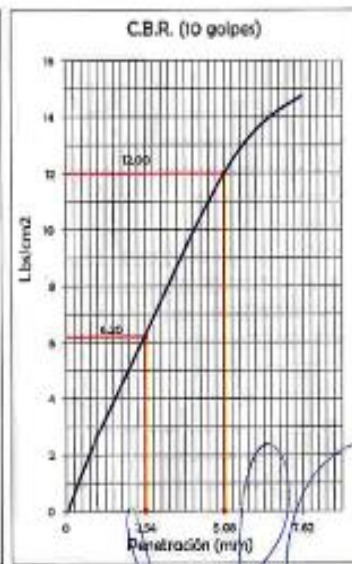
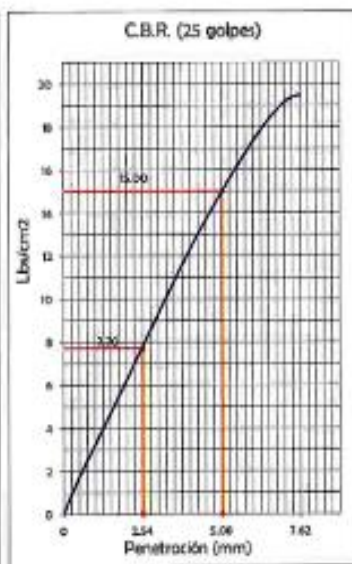
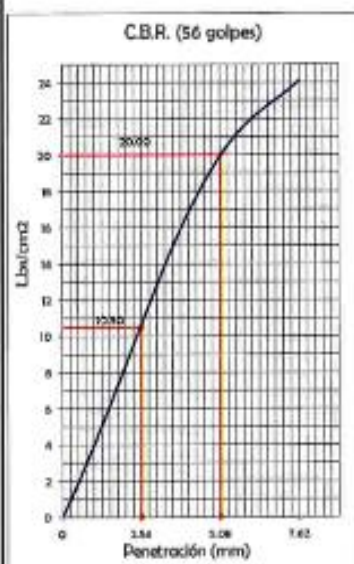
	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO (ASTM D 1883 - MIC E 132)	F - 50 - 104 Revisión: 1 Fecha: 2022-03-03
	PROYECTO: EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022	
SOLICITANTE: BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		REGISTRO N°: M-SN+P+C-2022
UBICACION: TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		FECHA: Jul-23
I. Datos Generales		
PROCEDENCIA : C-02 MUESTRA : SN + 1% PET + 3% CENIZA DE PALMA ESTRADO : SUELO ADICIONADO PROFUND. : -	CLASF. (SUCS) : - CLASF. (AASHTO) : - Tipo de material: Subrasante COD. Muestra: M-SN+P+C-2022	

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR




METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.747
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.659

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	6.8%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	5.3%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	8.6%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	6.9%
Expansion (%)	0.00%



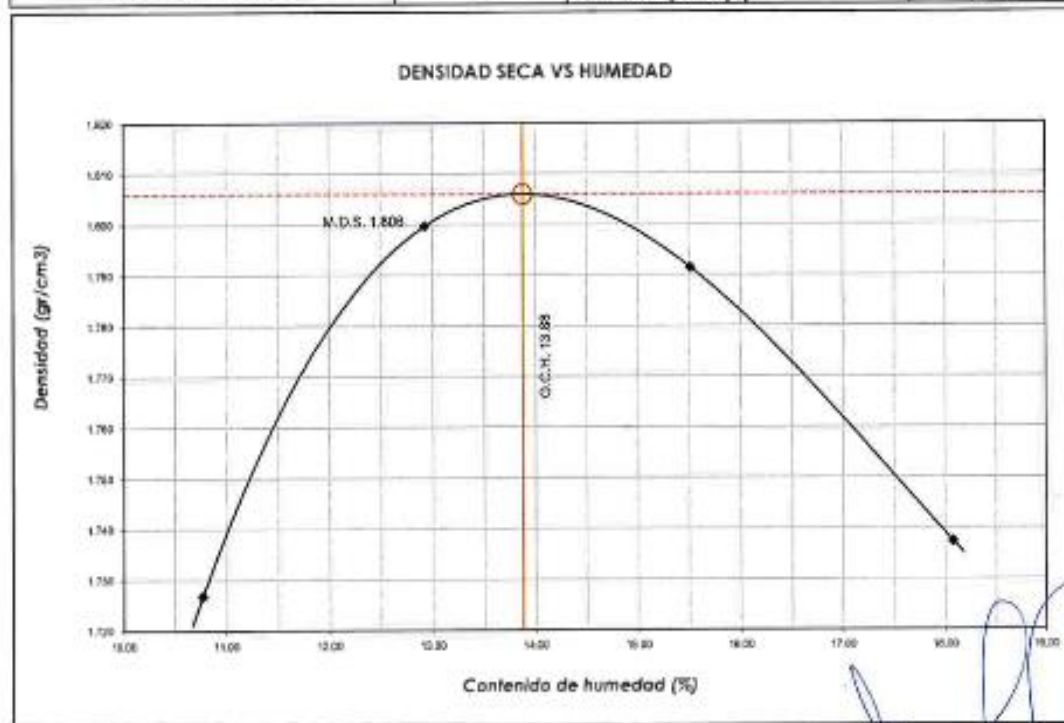
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 9876543210


	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)		F - 5G - 103	
			Revisión:	1
			Fecha:	2022-02-03
PROYECTO	EFFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022*			
SOLICITANTE	BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA	REGISTRO N°:	M-SN+P+C-2022	
UBICACIÓN	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	Jul-23	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : C-02 MUESTRA : 5N + 1% PET + 6% CENIZA DE PALMA ESTRADO : SUBLO ADICIONADO PROFUND. (m) : -	CLASF. (SBCS) : - CLASF. (AASHTO) : - Tipo de material: Subrasante COD. Muestra: M-SN+P+C-2022
--	---

DATOS DE LA MUESTRA					
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5809.00	5722.00	5957.00	5940.00
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1808.00	1921.00	1956.00	1939.00
Volumen del molde	cm ³	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrica húmedo	gr	1.913	2.032	2.069	2.051
Recipiente N°		116	103	108	107
Peso del suelo húmedo + tara	gr	211.20	277.75	289.18	263.92
Peso del suelo seco + tara	gr	194.00	249.80	255.00	229.00
Tara	gr	34.31	33.58	34.65	35.84
Peso de agua	gr	17.20	27.95	34.18	34.92
Peso del suelo seco	gr	159.69	216.22	220.35	193.16
Contenido de agua	%	10.8	12.9	15.5	18.1
Peso volumétrica seco	gr/cm ³	1.727	1.800	1.791	1.737
ASTM D1557 METODO		"A"		Densidad máxima (gr/cm ³) Humedad óptima (%)	
				1.806 13.9	




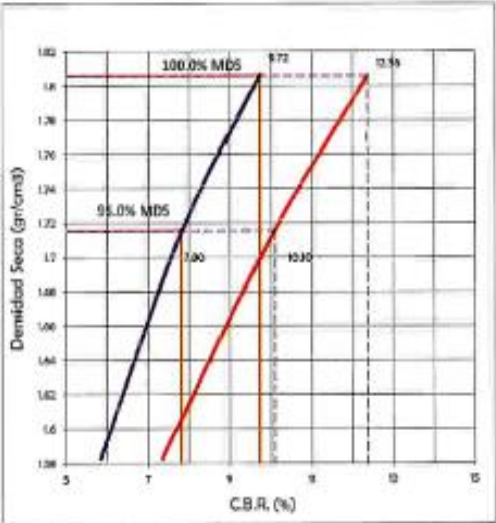
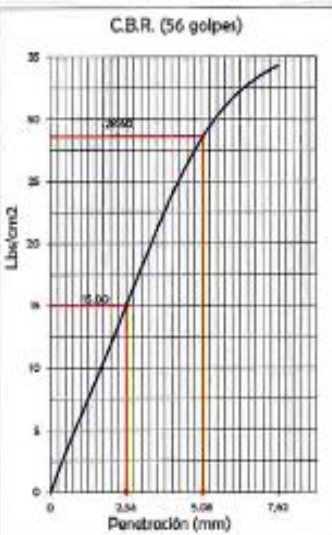
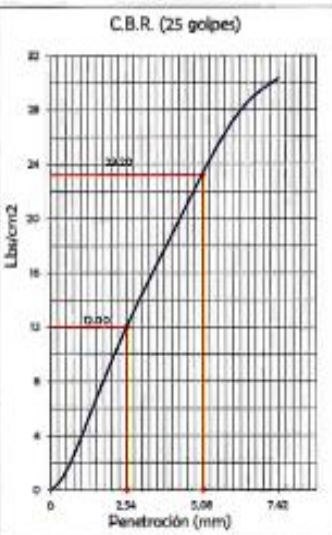
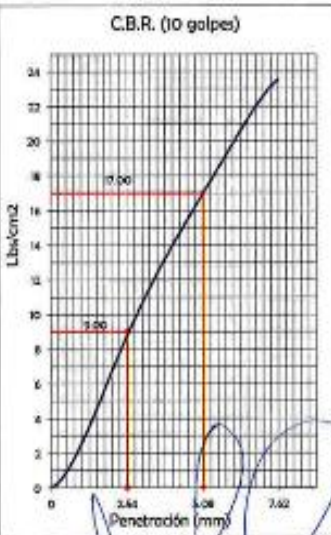
	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO (ASTM D 1883 - MTC E 132)	F - 50 - 104	
		Revisión: 1	Fecha: 2022-02-03
PROYECTO	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022		
SOLICITANTE	BACH, ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA	REGISTRO N°	M-SH+P+C-2022
UBICACION	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	JUL 23
I. Datos Generales			
PROCEDENCIA	: C-02	CLASF. (SUCS)	: -
MUESTRA	: SN + 1% PET + 6% CENIZA DE PALMA	CLASF. (AASHTO)	: -
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	Tipo de material:	Subrasante
PROFUND.	: -	COD. Muestra:	M-SH+P+C-2022


DATOS DE LA MUESTRA				
COMPACTACION DEL SUELO				
Molde	N°	17	10	16
Capas	N°	5		
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12867	11735	12116
Peso molde	gr	8491	7598	8282
Peso suelo húmedo compactado	gr	4396	4137	3833
Volumen del molde	cm³	2136.5	2119.0	2126.2
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	2.058	1.952	1.803
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	2	6	8
Peso del suelo húmedo + tara	gr	60.20	69.90	61.50
Peso del suelo seco + tara	gr	55.10	56.00	56.00
Peso del recipiente	gr	17.68	27.43	18.06
Peso de agua	gr	5.1	3.9	5.5
Peso del suelo seco	gr	37.4	28.6	37.9
Contenido de agua	%	13.6	13.7	14.5
Contenido de agua promedio		13.9		
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.806	1.713	1.583


EXPANSION												
EXPANSIÓN MOLDE 17				EXPANSIÓN MOLDE 10				EXPANSIÓN MOLDE 16				
Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%	
Jul-2023	15:30	116.00	0.00%	Jul-2023	15:30	117.15	0.00%	Jul-2023	15:30	117.15	0.00%	
Jul-2023	15:30	116.00	0.00%	Jul-2023	15:30	117.15	0.00%	Jul-2023	15:30	117.15	0.00%	
Jul-2023	15:30	116.00	0.00%	Jul-2023	15:30	117.15	0.00%	Jul-2023	15:30	117.15	0.00%	
Jul-2023	15:30	116.00	0.00%	Jul-2023	15:30	117.15	0.00%	Jul-2023	15:30	117.15	0.00%	
Jul-2023	15:30	116.00	0.00%	Jul-2023	15:30	117.15	0.00%	Jul-2023	15:30	117.15	0.00%	

PENETRACION											
CAPACIDAD: 1798 lbf (Lector Dig/ta)											
Molde		17			10			16			
Penetración	Carga (lb)	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	
(mm)	(kgf)	(lb)	(lb/cm²)	(%)	(lb)	(lb/cm²)	(%)	(lb)	(lb/cm²)	(%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	71	4		42	2		26	1		
1.270	0.060	140	8		113	5		72	4		
1.905	0.075	225	11		149	7		107	5		
2.540	0.100	294	15	9.72	271	13	7.78	203	10	5.83	
3.810	0.150	439	23		342	17		245	12		
5.080	0.200	570	28	12.36	475	24	10.02	355	18	7.34	
6.350	0.250	650	32		560	28		410	20		
7.620	0.300	690	34		610	30		474	24		


Ing. Maxwell Anthony Muroto Aris
 DIRECCION: JR. CIRC ALGARIBIA N° 416 - ESTD NAZARENO - Ayacucho, CEL: 98056406, EMAIL: ingomax@ngomax.com, CONTACTO: 051 945 325 54
 PLANEAJOS EN DOTACIÓN - PRECISO 100% SENSITIVO

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO (ASTM D 1683 - MTC E 132)	P - SG - 104 Revisión: 1 Fecha: 2022-02-03																				
	PROYECTO EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022																					
	SOLICITANTE BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA UBICACION TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO	REGISTRO N° M-SN+P+C-2022 FECHA: Jul-23																				
L. Datos Generales PROCEDENCIA : C-02 MUESTRA : SN + 1% PET + 6% CENIZA DE PALMA ESTRADO : SUELO ADICIONADO PROFUND. : -																						
CLASF. (SUCS) : - CLASF. (AASHTO) : - Tipo de material: Subrasante COD. Muestra: M-SN+P+C-2022																						
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>METODO DE COMPACTACION</th> <th>ASTM D1557</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>1.806</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>13.9</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>1.716</td> </tr> </tbody> </table>	METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.806	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.9	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.716	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>9.7%</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>7.8%</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>12.4%</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>10.1%</td> </tr> <tr> <td>Expansion (%)</td> <td>0.00%</td> </tr> </tbody> </table>	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	9.7%	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	7.8%	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	12.4%	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	10.1%	Expansion (%)	0.00%
METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557																					
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.806																					
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.9																					
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.716																					
RESULTADOS:																						
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	9.7%																					
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	7.8%																					
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	12.4%																					
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	10.1%																					
Expansion (%)	0.00%																					
																						

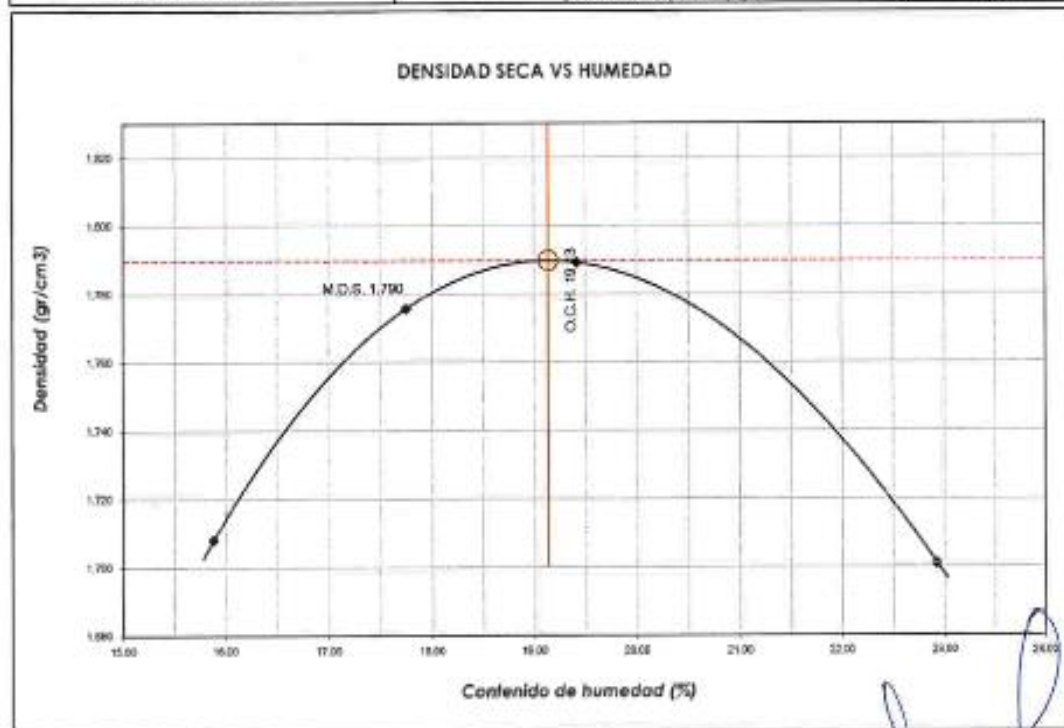

 Ing. Maxwili Anthony Morote Arias
 1 5 2 4 5 4

	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)		F - SG - 103	
			Revisión:	1
			Fecha:	2022-02-03
PROYECTO	EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022'			
SOLICITANTE	BACH. ANGELO ANTONIO ACEVEDO GAMARRA	REGISTRO N°:	M-SN+P+C-2022	
UBICACIÓN	TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	Jul-23	


I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	C-02	CLASF. (SUCS) :	-
MUESTRA :	SN + 1% PET + 9% CENIZA DE PALMA	CLASF. (AASHTO) :	-
ESTRADO :	SUELO ADICIONADO	Tipo de material:	Subrasante
PROFUND. (m) :	-	COD. Muestra:	M-SN+P+C-2022

DATOS DE LA MUESTRA					
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5557.00	5662.00	5705.00	5662.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1862.00	1967.00	2010.00	1967.00
Volumen del molde	cm ³	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.979	2.091	2.137	2.091
Recipiente N°		118	122	113	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	206.50	275.51	269.71	270.32
Peso del suelo seco + tara	gr	183.00	239.11	231.60	223.30
Tara	gr	35.04	34.03	35.31	18.22
Peso de agua	gr	23.50	36.40	38.11	47.02
Peso del suelo seco	gr	147.96	205.08	196.29	205.08
Contenido de agua	%	15.9	17.7	19.4	22.9
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.708	1.776	1.789	1.701
ASTM D1557 METODO		"A"	Densidad máxima (gr/cm³)		1.790
			Humedad óptima (%)		19.1





Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP 37654
 ESPECIALISTA EN PROYECTOS, CONTROL Y MANEJO

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO (ASTM D 1883 - MTC E 132)	F - SG - 104
		Revisión: 1 Fecha: 2022-02-03
PROYECTO: EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022		
SOLICITANTE: BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA		REGISTRO N°: M-SN+P+C-2022
UBICACION: TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO		FECHA: Ju-23
I. Datos Generales		
PROCEDENCIA: C-02	CLASIF. (SUCS): -	
MUESTRA: 3N + 1% PET + 9% CENIZA DE PALMA	CLASIF. (AASHTO): -	
ESTRATO: SUELO ADICIONADO	Tipo de material: Subrasante	
PROFUND: -	COD. Muestra: M-SN+P+C-2022	

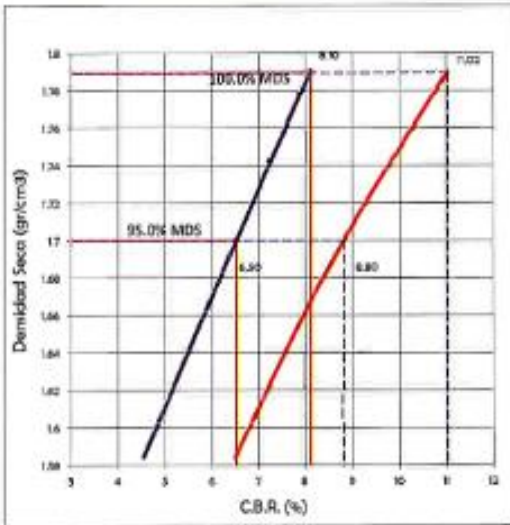
DATOS DE LA MUESTRA				
COMPACTACION DEL SUELO				
Molde	N°	18	8	2
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12802	11638	10992
Peso molde	gr	8278	7371	6998
Peso suelo húmedo compactado	gr	4524	4267	3994
Volumen del molde	cm³	2122,0	2118,6	2117,1
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	2.132	2.014	1.887
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	36	42	22
Peso del suelo húmedo + tara	gr	66.60	60.50	62.40
Peso del suelo seco + tara	gr	60.40	54.75	56.80
Peso del recipiente	gr	27.80	25.14	27.17
Peso de agua	gr	6.2	5.8	5.6
Peso del suelo seco	gr	32.6	29.6	29.6
Contenido de agua	%	19.0	19.4	18.9
Contenido de agua promedio			19.1	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.790	1.691	1.584

EXPANSION												
EXPANSION MOLDE 18				EXPANSION MOLDE 8				EXPANSION MOLDE 2				
Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%	Fecha	Hora	mm	%	
Jul-2023	17:30	116.00	0.00%	Jul-2023	17:30	117.15	0.00%	Jul-2023	17:30	117.15	0.00%	
Jul-2023	17:30	116.00	0.00%	Jul-2023	17:30	117.15	0.00%	Jul-2023	17:30	117.15	0.00%	
Jul-2023	17:30	116.00	0.00%	Jul-2023	17:30	117.15	0.00%	Jul-2023	17:30	117.15	0.00%	
Jul-2023	17:30	116.00	0.00%	Jul-2023	17:30	117.15	0.00%	Jul-2023	17:30	117.15	0.00%	
Jul-2023	17:30	116.00	0.00%	Jul-2023	17:30	117.15	0.00%	Jul-2023	17:30	117.15	0.00%	

PENETRACION											
CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)											
Molde		18				8				2	
Penetración	Carga (kg)	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	
mm	(kg)	libras	(lb/cm²)	(%)	libras	(lb/cm²)	(%)	libras	(lb/cm²)	(%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	50	2		43	2		26	1		
1.270	0.050	107	5		94	5		78	4		
1.905	0.075	194	10		146	7		103	5		
2.540	0.100	154.32	225	11	8.10	194	10	6.35	133	7	4.54
3.810	0.150	408	20		319	14		238	12		
5.080	0.200	231.49	305	25	11.02	398	20	8.60	293	15	6.66
6.350	0.250	584	29		480	23		360	18		
7.620	0.300	615	31		519	26		400	20		

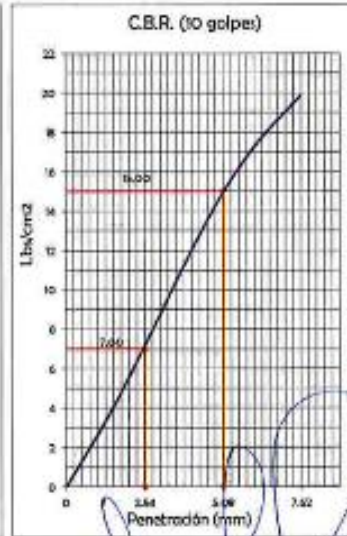
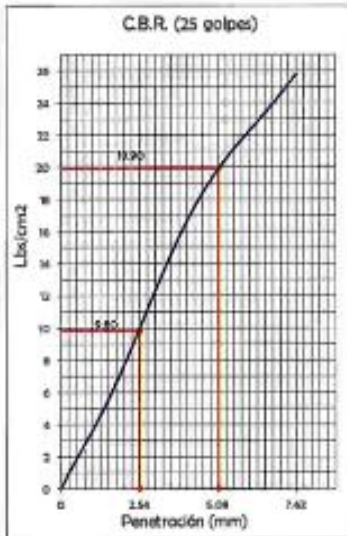
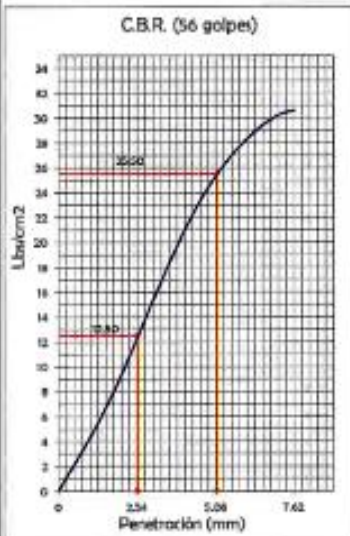
	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO (ASTM D 1683 - MTC E 132)	F - SG - 104	
		Revisión: 1	Fecha: 2022-02-03
PROYECTO: EFECTO DE LA INCORPORACION DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022	SOLICITANTE: BACH. ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA	REGISTRO N°: M-SN+P+C-2022	FECHA: Jul-23
UBICACIÓN: TICLLAS / HUAMANGA / AYACUCHO			
Datos Generales			
PROCEDENCIA: C-02	MUESTRA: SN + 1% PET + 9% CENIZA DE PALMA	CLASF. (SUCS): -	CLASF. (AASHTO): -
ESTRADO: SUELO ADICIONADO	PROFUND.: -	Tipo de material: Subrasante	COD. Muestra: M-SN+P+C-2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.790
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.1
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.700

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	8.1%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	6.5%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	11.0%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	8.8%
Expansión (%)	0.00%



Anexo 3: Certificados de calibración

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-28531-001 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

Equipo <i>Instrument</i>	PRENSA CBR	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PA-9	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	051	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	No presenta	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	50 kN	
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.	<p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Dirección <i>Address</i>	JR. CIRO ALEGRIA N° 416 - AYACUCHO	
Ciudad <i>City</i>	Ayacucho - Perú	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2023 - 03 - 07	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023 - 03 - 10	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>		06

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
 Metrologo Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver López Poveda
 Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.0

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-0643-2022

Requerimiento

6694-2022

Fecha de Emisión

2022-08-16

1. SOLICITANTE : INGENIERÍA GEOTÉCNICA AL MÁXIMO S.A.C.

Dirección : Jr. Ciro Alegría 416 Sector Las Nazarenas -
Ayacucho - Huamanga - Jesús Nazareno.

2. EQUIPO : HORNO DIGITAL

Marca : PINZUAR LTDA

Modelo : PG-190

Número de Serie : 228

Identificación : NO INDICA

Procedencia : COLOMBIA

Ventilación : FORZADA

Temperatura de Trabajo : 110 °C ± 10 °C

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Controlador	DIGITAL	Hasta 200°C	0,1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el 2022-08-16 en LABORATORIO DE SUELOS Y
CONCRETO DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA AL MÁXIMO S.A.C.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018
2da edición, 2009: "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de
Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" publicada por el
SNM/INDECOPI.

5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales
del INACAL-DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro multicanal de indicación digital	CT-0528-2022

6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Ambiental : De 22,6 °C a 23,0 °C

Humedad Relativa : De 31,6 % H.R. a 30,5 % H.R.

Tensión Eléctrica : 231,3 V

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro objeto que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sello del Laboratorio de Calibración de Total Weight & Systems S.A.C.




José Luis Palacios Cubillas
Metrólogo

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CM-1269-2022

Requerimiento
6694-2022

Fecha de Emisión
2022-08-16

- 1. SOLICITANTE** : INGENIERÍA GEOTÉCNICA AL MÁXIMO S.A.C.
- Dirección : Jr. Ciro Alegría 416 Sec. Las Nazarenas -
Ayacucho - Huamanga - Jesús Nazareno.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA
Clasificación : NO AUTOMÁTICA
Marca : CHAUS
Modelo : R31P30
Número de serie : 8335460267
Identificación : NO INDICA
Procedencia : CHINA
Capacidad máxima : 30 000 g
Div. de escala (d) : 1 g
Div. de verificación (e) : 10 g
Clase de exactitud : III
Ubicación : LAB. DE SUELOS 1

3. FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN
Calibrado el 2022-08-16 en INSTALACIONES DEL CLIENTE

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

5. TRAZABILIDAD


Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.

Patrones Utilizados	Certificado
Juego de pesas F1	PE22-C-0110
Pesa M1 de 5 kg	CCP-1014-003-21
Pesa M1 de 10 kg	CCP-1014-002-21
Pesa M1 de 20 kg	CM-0353-2022
Juego de pesas F1	1AM-0104-2022

6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Ambiental : De 22,2 °C a 22,7 °C
Humedad Relativa : De 33,2% H.R. a 34,2% H.R.




Ricardo Solomayor Jaime
Gerente del L.C.

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el instrumento calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro instrumento que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sellos de Total Weight & Systems S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
 Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza
Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-28531-001 R0

Page / Pág. 1 de 6

Equipo <i>Instrument</i>	PRENSA CBR	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PA-9	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	051	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	No presenta	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	50 kN	
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	JR. CIRO ALEGRIA N° 416 - AYACUCHO	
Ciudad <i>City</i>	Ayacucho - Perú	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2023 - 03 - 07	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023 - 03 - 10	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	06	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
 Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
 Metrologo Laboratorio de Metrología


Tecg. Jaiver López Poveda
 Metrologo Laboratorio de Metrología

LMPC-05-F-01 R0.0



LABORATORIO DE METROLOGÍA | CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 474-2022 GLW

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2022-08-26

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE ELÉCTRICA DIGITAL

MARCA	: PINZUAR LTDA.	PROCEDENCIA	: COLOMBIANA
MODELO	: PS - 11A	IDENTIFICACIÓN	: (*) EQ-CC-02
NÚMERO DE SERIE	: 132	TIPO	: DIGITAL
ALCANCE DE	: 0 a 999 VUELTAS	UBICACIÓN	: LABORATORIO
DIV. DE ESCALA	: 1 VUELTAS		
FECHA DE VERIFICACIÓN	: 2022-08-16		

3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN
Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR DE INSPECCIÓN
La verificación se realizó en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	24.6	24.8
Humedad Relativa %HR	37	37

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

7. OBSERVACIONES
(* Serie indicado en una etiqueta adherida al equipo.
El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630

8. RESULTADOS

CARACTERISTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	207.90	g
Espesor de la copa	1.99	mm
Profundidad de la copa	26.51	mm
Altura de la base	51.23	mm
Ancho de la base	124.97	mm
Longitud de la base	151.71	mm


Tec. Gilmer Antonio Baaman Poquioma.
 Responsable del Laboratorio de Metrología.
G & L LABORATORIO S.A.C

TRAZABILIDAD: G&L LABORATORIO S.A.C. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(* Este certificado de inspección expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizó la inspección.



☎ Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:

✉ Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 477-2022 GLL

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2022-08-26

- 1. SOLICITANTE** : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C
DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO
- 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MOLDE PARA PRUEBA DE COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO
- MARCA : NO PRESENTA PROCEDENCIA : NO PRESENTA
 MODELO : NO PRESENTA UBICACIÓN : LABORATORIO
 NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA IDENTIFICACIÓN : (*) 268
 FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-08-20

3. PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA UTILIZADO

La verificación se realizó por el método lineal con patrones trazables al SNM/INDECOPI tomando como referencia la MTC E 132 / ASTM D 1883, Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory - Compacted Soils.

4. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La verificación se realizó el 20 de Agosto del 2022 en el **LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.**

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.6	23.8
Humedad Relativa %HR	38	38

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). **Certificado de Calibración N° L - 0815 - 2020.**

7. OBSERVACIONES

(*) Código inscrito en el instrumento.

Este certificado de inspección presenta las mediciones realizadas al molde cilíndrico para concreto, los cuales nos permiten confirmar el cumplimiento de los requisitos para la norma técnica ASTM D-1557.

8. RESULTADOS

MOLDE PARA PRUEBA DE COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO IDENT: (*) 268					
Altura del Molde (mm)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	1	2	3		
116.4 ± 0,5	116.50	116.40	116.50	116.47	-0.07
Diámetro del Molde (mm)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	1	2	3		
152.4 ± 0,7	152.5	152.4	152.5	152.5	-0.07
Volumen Calculado del Molde (cm ³)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (mm)			PROMEDIO (cm ³)	ERROR DE INDICACIÓN (cm ³)
	1	2	3		
2124 ± 25	2128	2128	2128	2126.4	-2.4

Gilmer Antonio Huamán Poquoma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 478-2022 GLLM

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2022-08-26

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C
DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MARTILLO PARA PRUEBA DE COMPACTACIÓN MODIFICADO

MARCA : NO PRESENTA PROCEDENCIA : NO PRESENTA
MODELO : NO PRESENTA UBICACIÓN : LABORATORIO
NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA IDENTIFICACIÓN : (*) 269
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-08-20

3. PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA UTILIZADO
Procedimiento de verificación Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR Y FECHA DE INSPECCIÓN
La verificación se realizó el 20 de Agosto del 2022 en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.6	23.7
Humedad Relativa %HR	38	38

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

7. OBSERVACIONES
(*) Código inscrito en el instrumento.
Este informe de inspección presenta las mediciones realizadas al molde cilíndrico para concreto, los cuales nos permiten confirmar el cumplimiento de los requisitos para la norma técnica ASTM D-698 / D1557.

8. RESULTADOS

MARTILLO PARA PRUEBA DE COMPACTACIÓN MODIFICADO IDENT: (*) 269					
Caida (mm)	INDICACIÓN DEL PATRON(mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	1	2	3		
457.2 / (18")	457.0	457.1	457.1	457.1	0.1

Diámetro (mm)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	1	2	3		
50.8 ± 0.13	50.9	50.8	50.9	50.9	-0.07

Peso (kg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (kg)			PROMEDIO (kg)	ERROR DE INDICACIÓN (kg)
	1	2	3		
4.536 ± 0.01	4.535	4.534	4.534	4.535	

Gilmer Antonio Huamán Poquioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Anexo 4: Panel fotográfico



Excavación de calicatas de estudio



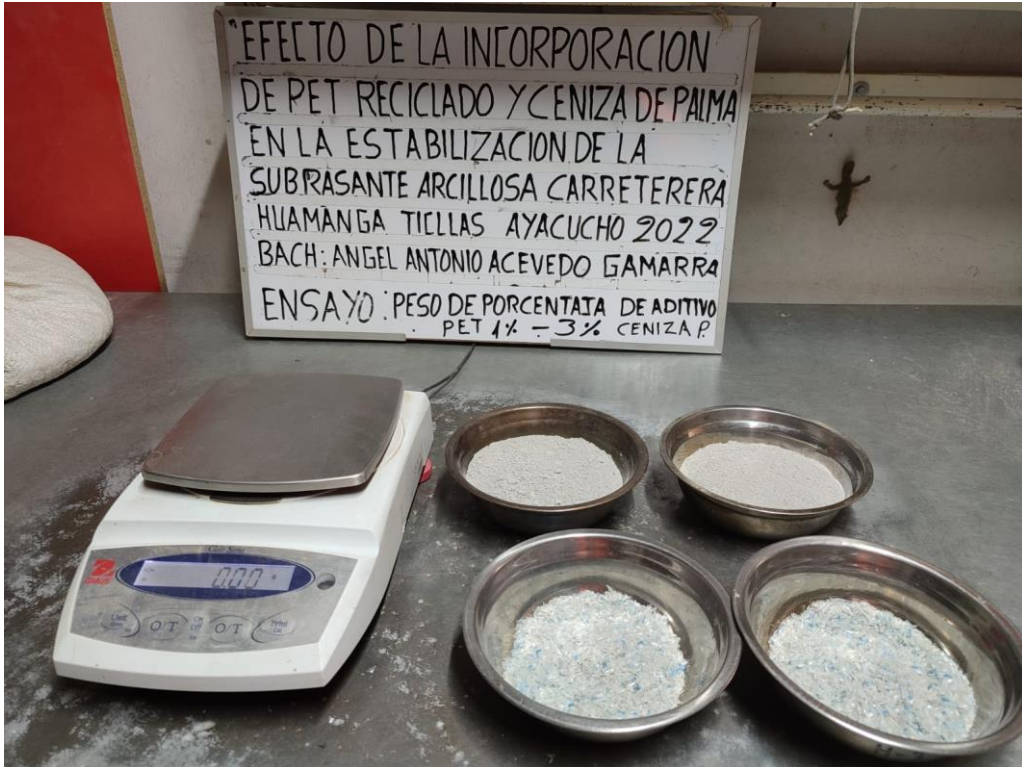
Identificación de las calicatas



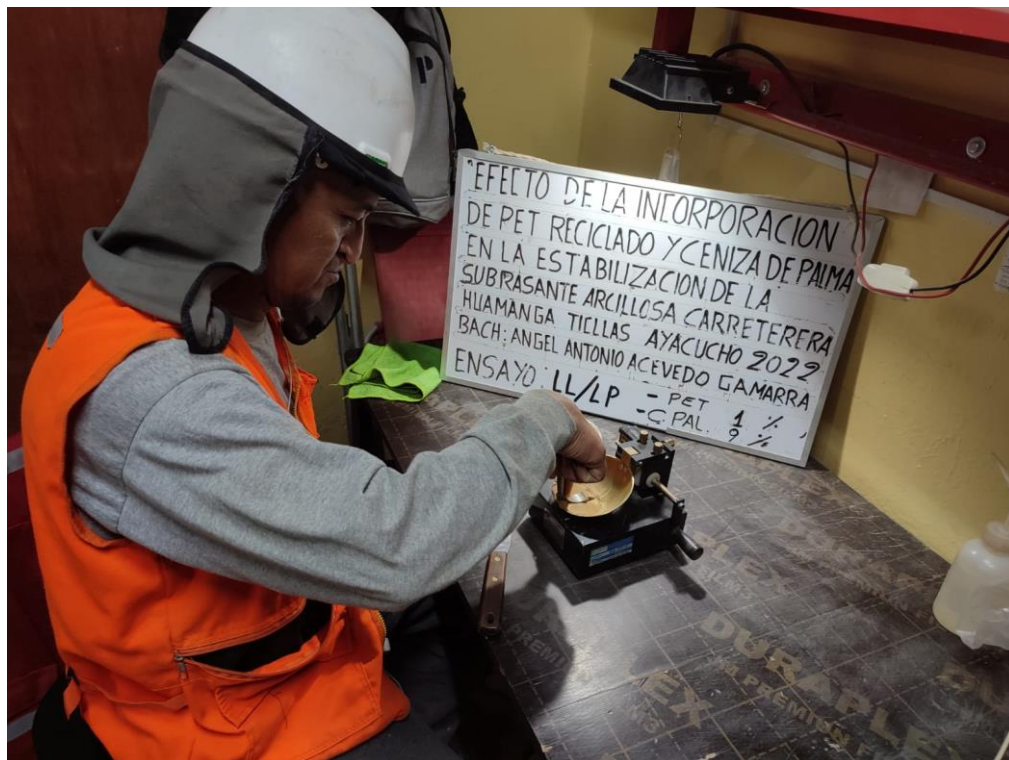
Recolección de material para el laboratorio



Recolección de hojas de palma para proceso de quemado



Obtención de ceniza de palma y fibras de PET



Ensayos de limite liquido/ limite plástico



Ensayo de Proctor modificado



Ensayo de C.B.R.

**ACTA N° 011-2024-FIMGC: ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **Resolución Decanal N° 153-2024-FIMGC-D**, a los veintidos días del mes de febrero de 2024, siendo las 4:00 p.m, reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, bajo la presidencia del M.Sc. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS Decano de la FIMGC y los miembros; M.Sc. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO, M.Sc. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANI, Ing. Saul RETAMOZO FERNANDEZ, actuando como secretario docente el M.Sc. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO, para proceder a la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, del bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA

Quien presentó la tesis denominada:

“EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022”

Los señores miembros del jurado luego de expuesto la tesis y absueltas las preguntas, delibera y lo declaran, con la recomendación del levantamiento de las observaciones indicadas:

----- **Aprobado con Catorce (14)** -----

Siendo las 05:48 a.m. del día 22 de febrero de 2024, culmina el acto de sustentación de tesis, y en conformidad a lo actuado los miembros del jurado firmamos al pie del presente.

MSc. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS
Presidente

Mg. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO
Miembro

Mg. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANI
Miembro

Ing. Saul RETAMOZO FERNANDEZ
Miembro

M.Sc. kelvis BERROCAL ARGUMEDO
Secretario docente de la FIMGC

cc:
Archivo



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 008-2024-FIMGC/ASIH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 476-2023-FIMGC-UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : ACEVEDO GAMARRA, ANGEL ANTONIO
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis : "EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022"
Evaluación de la Originalidad : 26 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2281139876

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 29 de enero del 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil


Msc. Ing. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANI
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil

"EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022"

por ANGEL ANTONIO ACEVEDO GAMARRA

Fecha de entrega: 29-ene-2024 07:37a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2281139876

Nombre del archivo: BORRADOR_TESIS_ANGEL_ANTONIO_AG.pdf (6.19M)

Total de palabras: 17679

Total de caracteres: 100182

"EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE PET RECICLADO Y CENIZA DE PALMA EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE ARCILLOSA CARRETERA HUAMANGA TICLLAS, AYACUCHO 2022"

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	7%
2	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	7%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
5	docplayer.es Fuente de Internet	2%
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO Trabajo del estudiante	<1%

8	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
9	www.imt.mx Fuente de Internet	<1 %
10	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	doku.pub Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo