

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO
(PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN
LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLÁS, JAÉN – 2022**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Bach. ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ

Bach. ROWEL MORA YAJAHUANCA

ASESOR:

Dr. CHRISTIAAN ZAYED APAZA PANCA

JAÉN – PERÚ, JUNIO, 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

INFLUENCIA DEL POLIETILENO_V2.pdf

AUTOR

ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ

RECuento DE PALABRAS

22205 Words

RECuento DE CARACTERES

112319 Characters

RECuento DE PÁGINAS

175 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

13.5MB

FECHA DE ENTREGA

May 24, 2023 11:59 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 24, 2023 12:01 PM GMT-5

● **5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)


UN UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Christian Zayed Apaza Panca
RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 02 de junio del año 2023, siendo las 09:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón
Secretario : Mg. José Luis Piedra Tineo
Vocal : Dr. Edwin Carlos Lenin Félix Poicón

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

- () Trabajo de Investigación
(**X**) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFTALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRSANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA- SAN NICOLÁS, JAÉN-2022"**, presentado por los bachilleres **Andy Alexis Guevara Chávez** y **Rowel Mora Yajahuanca**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 10:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón
Presidente

Mg. José Luis Piedra Tineo
Secretario

Dr. Edwin Carlos Lenin Félix Poicón
Vocal

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. OBJETIVOS.....	31
III. MATERIAL Y MÉTODOS	32
IV. RESULTADOS	43
V. DISCUSIÓN.....	75
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
AGRADECIMIENTO	85
DEDICATORIA.....	86
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Categoría de subrasante según su calidad.....	20
Tabla 2	Clasificación de suelos en función del tamaño que presenten las partículas....	22
Tabla 3	Tamaño de los tamices con sus aberturas.....	22
Tabla 4	Clasificación del suelo según índice de plasticidad.....	24
Tabla 5	Clasificación SUCS- AASHTO.....	25
Tabla 6	Subgrupos de suelos según AASHTO.....	26
Tabla 7	Operacionalización de las variables.	35
Tabla 8	Prueba de normalidad para CBR a 0.1" (al 95%).....	43
Tabla 9	Prueba Kruskal Wallis para CBR a 0.1" (al 95%).....	44
Tabla 10	Prueba Post-Hoc T3 Dunnett para CBR a 0.1" (al 95.0%).....	45
Tabla 11	Prueba de normalidad para CBR a 0.1" (al 100%).....	46
Tabla 12	Prueba ANOVA para CBR a 0.1" (al 100%).	47
Tabla 13	Prueba Levene para CBR a 0.1" (al 100%).....	48
Tabla 14	Prueba Post-Hoc T3 Dunnett para CBR a 0.1" (al 100%).....	48
Tabla 15	Prueba de normalidad para CBR a 0.2" (al 95%).....	49
Tabla 16	Prueba ANOVA para CBR a 0.2" (al 95%).	50
Tabla 17	Prueba Levene para CBR a 0.2" (al 95%).....	51
Tabla 18	Prueba Post-Hoc T3 Dunnett para de CBR a 0.2" (al 95.0%).....	52
Tabla 19	Prueba de normalidad para CBR a 0.2" (al 100%).....	53
Tabla 20	Prueba Kruskal - Wallis para CBR a 0.2" (al 100%).	54
Tabla 21	Prueba Post-Hoc T3 Dunnett para CBR a 0.2" (al 100%).....	54
Tabla 22	Dosificaciones de PET.....	55
Tabla 23	Ensayos para determinar las propiedades físicas.....	56
Tabla 24	Análisis granulométrico de las muestras naturales.....	56
Tabla 25	Análisis granulométrico de las muestras con adición de PET.....	57
Tabla 26	Resultados de límites de consistencia de las muestras naturales.....	58
Tabla 27	Porcentajes de límites de consistencia de muestras con adición de PET.	59
Tabla 28	Resultados de contenido de humedad de muestras naturales.	60
Tabla 29	Resultados de contenido de humedad de muestras con adición de PET.	61
Tabla 30	Clasificación de las muestras.....	62
Tabla 31	Clasificación de las muestras con adición de PET.	63
Tabla 32	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas.	64

Tabla 33	Resultados de proctor modificado de la muestra natural de análisis.....	64
Tabla 34	Resultados de proctor modificado de la muestra natural de análisis.....	65
Tabla 35	Resultados de CBR de la muestra natural de análisis.....	67
Tabla 36	Resultados de CBR de la muestra natural de análisis más adición de PET del 1.50%.....	68
Tabla 37	Resultados de CBR de la muestra natural de análisis más adición de PET del 3.0%.....	69
Tabla 38	Resultados de CBR de la muestra natural de análisis más adición de PET del 6.0%	71
Tabla 39	Resumen de resultados de propiedades físicas de la muestra natural de análisis y con adiciones PET.	73
Tabla 40	Resumen de resultados de propiedades mecánicas de la muestra natural de análisis y con adiciones PET.	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquemas de la estructura del polietileno.	29
Figura 2 Símbolo e imagen del PET.	29
Figura 3 Ubicación de la zona donde se aplicó la investigación.	32
Figura 4 Procedimiento de investigación.	38
Figura 5 Representación de resultados de composición de las muestras naturales.	57
Figura 6 Representación de resultados de composición de las muestras con adición de PET.	58
Figura 7 Representación de resultados de límites de consistencia de muestras naturales.	59
Figura 8 Representación de resultados de límites de consistencia de muestras con adición de PET.	60
Figura 9 Representación de resultados de contenido de humedad de muestras naturales.	61
Figura 10 Representación de resultados de contenido de humedad con adición de PET.	62
Figura 11 Representación de los resultados de proctor modificado de la muestra natural de análisis.	65
Figura 12 Representación de los resultados de máxima densidad seca de la muestra natural de análisis más adición de PET.	66
Figura 13 Representación de los resultados de óptimo de contenido de humedad de la muestra natural de análisis más adición de PET.	66
Figura 14 Representación de los resultados de CBR de la muestra natural de análisis.	67
Figura 15 Representación de los resultados de CBR al 0.1” de la muestra natural de análisis más adición de PET del 1.5%.	68
Figura 16 Representación de los resultados de CBR al 0.2” de la muestra natural de análisis más adición de PET del 1.5%.	69
Figura 17 Representación de los resultados de CBR al 0.1” de la muestra natural de análisis más adición de PET del 3.0%.	70
Figura 18 Representación de los resultados de CBR al 0.2” de la muestra natural de análisis más adición de PET del 3.0%.	70
Figura 19 Representación de los resultados de CBR al 0.1” de la muestra natural de análisis más adición de PET del 6.0%.	71

Figura 20 Representación de los resultados de CBR al 0.2”de la muestra natural de análisis más adición de PET del 6.0%..... 72

RESUMEN

La investigación presente tuvo por finalidad determinar la influencia del polietileno tereftalato (PET) en el Californian Bearing Ratio (CBR) de la subrasante tipo A-6 en la vía Mochenta-San Nicolás. Fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y nivel explicativo; donde, se aplicó un método deductivo basado en la realización de ensayos de laboratorio. Obteniendo como resultado un suelo compuesto por arcillas inorgánicas de mediana a baja plasticidad, mostrando una proporción mayor de finos respecto a las arenas y gravas en todas las muestras, y según la clasificación de suelos American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) es de tipo A-6. Además, para la muestra natural se obtuvo valores de CBR a 0.1” al 95% de 3.83%; mientras que, con las adiciones de 1.50, 3.00 y 6.00% de PET se obtuvieron valores de CBR a 0.1” al 95% de 3.61, 4.65 y 2.88% respectivamente; por lo que se concluyó que la adición de 3.00% de PET, es la que mejor resultado presenta, ya que, tuvo un aumento de 0.82% en el valor del CBR, en relación al CBR la muestra natural; pero, no supera el 6.00% que indica la normativa peruana para considerarse como una subrasante adecuada o regular.

Palabras clave: Suelo, PET, subrasante, CBR.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the influence of polyethylene terephthalate (PET) on the Californian Bearing Ratio (CBR) of the A-6 type subgrade on the Mochenta-San Nicolás road. It was of an applied type, with a quantitative approach and explanatory level; where a deductive method based on laboratory tests was applied. The result was a soil composed of inorganic clays of medium to low plasticity, showing a higher proportion of fines with respect to sands and gravels in all the samples, and according to the soil classification of the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) it is of type A-6. In addition, for the natural sample, CBR values at 0.1" at 95% of 3.83% were obtained; whereas, with the additions of 1.50, 3.00 and 6.00% of PET, CBR values at 0.1" at 95% of 3.61, 4.65 and 2.88%, respectively, were obtained; therefore, it was concluded that the addition of 3.00% of PET is the one with the best result, since it had an increase of 0.82% in the CBR value, in relation to the CBR of the natural sample; but it does not exceed the 6.00% indicated by Peruvian regulations to be considered as an adequate or regular subgrade.

Keywords: Soil, PET, subgrade, CBR

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel internacional, Latinoamérica y el Caribe se está transformando en un emergente destino de los residuos plásticos, siendo los países más desfavorables México, El Salvador y Ecuador produciendo 32 650.60, 4 054.30 y 3 665.00 toneladas respectivamente, producidos entre enero y agosto del 2020; siendo el polietileno tereftalato (PET) y plásticos mezclados que no son PET los principales residuos contaminantes en estos países (Alianza Global para Alternativas a la Incineración [GAIA], 2021).

En el Perú la contaminación con residuos plásticos alrededor de el Callao y Lima Metropolitana se producen el 46.00% respecto a residuo solo de un uso equivalente a 886 toneladas, siendo el uso promedio de 30 kg por persona al año aproximadamente, produciendo anualmente alrededor de 3000000000 de bolsa plásticas, algo de 6000 bolsas por minuto (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2020).

En la región de Cajamarca diariamente se generan de basura 390 toneladas, registrándose aproximadamente el 50.00% en la capital de la mencionada región. Por término medio, un habitante producen referente a residuos, 500 gramos, consistentes en bolsas de plástico, cartones, botellas y materia orgánica (Gobierno Regional de Cajamarca [GRC], 2019).

En la provincia de Jaén según el reporte estadístico departamental del SINIA, menciona que aproximadamente se generan 29 755,88 (tn/año) de residuos sólidos, siendo esta la segunda ciudad productora de residuos sólidos del departamento de Cajamarca. Con respecto a la generación por día es de 81.52 (t/día) y el promedio per cápita es de 0.72 (kg/hab./día), siendo los residuos principales las botellas de plástico y botellas de vidrio y papel usado (Sistema Nacional de Informática Ambiental [SINIA], 2021).

La problemática de la investigación presente se encamina principalmente en la presencia de las grandes cantidades de residuos de plástico que se generan al año, que no tienen un tratamiento adecuado y no son reutilizados para mitigar la contaminación ambiental; así como la mala calidad de los proyectos de infraestructura vial durante su vida útil por factores como inadecuados procesos constructivos, materiales, entre otros. Un claro

sustento de ello es que en el Plan Vial Provincial de Jaén (2018), se manifiestan gran cantidad de redes de carreteras no pavimentadas que conectan a sus comunidades, de las cuales, la mayoría se encuentra en un mal estado, expresado a través de diferentes fallas o deterioros como: deformaciones, encalaminados (ondulaciones) y ahuellamiento; pudiendo ser el resultado de diferentes factores como: el material que se utilizó en el afirmado no fue el adecuado o la mala compactación del mismo; mal diseño de proyectos de drenaje (cunetas, badenes, alcantarilla, etc.), o haber construido el afirmado sobre una subrasante de mala calidad (CBR < 6%), sin realizar el mejoramiento de la misma, siendo este último es uno de los principales problemas para que ocurran las fallas mencionadas; ocasionando que estas carreteras sean intransitables, limitando que la población tenga acceso a los servicios como: salud, educación, comercio, turismo, entre otros, impidiendo el desarrollo de sus comunidades

Por tal efecto, pretendemos utilizar el polietileno tereftalato como alternativa para mejorar el CBR de las subrasantes tipo A-6, ya que el reciclaje de dicho polímero favorece a la mitigación de la contaminación ambiental y se puede aprovechar en proyectos destinados para carreteras o pavimento y analizar si es factible su adición para mejorar la capacidad portante o estabilización de cada suelo; dado que a comparación de otros métodos establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, caracterizado por ser de bajo costo y fáciles de acceder.

1.2. Formulación del problema.

¿Cuál será la influencia del polietileno tereftalato (PET) en el CBR de subrasantes tipo A-6 en la vía Mochenta - San Nicolás, Jaén - 2022?

1.3. Justificación

En el presente trabajo de investigación se busca dar un valor agregado al polietileno tereftalato (PET), porque es uno de los residuos que se deshecha en mayores cantidades en la provincia de Jaén, generando problemas a la población y a los ecosistemas de la naturaleza. La presencia de las grandes cantidades de este clase de residuos no tienen un tratamiento adecuado y no son reutilizados para mitigar la contaminación ambiental; por lo que se ve afectado tanta las calidades de vida de cada habitante, por el hecho de que la acumulación de esos residuos mal distribuidos en lugares que no son los adecuados para su

disposición temporal y final, así como la calidad ambiental por el hecho de que al acumularse, por su composición inorgánica esos residuos no se van a degradar rápidamente sino que van a demorar muchos años. Asimismo, dado que la mayoría de proyectos de infraestructura vial se tornan deficientes en el transcurso de su útil vida por factores como malos procedimientos constructivos, entre otros; ello conllevaría a una intransitabilidad para la población y generaría problemas sociales y económicos muy importantes.

Frente a esta problemática se pretende utilizar el polietileno tereftalato (PET) para mejorar el CBR de subrasantes tipo A-6 de la vía a analizar y a la vez contribuir con la Ingeniería Vial. Es decir, el presente proyecto se justifica técnicamente dado que se busca optimar la calidad de los pavimentos de la zona de estudio que permitan un mejor nivel de confort, nivel de servicio, capacidad vehicular, menos inseguridad entre otros muchos efectos positivos a los usuarios, peatones y conductores que tienen como ruta al área de estudio. Además, de que al utilizar el polietileno tereftalato (PET), se incentivaría el reciclaje y con ello ayudar a contrarrestar la contaminación ambiental. Por otro lado, en el aspecto económico se brinda una alternativa para mejorar la subrasante de vías no pavimentadas, puesto que este método de estabilización demanda menos costo, lo cual hace rentable el uso de esta incorporación. En cuanto a la relevancia social, la proyección social está enfocada a los habitantes del distrito de Jaén con el propósito de brindarles una adecuada infraestructura en sus vías de acceso, mejorando su durabilidad y resistencia. Asimismo, tiene una relevancia científica importante dado que el estudio de como influye la incorporación PET en la mejora del CBR de la subrasante, corresponde a la capa superior del fondo o del terraplén respecto a las excavaciones hechas en el terreno, el cual dará soporte a la estructura que conforma al pavimento y que la constituyen suelos con caracterización compacta y aceptables, servirá de motivación y referencia para las réplicas de estudio similar en otros lugares y otros empresas, ya que contará con amplia información con respecto a la reutilización de residuos, porque es una de las principales problemáticas en general.

1.4. Formulación de la hipótesis

La influencia del polietileno tereftalato (PET) generará una mejora al CBR de la subrasante tipo A-6, en la vía Mochenta-San Nicolás en la provincia de Jaén.

1.5. Antecedentes de la investigación

- A nivel internacional

Wasim y Suhail (2021) en su artículo científico “Use of Plastic as Soil Stabilizer” establecieron como objetivo estabilizar una sub-base basada en la normatividad de ASTM utilizando residuos de plástico industrial. Para lo cual utilizaron una metodología de tipo aplicado y una investigación de diseño del tipo experimental, realizando distintos ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Obteniendo que el CBR del suelo natural fue de 1%, además al suelo natural añadieron 8%, 6%, 4% y 2% de plástico industrial y se realizaron las pruebas CBR obteniendo valores 2.02%, 11.70%, 4.80% y 4.40% respectivamente. De esto se puso concluir que, el 4% de plástico es el Contenido Óptimo para estabilizar sub-bases. El aporte que brindaría este artículo con el trabajo de investigación sería que al emplear una dosificación del 4% de plástico industrial, se obtiene el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones de 11.70%.

Mayee et al. (2020) en su artículo científico titulado “Soil Stabilization Using Plastic Waste” tuvieron como objetivo evaluar la mejora de cada propiedad del suelo tales como la resistencia al corte, la densidad seca máxima (MDS) y los valores de CBR agregando tiras cortadas de botellas de plástico. Utilizaron una metodología de tipo aplicada y un diseño de investigación experimental. Los investigadores obtuvieron como resultados que al añadir un 0.4% de plástico en el suelo obtuvieron un CBR de 2.55%, que fue mayor que el valor de CBR al 0.6% de plástico con un CBR de 1.99% y 0.2% de plástico con un CBR 1.44%. Concluyendo que el uso de tiras de plástico como estabilizadores de suelos, es eficaz para optimar la capacidad de carga del suelo. El aporte que brindaría este artículo con el trabajo de investigación sería que al emplear una dosificación del 0.4% de plástico, se obtiene el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones de 2.55%.

Carbajal y Garzón (2019) en su investigación titulada “Evaluación de la resistencia de un suelo areno arcilloso con refuerzos de fibras PET” establecieron como finalidad primordial evaluar la resistencia que puede presentar un arcilloso suelo con la incorporación de fibras PET a manera de refuerzo. Para ello empleó una metodología de investigación basada en un diseño experimental y de tipo aplicada. Tuvieron como resultados que el ensayo de CBR para la comparación de cada parámetro del suelo con incorporación de 1% de fibra PET y natural, donde el CBR del suelo fue de 1.6 % y el CBR del suelo más el aditivo mejoró

a 1.9%. Se concluyó que la fibra PET mejoran el suelo, aunque no desempeña el requerimiento que solicita la normativa INVE/148 donde especifica que el mínimo porcentaje de un CBR para los adecuados suelos tienen que ser mayores al 5.00%. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 1% de PET, se mejora el CBR del suelo en un 0.3%.

Sai y Venkata (2019) en su investigación titulada “Soil Stabilization by Using Plastic Waste Granules Materials” en la India, realizaron una investigación sobre estabilización de suelos mediante el uso de materiales granulados de residuos plásticos; para lo cual utilizaron una metodología de tipo aplicada y un diseño experimental. Se llevó a cabo una selección al azar de un suelo reforzado con porcentajes de 2, 1.5, 1 y 0.5[%] en relación al peso seco del suelo, obtuvieron como resultados valores de CBR concerniente al 100% del MDS de 2.97, 3.89, 4.94, 3.27, y 4.39% respectivamente. Concluyendo que la inserción de residuos plásticos en el suelo optimiza su resistencia y comportamiento; indicando que el aumento en la MDS ocurre al 0.5% y que el CBR aumenta al 1%. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 1% de plástico, se obtiene el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones 4.94%.

Hari et al. (2018) en su artículo titulado “Experimental Study On Soil Stabilization By Using Waste Plastic Material” tienen como objetivo investigar la utilización de material plástico mezclándolo con suelo de baja resistencia, con la finalidad de mejorarla; para ello utilizaron una metodología de tipo aplicada y un estudio experimental sobre la estabilización del suelo según muestras. Se obtuvieron como resultados que al agregar 3% de material plástico al suelo, hay un aumento considerable en los valores de MDS obteniendo un valor máximo de 1,75 g/cc, mientras que un mayor aumento de material plástico conduce a una disminución en los valores de MDS; además, al emplear el mismo porcentaje de material plástico, genera un aumento en el valor de CBR de hasta un 3%, concluyendo que un aumento adicional en el material plástico disminuye el valor de CBR. El aporte que brindaría este artículo con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 3% de plástico, se mejora el CBR del suelo en un 3%.

- **A nivel nacional**

Enríquez (2021) en su investigación denominado “Aplicación del tereftalato de polietileno como estabilizador de suelo para subrasante” su finalidad fue efectuar una evaluación del tereftalato de polietileno post-consumo reciclados como estabilizadores de suelos para subrasantes. Para ello realizaron una investigación de tipo aplicada y diseño de tipo experimental basado en la obtención de muestras de 04 calicatas. Se obtuvo como resultados proporciones de PET del 2, 4 y 6[%] en relación al seco peso del suelo, logrando incrementar porcentualmente el CBR en un 4.4% para la muestra de la calicata 01, de 14.3% para la muestra de la calicata 02, de 5.2% para la muestra de la calicata 03 y de 5.0% para la calicata 4 según muestra. Llegando a la conclusión de que el CBR mejora significativamente al adicionar el 6% del tereftalato de polietileno. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 6% de PET, se obtiene el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones.

Capia (2020) en su tesis denominada “Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca-2019” propuso como objetivo efectuar la estabilización de suelos arcillosos adicionando polímero reciclado PET en nivel de subrasante, para lo cual desarrolló una metodología cuantitativa, una investigación de tipo aplicado y un diseño experimental. El ensayo CBR añadiendo 1% de PET en el suelo, el CBR fue de 6.31%, para el suelo más el 3% del PET se obtuvo un CBR = 6.75% y para 5% de PET se obtuvo un CBR = 5.91%. Concluyendo que la resistencia del suelo al añadir 3% de PET acrecienta su resistencia al 95.0% de CBR y alcanza pasar el 6.0% la sería una subrasante regular, según la clasificación del MTC. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 3% de PET, se obtiene el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones con un valor de 6.75%.

Estela y Siesquén (2020) en su tesis denominada “Análisis de la resistencia al corte y la disminución de la permeabilidad en suelos aplicando polietileno de alta densidad con fines de edificaciones en la urbanización Los Sauces II etapa – Pimentel”, tuvieron como objetivo principal analizar la resistencia al corte y la disminución de la permeabilidad adicionando polietileno de alta densidad en los suelos. Utilizaron una clase de investigación con enfoque cuantitativo y un diseño del tipo experimental Para los ensayos de corte directo

se tomaron un total de 21 muestras. Concluyendo que la resistencia al corte del suelo de tipo SC, disminuye si se utiliza porcentajes altos de Polietileno de densidad alta, dando que recomienda utilizar menores porcentajes, en lo ideal el 2.0% para suelos arenosos arcillosos. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 2% de PEAD, se obtiene el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones.

Cuipal (2018) en su investigación titulada “Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas, 2018” tuvo como finalidad examinar los efectos que causan la adición del sintético polímero en la estabilidad de la subrasante de arcilloso suelo. La autora utilizó el método experimental, realizó 3 calicatas como fin de conseguir las muestras de estudio. Se obtuvieron como resultados que la incorporación del polímero sintético en porcentajes 9, 6 y 3% respectivamente un aumento de la subrasante su estabilización. Llegando a la conclusión que: al añadir al suelo polímeros sintéticos en menor proporción como el 3.00% logró tener mejoras en la resistencia a la deformación. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 3% del polímero sintético, se obtiene el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones.

Zenteno (2018) 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”, como objetivo tuvo plantear como alternativa el reutilizar los envases constituidos de PET (Tereftalato de Polietileno), a manera de agente de estabilización, con el propósito de optimar las propiedades de los suelos. Por ello, la metodología que se siguió para esta investigación consistió en un diseño del tipo experimental. Logró determinar que el CBR del suelo fino natural, fue de 28.910%; al incorporar el PET en porcentajes de 10, 8, 6, 4 y 2%, donde obtuvo los valores siguientes de CBR referente al 100.00% de la máxima densidad seca: 17.360, 18.380, 19.290, 20.390 y 50.650% correspondientemente, llegando a la conclusión que al añadir 2.00% de PET al suelo arcillo, ampliamente mejora su CBR. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 2% de PET, se alcanza el porcentaje de CBR de 50.65%.

- **A nivel regional**

Bustamante (2021) en su tesis titulada “Estabilización de un suelo arcilloso para carreteras no pavimentadas incorporando PET en 2%, 4% y 6%” de tipo aplicada y de método experimental; estableció como finalidad comprobar cómo influye de la adición de PET en las estabilizaciones de un suelo arcilloso para carreteras no pavimentadas, para la cual toma las muestras de una calicata para los ensayos de CBR de la patrón muestra y más al añadir 6, 4 y 2[%]. Teniendo como resultados que, respecto a la adicción de PET en 2.00%, el porcentaje de CBR aumentó en 3.580% en comparación con el patrón muestra, mientras que, con las incorporaciones de dosificación del 4 y 6%, dicho factor disminuyó. Es por ello, que dicho autor llegó a a la conclusión de que su hipótesis planteada no cumplió con lo establecido, dado que el CBR no llegó a aumentar en un 15%, sino que solamente al 3.58% con la dosificación de 2% del componente ya mencionado. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 2% de PET, se obtiene el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones dado que incrementó con un valor de 3.58%.

Rojas (2021) en su tesis titulada “Influencia de ceniza de caña en la subrasante de la trocha carrozable del centro poblado San Antonio, Cajamarca, 2021”, determinar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la subrasante de la carrozable trocha, manipuló del tipo de investigación aplicado, de diseño experimental, con enfoque del tipo cuantitativa. Obtuvieron como resultados al 100% del CBR del modelo patrón el CBR fue de 11.7%. Al adicionar el 8% del Bagazo la Ceniza de Caña (CBCA) el CBR fue de 27.7%, al adicionar el 12% del CBCA el CBR fue de 12.20%, y al adicionar el 30% de la CBCA el CBR fue de 9.8%. Concluyendo que al añadir CBCA en dosificaciones menor al 8% mejorará de forma drástica la subrasante del suelo tipo A-6. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 8% de ceniza de caña, se obtiene el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones con un valor de 27.7%.

Tenorio y Zegarra (2021) en su tesis denominada “Estabilización de suelos cohesivos mediante evaluación técnico económica de aglomerantes naturales, carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca”, tuvieron como objetivo estabilizar un suelo cohesivo por medio de evaluaciones técnico económicas de aglomerante natural, así

obtener mejoras de cada propiedad de tipo mecánicas del suelo estudiado. Utilizaron una investigación de tipo aplicado, un enfoque de tipo cuantitativa, e investigación con diseño del tipo experimental. Obtuvieron como resultados un CBR del suelo natural de 17.3%, agregaron Cal en porcentajes de 3%, 5%, 7%, además agregaron Yeso en porcentajes de 1.5%, 3% y 4.5% concluyendo que el CBR al 95.00% del natural suelo con la adición del 3.00% de cal acrecienta a 41.80% del CBR, cal al 5.00% acrecienta un 53.6.00% y con el 7% de cal acrecienta el CBR con 57%. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 7% de cal y del 4.5% de yeso.

Ormeño y Rivas (2020) en su tesis titulada “Estudio experimental para determinar la influencia de la aplicación de Cenizas de Cáscara de Arroz (RHA) en la estabilización de una subrasante de suelo arcilloso de baja plasticidad en Chota- Cajamarca”, tuvieron como objetivo establecer que tanto influye la ceniza proveniente de las cáscaras de arroz en la propiedad geotécnica de un arcilloso suelo. La metodología aplicada por los investigadores consistió en la extracción de una muestra de suelo arcilloso del caserío Callapampa, Provincia de Chota, distrito de Llama – Cajamarca. De los resultados obtuvieron un CBR = 4.3% para el suelo natural y que al añadir el 25% de escoria de cascaras de arroz, el valor del CBR es de 23.7%. Concluyendo que cada valor del CBR acrecientan al adicionar grandes cantidades de escoria de cascaras de arroz, representando un acrecentamiento de 5.5 veces mejor que el importe del CBR de la muestra del suelo natural. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 25% de CCA, se obtiene el porcentaje de CBR de 23.7%.

Velásquez (2018) en su investigación titulada “Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina”, tiene como objetivo evaluar la influencia del cemento Portland Tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de una subrasante, utilizó una investigación de tipo aplicada, con un diseño de investigación experimental. En los resultados, al agregar el cemento tipo I portland en 1% en relación al peso del suelo, su CBR fue de 3.50%, al adicionar el 3% del aditivo se obtiene un CBR de 6.63% y al agregar el 5% del aditivo su CBR fue 13.75%. Concluyendo que al adicionar el Cemento Portland tipo I mejora significativamente CBR lográndose una subrasante buena ($10\% \leq \text{CBR} = 13.75 < 20\%$) según la clasificación del MTC. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a

desarrollar sería que al emplear una dosificación del 5% de Cemento Portland, se obtiene el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones con un valor de 13.75%.

- A nivel local

Cubas y Manay (2021) en su tesis titulada “Mejoramiento de subrasante para pavimento industrial de tránsito pesado utilizando escoria metálica, en Estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021”, establecieron como finalidad optimar la subrasante del suelo añadiendo metálica escoria. Tuvieron como metodología aplicada fue del tipo experimental. Los resultados determinaron que la muestra analizada se trataba de un suelo areno-arcilloso (suelo tipo A-2-4) con una MDS de $2.05[\text{gr}/\text{cm}^3]$ y un CBR de 14.50% al 95.00% de la MDS, que al agregar 2, 4 y 8% de escoria metálica en correspondencia al seco peso de la muestra patrón, obtuvieron valores de CBR de 17.50%, 54.00% y 46.00% respectivamente; consiguiendo como conclusión que el porcentaje óptimo de escoria metálica para mejorar la subrasante tipo A-2-4 es del 4.00%. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 8% de escoria metálica, se obtiene el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones con un valor de 46%.

Cuellar y Vega (2020) en su tesis denominada “Estabilización de subrasantes de suelos inadecuados con geosintéticos producido de botellas plásticas recicladas” propusieron como objetivo estabilizar subrasantes de baja calidad utilizando geosintéticos producto de entrelazadas tiras de plásticas botellas (PET) en distintas aberturas, incorporándole a diferentes profundidades de 0.08 m, 0.04 m, 0.0254 m y 0.127 m para mejorar la subrasante de suelos inadecuados en la carretera Yanuyacu Bajo. Utilizó el método experimental. Logrando demostrar que existe un progreso en la resistencia a alturas de 0.127m, consiguiendo lograr un CBR de 6.540%, siendo de cierta forma de calidad regular como subrasantes según la normatividad peruana del MTC. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación de PET a una altura de 1.27cm, se obtiene el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones con un valor de 6.54%.

Díaz y Torres (2019) en su tesis titulada “Incorporación de partículas de caucho de neumáticos para mejorar las propiedades mecánicas en suelos arcillosos” establecieron como objetivo la determinación de como mejoran las propiedades mecánicas del arcilloso suelo al añadir de neumáticos en partículas de caucho. La metodología aplicada consistió en la realización de experimentos incorporando cinco proporciones diferentes de componentes de caucho a una muestra de suelo arcilloso de alta plasticidad. Obtuvieron como resultado que al adicionar 1, 3, 5, 7 y 9% de neumáticos las partículas de caucho obtuvieron como resultado valores de CBR de 3.85, 5.15, 4.97, 4.88 y 2.92% respectivamente, alcanzando como conclusión que, de todos los porcentajes adicionados, el 3% es el que forja un mayor acrecentamiento del valor del CBR, pero que no desempeñan con los valores mínimos de CBR que instituye el MTC. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosificación del 3% de caucho de neumático, se obtiene el porcentaje de CBR de 5.15%.

Gálvez y Santoyo (2019) en su tesis titulada “Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con ceniza de cáscara de arroz, Carretera Yanuyacu Bajo – Señor Cautivo” establecieron como objetivo mejorar el suelo adicionando cenizas de cascara de arroz, realizando un estudio cuantitativo, cuya población fue los suelos arcillosos de la carretera Yanuyacu Bajo – Señor Cautivo. Obteniendo como resultados el CBR del natural suelo de 3.95%, al añadir 3% de CCA el CBR alcanza el 6.68%, cuando se incorpora el 10 % la CCA el CBR alcanza el 10.93% y al incorporar el 15% de la CCA alcanza un CBR de 13.77%. Logrando concluir que al adicionar las escorias de cascara de arroz aumenta significativamente el CBR del suelo. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que al emplear una dosis del 15.00% de CCA, se consigue el porcentaje de CBR mayor en comparación con las otras dosificaciones con un valor de 13.77%.

Vílchez (2019) en su proyecto de investigación titulado “Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén-Cajamarca, 2019”, realizando una investigación de tipo aplicado, un diseño de investigación experimental. El investigador propone como objetivo mejorar la estabilidad de subrasantes adicionando al suelo natural la escoria de cascara de arroz en distintos porcentajes de 4%, 9% y 14%; tomó como población a la vía de evitamiento en Jaén y su muestra fue una calicata ubicada en la progresiva Km 6+300. Al adicionar al suelo la CCA en un 3% su CBR

es de 6%, al adicionar 5% de la CCA el CBR fue de 8.8% y al agregar 10% el CBR es de 12.4%; concluyendo que al agregar la CCA ayuda a mejorar la estabilización de la subrasante arcillosa. El aporte que brindaría esta investigación con el proyecto a desarrollar sería que se debe emplear una dosificación del 10% de CCA.

1.6. Bases teóricas

1.6.1. Subrasante

De acuerdo con el MTC (2013), es la parte superficial del subsuelo que, en su caso, será nivelada, perfilada y compactada (subsuelo pobre o insuficiente) que soportará las capas de pavimento. Corresponde a la capa superior del fondo o del terraplén respecto a las excavaciones hechas en el terreno, el cual dará soporte a la estructura que conforma al pavimento y que la constituyen suelos con caracterización compacta y aceptable, de tal forma que no se vea dañada por las cargas producto del tránsito vehicular (pág. 23).

“Para que una subrasante sea aceptable, los suelos que están 0.60 m por debajo de ella deberán tener un CBR mayor igual a 6% ($\text{CBR} \geq 6\%$), cuando el $\text{CBR} < 6\%$ deben estabilizarse con aditivos u otros componentes” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

Tabla 1

Categoría de subrasante según su calidad.

Categoría de subrasante	CBR
S ₀ : S. inadecuadas	El CBR menor al 3%
S ₁ : S. pobre	El CBR mayor igual a 3% y menor al 6%
S ₂ : S. regular	El $\text{CBR} \geq 6\%$ y menores al 10%
S ₃ : S. buenas	El $\text{CBR} \geq 10\%$ > a 20%
S ₄ : S. muy buena	El $\text{CBR} \geq 20\%$ y menores al 30%
S ₅ : S. excelentes	El $\text{CBR} \geq 30\%$

Nota. Adaptado del Manual de carreteras, pavimentos y sección suelos (MTC, 2013).

1.6.2. Arcillas

Según Muelas (2001) se refiere a suelos con índice de plasticidad superior a 20 ($IP > 20$) y un límite líquido mayor a 50 ($LL > 50$), que se caracteriza por su plasticidad. Suelo que consiste en partículas similares a partículas de gel que no excedan los 0.002 (pág. 10).

Braja (2001), “Define a las arcillas como las partículas que guardan tendencia a la plasticidad al momento de que presentan una proporción de agua limitada, es decir, su capacidad portante es baja” (pág. 28).

1.6.3. Cohesión.

Bañon y Beviá (2010) lo “Describen como una de las principales características mecánicas de los suelos arcillosos, definida por la atracción que existe entre las partículas como consecuencia del agua que las constituye” (pág. 15).

1.6.4. Granulometría

“Es un proceso mecanizado o manual que consisten en las separaciones de cada componente conformadas en proporción al tamaño que pueda tener un suelo” (Del Castillo, 2005, p.24).

Según el INACAL (2021) , la NTP400.012 manifiesta que es el procedimiento manual o mecánico (tamizado) a través del cual se determina la repartición cuantitativa de cada componente que condescienden una proporción suelo, en base a su dimensión. Su fin es establecer la proporción y clasificar los componentes superiores a 0.075 mm (retenido en el tamiz N° 200), mientras que la determinación de las inferiores partículas a 0.75 cm se realizará mediante el método de la sedimentación.

Tabla 2*Clasificación de suelos en función del tamaño que presenten las partículas.*

Tipo de Material		Tamaños de la partícula (cm)
Grava		7.5 – 0.475
Arenas		Arenas finas: 0.0425 - 0.00075 Arena media: 0.20 a 0.0425 Arenas gruesas: 0.475 a 0.2
Fino	Arcilla	Menor a 0.0005
Material	Limo	0.00075 - 0.0005

Nota. Adaptado del Manual de Carreteras sección Suelos y Pavimentos (MTC, 2013).

Tabla 3*Tamaño de los tamices con sus aberturas.*

Tamices (pulg.)	Aberturas (m)
Nº.3	0.075
Nº.2	0.0508
Nº.1	0.0254
Nº.1 1/2	0.0381
Nº.3/8	0.0095
Nº.3/4	0.019
Nº.4	0.004760
Nº.10	0.002
Nº.20	0.00084
Nº.40	0.000425
Nº.60	0.00026
Nº.140	0.000106
Nº.200	0.000075

Nota. Adaptado del Manual de Ensayo de Materiales (MTC, 2016).

Según el MTC (2013), para que el suelo tenga una consistencia adecuada y una menor posible cantidad de vacíos, es necesario que éste cuente con ciertos porcentajes de gravas, arena y finos, de tal manera que el suelo tenga mayor soporte.

Granulometría continúa.

Es aquella donde los tamices llegan a retener las partículas presentes en el suelo, lo cual permite que las mallas presenten las mismas proporciones, logrando que la curva

de granulometría se mantenga continua; por lo que, usualmente a estos suelos se les llega a considerar como bien graduados (Del Castillo, 2005, p.24).

Granulometría discontinua.

Según Del Castillo (2005), se “Considera suelo mal graduado aquel en el que los tamices no se encuentren ordenados según su tamaño, lo cual hace que la curva presente partes o zonas curvas, por un lado, y planas en otro” (p.24).

Curva granulométrica.

Es un parámetro que representa la granulometría de los agregados tanto individuales como combinados. Para ello, se hace uso de una escala logarítmica en función del tamaño de los tamices. Surgen de la unión de los puntos que se ubiquen según los resultados obtenidos del ensayo (INACAL, 2021).

1.6.5. Plasticidad

De acuerdo con Crespo (2004), es la propiedad de los suelos que es capaz de deformarse, hasta determinado límite húmedo sin que ello pueda agrietarse.

Según Badillo y Rodríguez (2011), “Es una propiedad del suelo que tiene la capacidad de soportar cargas sin la presencia de alteraciones de volumen, agrietamientos, deformaciones y rebotes elásticos” (pág. 127).

Límite Líquido.

Es el contenido de agua expresado en porcentaje, en relación al peso seco del suelo, el cual pasa de estado líquido a plástico (Crespo, 2004). Según el MTC (2013), es cuando el suelo cambia su estado de semilíquido a plástico, con cual puede moldearse.

Límite plástico.

Es el contenido de agua en el suelo, para el cual pueden formarse barras cilíndricas de 3.2 mm (1/8”) de diámetro, sin que las barritas puedan agrietarse (Kraemer et al., 2004). Según el MTC (2013), es cuando el suelo cambia de estado plástico a semisólido, con lo cual se llega a romper.

Límite de contracción.

Es el contenido de humedad en la que el suelo pasa de una consistencia dura (semisólido) a sólida y para su contracción debido a la pérdida de humedad. Asimismo, esta propiedad se puede definir como el porcentaje de humedad en relación al peso seco de lo que ha usado como muestra, por lo que un aminoramiento de agua no origina posteriormente que el volumen del suelo se llegue a reducir (Crespo, 2004). Para determinar el índice de plasticidad, se define como la diferencia respecto a los límites líquidos y plásticos: $IP = LL - LP$

En la tabla se puede caracterizar al suelo en función del índice de plasticidad.

Tabla 4

Clasificación del suelo según índice de plasticidad.

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
Mayores a 7 Menores o iguales a 20	Media	Suelos arcillosos
Menor a 7 Mayores a 20	Baja Alta	Suelos pocos arcillosos Suelos muy arcillosos
Igual a 0	No plástico	Suelos extensos de arcillas

Nota. Adaptado del Manual de Carreteras sección Suelos y Pavimentos (MTC, 2013).

1.6.6. Humedad natural

Con esta propiedad se puede comparar la óptima humedad obtenida de los ensayos de Proctor, para posteriormente determinar el valor del CBR del suelo. En el caso de que la humedad natural sea inferior o igual a la óptima, el proyectista planteará que el suelo sea compactado de forma normal y que se emplea la proporción de convenientes aguas. En el caso de que la condición sea al contrario ($\text{natural} > \text{óptima}$), y tomando en cuenta la saturación del suelo, se debe acrecentar la energía respecto a la compactación, así como el reemplazamiento del material que ya se ha saturado y de airear el suelo (MTC, 2013).

1.6.7. Clasificación de suelos

Según Kraemer et al. (2004) “Consisten en la división sistemática de los tipos distintos de suelos en un conjunto de tales grupos que cada uno presente propiedades geo

mecánicas y desempeños parecidos” (pág. 37). Teniendo establecida la caracterización de los suelos, se estimará con aproximación como se comportarán los suelos, habiendo obtenido datos del índice de grupo, granulometría y la plasticidad, para luego clasificar los suelos.

En la siguiente tabla se presenta a los componentes de los dos sistemas de clasificación:

Tabla 5

Clasificación SUCS- AASHTO.

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M -145	Clasificación de Suelos ASTM-D-2847
A-2	GM-GC-SM-SC
A-4	CL-ML
A-6	CL-CH
A-3	SP
A-5	ML-MH-CH
A-7	OH-MH-CH
A-1(b)	GM-GP-SM-SP
A-1(a)	GW-GP-GM-SW-SP-SM

Nota. Adaptado del Manual de Carreteras sección Suelos y Pavimentos (MTC, 2013).

1.6.8. Categoría de suelos según AASHTO

La “American Association of State Highway Officials” los agrupa en función de su comportamiento para las construcciones de vías, especialmente para el manejo de terraplenes y subrasantes. Los divide en siete grupos como se detalla a continuación:

Tabla 6*Subgrupos de suelos según AASHTO.*

Grupo	Subgrupo	Descripción del tipo de suelo	Componentes
A-1	A-1-b	Suelo granulado de grava o arena de granulometría media de finos con un porcentaje importante.	Fragmentos de piedra, arena o pedregullo
	A-1-a	Suelos granulados de grava o arena con granulometrías gruesas, incluyen finos de ciertos porcentajes.	
A-2	A-2-5	Suelo granulado arcillosos o barroso. Grava y arena con alto contenido de finos.	
	A-2-4	Suelo granulado arcilloso o barroso. Arena y grava con un alto contenido de finos.	
	A-2-7	Suelo granulado arcilloso o barroso. Arena y grava con un alto índice de plasticidad.	
	A-2-6	Suelo granulado arcilloso o barroso. Arena y grava con un contenido de arcilla.	
A-3	-	Arena fina.	Arena
A-5	-	Suelos limosos de arena, sedimento y finos de alta compresión.	Limo
A-4	-	Suelo limoso de arena, sedimento y finos de compresión baja.	Limo
A-6	-	Arcilla de baja a mediana compresión.	Arcilla
A-7	A-7-5	Arcilla de alta compresión.	Arcilla
	A-7-6	Arcilla de alta compresión y cambio de volumen.	Arcilla

Nota. Adaptado de (Roadtec, 2019)**1.6.9. Ensayo de Proctor**

Según Crespo (2004), “Hace referencia a la relación del peso por unidad de volumen respecto a un suelo, que se ha llegado a compactar a través de un proceso definido para diversos contenidos de humedad” (pág. 102).

El objetivo del ensayo Proctor es:

- Establecer la óptima humedad para la posterior compactación.
- Establecer el volumétrico peso seco máximo que un material puede lograr.
- Establecer la compactación lograda, durante la construcción, de un material.

Para la compactación del suelo se ejecutan dos formas de ensayos Proctor:

- Ensayo de Proctor estándar.

Abarca los procesos de compactación en el laboratorio que se emplean para establecer las relaciones respecto al peso unitario seco del suelo compactados y el contenido de agua. Este ensayo se llega a aplicar únicamente para suelo que presenten el 30% o menos respecto al peso de sus partículas que se han retenido dentro del tamiz de 3/4" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

Ensayo de Proctor modificado.

Según el Manual de Ensayo de Materiales (MTC, 2016), establece que:

Abarca los procesos de compactación que se emplean para establecer las relaciones respecto al peso unitario secos de los compactados suelos por un pisón de 10 lbf y el contenido de agua, con lo cual se produce una energía compactada de 2700 KN-m/m³. Este ensayo se llega a aplicar únicamente para suelo que presenten el 30% o menos respecto al peso de sus partículas que se han retenido dentro del tamiz de 3/4" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

1.6.10. Ensayo de CBR

Consiste en un ensayo que se utilizar para analizar la calidad que tiene un material de suelo que se encuentra basado en su resistencia respecto al corte. Los índices de CBR se puede establecer como la relación que debe haber entre la presión, a fin de que el pistón llegue a penetrar a cierta profundidad el suelo, y el requerimiento de lograr ello en una muestra inicial de grava de tipo machacada, cuya expresión se da en tanto por ciento (Bañón & Bevíá, 2010).

1.6.11. Estabilización de suelo

El Reglamento Nacional de Edificaciones (2018) en la Norma CE.020 define la estabilización de suelos como: “Un proceso físico o químico, que tiene como finalidad mejorar las condiciones mecánicas del suelo” (pág. 112). Existen diferentes tipos de estabilización de suelos como: Estabilización mecánica, química, estabilizaciones por drenaje, por medios mecánicos, entre otros.

Su objetivo es optimizar el material del suelo que existe, sin perturbar la composición y estructura base del mismo. Una de las técnicas para alcanzar dicha estabilización viene a ser la compactación, mediante el cual se disminuye los volúmenes de vacío existentes en el suelo (MTC,2013).

1.6.12. Estabilización de suelo con polímeros

El empleo de polímeros para optimizar las propiedades de un suelo que se presente inestable, tiene el fin de elaborar una estructura que resulte impermeable respecto al agua, y que se llegue a disminuir la resistencia al esfuerzo de corte optimizando la compactación. “Es por ello, que dicho material se le conoce como un agente que llega a optimizar las propiedades de un suelo que se presente inestable y las compactaciones de cada suelo con capacidades portantes del tipo baja” (López et al., 2015, pág. 36).

1.6.13. Polietileno

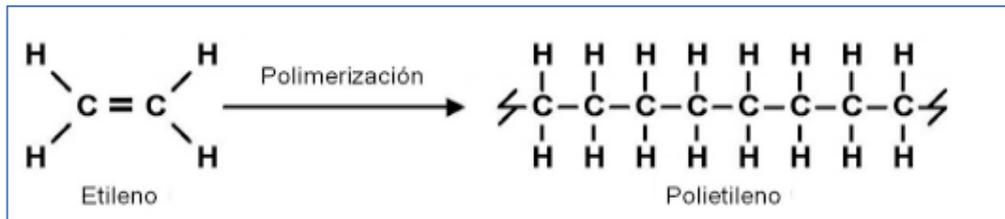
Es uno de los termoplásticos que más se utiliza en la sociedad de la cual formamos parte. Los productos que se elaboran de este polímero pueden ser aislantes eléctricos, así como materiales de empaque y construcción. Una característica importante de resaltar es que es económico y puede llegar a moldearse en función de distintas formas que se requieran (López et al., 2015).

- Estructura del polietileno

Su estructura química consiste en moléculas constituidas por átomos de hidrógeno y de carbono, los cuales se unen por medio de un enlace del tipo covalente. Dicho enlace sigue un patrón de repetición está dar forma al polietileno (López et al., 2015).

Figura 1

Esquemas de la estructura del polietileno.



Nota. Esquema de la estructura del polietileno. Adaptado de Cedrón et al. (2011)

1.6.14. Polietileno Tereftalato (PET)

López et al. (2015) afirma que sus propiedades físicas son la permeabilidad baja respecto a los gases, resistencia elevada a la corrosión / desgaste, material reciclable, la capacidad de fabricar y reciclar termoplásticos sin cambiar sus cualidades físicas es una característica clave del material, adecuado coeficiente de deslizamiento y transparencia elevada, tendiendo a reducir la viscosidad.

Figura 2

Símbolo e imagen del PET.



Nota. Símbolo e imagen del PET. Adaptado de Rosa envases S.A, (2022)

Los polímeros termoplásticos, que tienen una estructura alifática y aromática, son capaces de volverse líquidos cuando se calientan y volver a su estado original después de enfriarse sin sufrir ninguna modificación, la capacidad de fabricar y reciclar termoplásticos sin cambiar sus cualidades físicas es una característica clave del material (Soong y otros, 2022) .Algunas de las ventajas del PET son: posibilidad de análisis, estabilidad térmica / química y al agua debido a la existencia de anillos del tipo aromático, elevada resistencia a altas temperaturas, densidad y costo productivo bajo (Ghosal & Nayak, 2022).

El PET según la referencia de Dhaka et al., (2022) también tiene algunas desventajas, como la inflamabilidad, la cual se debe tener presente siempre, la capacidad del PET para cumplir una amplia gama de criterios técnicos ha llevado a su uso generalizado en la producción respecto a las fibras del tipo textil y una amplia gama de envases, y puede ser reciclado debido a sus características.

Tiene como principales características: Lugeiyamu et al., (2021) resalta la resistencia respecto del desgaste y corrosión en alto nivel, resistencia a esfuerzos permanentes, en forma positiva, rigidez y dureza percibidas en alto nivel para cumplir una amplia gama de criterios técnicos ha llevado a su uso generalizado en la producción; mientras que, Mashaan et al., (2021) resalta la presencia de un adecuado coeficiente de deslizamiento, se detecta resistencia térmica / química en buen nivel, poseyendo una gran deformabilidad cuando está expuesto al calor; por otro lado, desde la perspectiva Xu et al., (2022) la barrera que genera para los gases CO₂ es aceptable, lo mismo frente al O₂ y la humedad, con respecto a la resistencia al plegado es alta y se resalta la absorción de humedad en nivel bajo, siendo muy eficiente para la fabricación de fibras, no resulta ser tan tóxica, se posiciona según los estudios como totalmente reciclable, otra característica importante es que se figura irrompible, liviana e impermeable.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar la influencia del polietileno tereftalato (PET) en el CBR de la subrasante tipo A-6 en la vía Mochenta-San Nicolás, Jaén - 2022.

2.2. Objetivos específicos.

- Determinar los porcentajes de incorporación de polietileno tereftalato (PET) que puedan aplicarse a la subrasante tipo A-6 de la vía Mochenta-San Nicolás.
- Determinar la influencia de la incorporación de polietileno tereftalato (PET) en las propiedades físicas del suelo a nivel de subrasante en la vía Mochenta- San Nicolás.
- Determinar la influencia de la incorporación de polietileno tereftalato (PET) en las propiedades mecánicas del suelo a nivel de subrasante en la vía Mochenta- San Nicolás.
- Definir la dosificación óptima de polietileno tereftalato (PET) a emplear en la subrasante tipo A-6 en la vía Mochenta - San Nicolás.

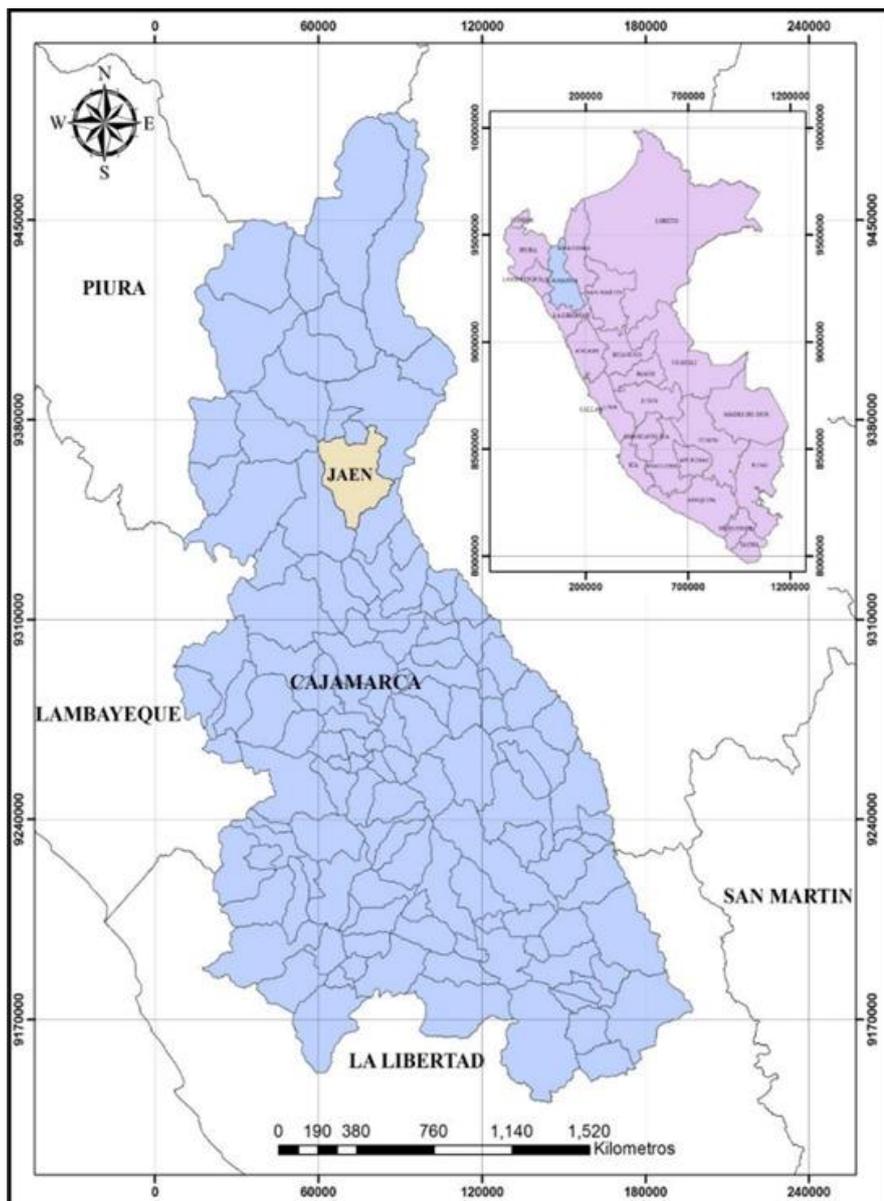
III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

La ubicación del área donde se realizó la investigación está localizada en la provincia y distrito de Jaén, departamento de Cajamarca.

Figura 3

Ubicación de la zona donde se aplicó la investigación.



Nota. Elaboración Propia.

3.2. Población, muestra y muestreo

3.2.1. Población

En esta investigación la población viene a ser la vía Mochenta-San Nicolás de la provincia de Jaén, porque en su extensión se encuentran tramos no pavimentados o en mal estado. Por otro lado, fue posible realizar los ensayos en dicha vía.

3.2.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por el tramo km 0+000 al km 5+000 dado que en este tramo de la vía la subrasante es de tipo A-6, este tipo de subrasante es de mala calidad y generalmente presentan un CBR < 6%.

3.2.3. Muestreo

En la presente investigación se aplicó el muestreo de la tipología no probabilística, debido a que las muestras se seleccionaron considerando ciertos criterios para hacer que sean lo más representativas posibles.

- **Muestreo intencional o de conveniencia:** Su característica principal es que busca la obtención de muestras representativas por medio de la consideración de grupos típicos. La elección de la muestra se realizó averiguando el tramo más crítico, a través de 3 trincheras con 0.40 m de profundidad.

3.3. Tipo de investigación

3.3.1. Según su finalidad

La finalidad de este estudio es aplicada, porque se evaluó la influencia de PET en el CBR de la subrasante de la vía en mención.

3.3.2. Según su diseño

El diseño de este estudio es del tipo cuasiexperimental, dado que se trabajó con una muestra patrón y muestras con incorporaciones, estos grupos fueron seleccionados por que ya estaban formados. Las muestras extraídas fueron llevadas a laboratorio para realizarles los ensayos correspondientes con el fin de determinar la influencia del PET en proporciones de 1.5%, 3% y 6% en relación al peso seco del suelo Tipo A-6. Teniendo

en cuenta la comparación de resultados arrojados por el ensayo de CBR del suelo convencional y el CBR con la adición del Polietileno Tereftalato (PET).

3.3.3. Según su enfoque

Este estudio se consideró cuantitativo por el hecho de que se empleó la recopilación de datos para la prueba de la hipótesis, en fundamento a la medición de números para determinar patrones de comportamiento.

3.3.4. Según su nivel

Esta investigación fue explicativa por el hecho de que se investigó el efecto de la variable causa o independiente sobre otra variable efecto o dependiente, procurando mantener constantes las variables control. Esta investigación usa diseño experimental pretendiendo explicar la influencia del PET para mejorar el CBR de subrasantes A-6.

3.3.5. Método

El método que se empleó en la presente investigación fue el deductivo dado que se basó en una data general para alcanzar una particular aplicación que viene a ser el mejoramiento del CBR en subrasantes tipo A-6 cuando se llega a incorporar cierta dosificación de polietileno tereftalato (PET).

3.4. Variables de estudio

3.4.1. Variable independiente

- Polietileno tereftalato (PET).

3.4.2. Variable dependiente

- El CBR de las subrasantes tipo A-6.

Tabla 7*Operacionalización de las variables.*

Variable		Dimensión	Indicadores	Unidad	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos
Tipo	Descripción					
Independiente	Polietileno tereftalato (PET).	Porcentaje de incorporación	1.5%, 3% y 6%	%	Análisis documental	Informes técnicos / investigación
			Granulometría (MTCE-107)	mm		
Dependiente	CBR de las subrasantes tipo A-6.	Propiedades físicas del suelo	Contenidos de Humedad (MTCE-108)	%	Observación y análisis documental	Guía de observación, fichas técnicas de los ensayos normados
			Limite liquido (MTCE-110)	%		
		Propiedades mecánicas del suelo	Limites Plástico (MTCE-111)	%	Observación y análisis documental	Fichas técnicas, guía de observación de los ensayos normados
			Proctor Modificado (MTCE-115)	gr/cm ³		
		Resistencia del suelo – CBR (MTCE-132)	%			

Nota. Esta tabla muestra la operacionalización de las variables de estudio. Elaboración propia (2022).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.5.1. Técnicas

Análisis documental.

Se realizó mediante la recopilación de data bibliográfica que sea confiable y que permita la realización adecuada del presente trabajo de investigación. Ello se aplicará para determinar las dosificaciones a emplear en la investigación según antecedentes previos y para llevar a cabo los ensayos de laboratorio en base los lineamientos que dan las normativas correspondientes para cada uno y para posteriormente realizar el procesamiento de los datos obtenidos.

La Observación.

Consistió en la medición y observación directa de cada uno de los sucesos o acontecimientos efectuadas en el transcurso del desarrollo de la investigación presente. Ello se aplicó al momento de llevar a cabo cada uno de los ensayos de laboratorio a fin de establecer las propiedades del suelo tanto físicas como mecánicas.

3.5.2. Instrumentos de recolección

Informes técnicos / investigación.

Este instrumento, permitió determinar con que dosificación se desarrolló las adiciones de PET en el suelo convencional dado que se dicho parámetro se incorporó en base a antecedentes previos de la investigación como tesis, artículos o informes técnicos.

Guía de Observación.

Este instrumento, permitió registrar los datos a evaluar y analizar de manera clara lo que se muestra alrededor del investigador.

Fichas técnicas de los ensayos normados.

Este instrumento, nos permitirá realizar los ensayos y evaluar las características físico- mecánicas del suelo convencional y con adición del polietileno tereftalato

(PET). Dichas fichas técnicas que se emplearán se encuentran detalladas en los anexos.

3.6. Materiales y equipos

3.6.1. Materiales de campo

- Winchas
- Palas
- Sacos
- Buggies
- Celular
- Cámara fotográfica

3.6.2. Materiales / equipos de laboratorio

- Cucharones
- Tamices
- Copa de Casagrande
- Horno
- Bandejas
- Espátula
- Pipeta de agua
- Balanza
- Moldes
- Recipientes
- Pisón
- Prensa
- Enrasador
- Papel filtro

3.6.3. Software's

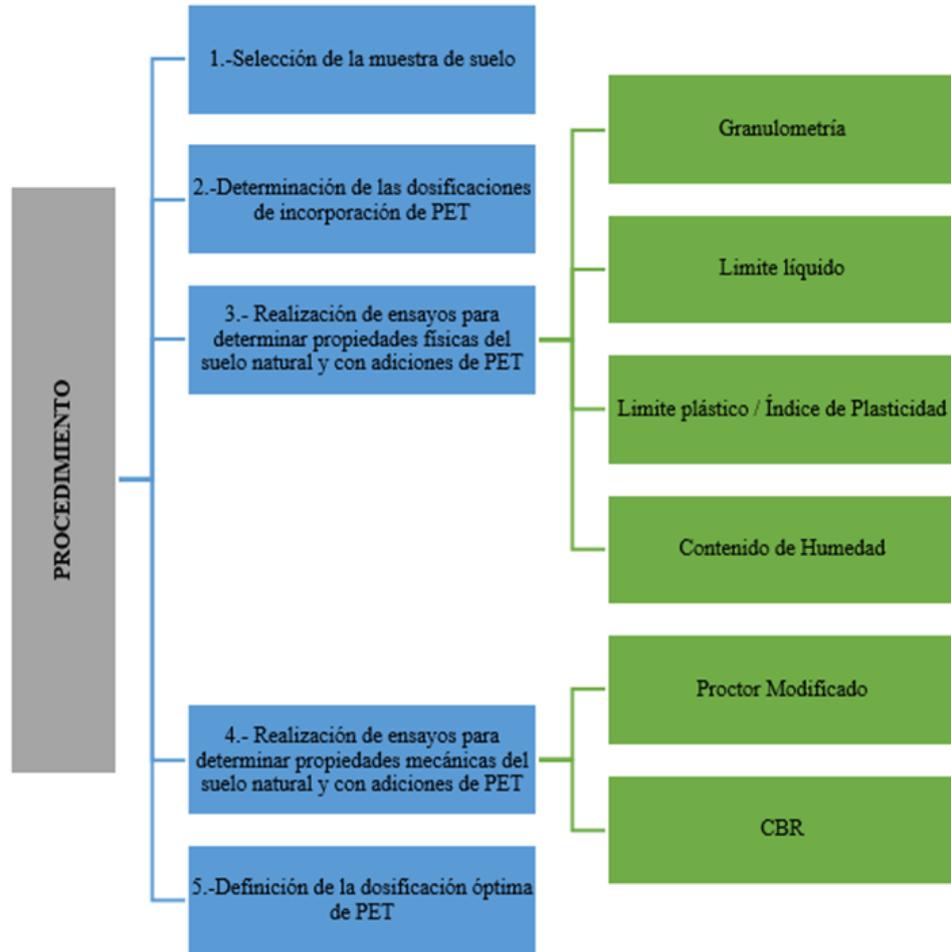
- Microsoft Word y Excel

3.7. Procedimiento

Para ejecutar este proyecto de investigación, se realizaron las siguientes actividades que se describen a continuación.

Figura 4

Procedimiento de investigación.



Nota. Elaboración propia.

Etapa 1: Selección de la muestra

- a) Se revisó la carta geológica 12-f del cuadrángulo de Jaén, y según las características de las formaciones geológicas se determinó el área de estudio.
- b) Se sustrajo el material requerido de tres trincheras ubicadas en las coordenadas: Trincheras 01 (Este: 743556.00 m, Norte: 9358239.00 m), Trincheras 02 (Este: 743409.00 m, Norte: 9358210.00 m) y Trincheras 03 (Este: 743486.00 m, Norte:

9358117.00 m) de la carretera Mochenta – San Nicolás del tramo km 0+000 al km 5+000 dado que en este tramo de la vía la subrasante es de tipo A-6.

Etapa 2: Obtención, tratamiento y determinación de la dosificación de PET

c) Obtención del Polietileno Tereftalato requerido.

- El Polietileno Tereftalato se obtuvo directamente a través de su compra en la empresa PLASRESA Plásticos Reunidos S.A (empresa dedicada al reciclaje de materiales plásticos y de la trituración de los mismos) Las características del PET se describen en la ficha técnica del Anexo 05. El costo del polietileno tereftalato fue de S/ 1.20 (Un Sol con 20/100 soles) el kg.
- Una vez obtenido el Polietileno Tereftalato, se procedió al realizar un lavado del material, con la finalidad de eliminar impurezas que pudo haber traído consigo y que pudieron haber afectado el resultado de los ensayos.
- Después de la limpieza, se dejó secar a temperatura ambiente por 24 horas.
- Luego del secado, se procedió a realizar el tamizado correspondiente para cada ensayo de la presente investigación.

d) En base a revisión bibliográfica se optó por trabajar con incorporaciones de 1.50, 3.00 y 6.00%.

Etapa 3: Ensayos para determinar las propiedades físicas del suelo con y sin las incorporaciones

e) Se realizó el ensayo de análisis granulométrico por tamizado del suelo (NTP.339.128/ ASTM D-422 / MTC E107), tal como se describe a continuación:

- En primer lugar, se realizó el secado del material natural a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Se procedió a realizar el cuarteo de la muestra a ensayar.
- Luego, se remojó el material, para luego lavar 1,236.00 kg de la muestra representativa obtenida del cuarteo, este material es lavado por el tamiz N° 200 con cuantiosa cantidad de agua.
- Se secó la muestra lavada en el horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta conseguir un peso constante, para luego dejar enfriar a temperatura ambiente.

- Se realizó el lavado y tamizado del material grueso (de la malla de 1" hasta la malla N°4) durante un tiempo prudente, posterior a ello se pesaron las muestras retenidas en cada tamiz.
 - Por último, se registraron los datos obtenidos en una ficha técnica.
- f)** Se realizó el ensayo de contenido de humedad (NTP. 339.127 / ASTM D-2216 / MTC E 108), tal como se detalla a continuación:
- Se seleccionó un recipiente para la muestra y se colocó una pequeña muestra de suelo en él, luego se pesó el recipiente con la muestra y se realizó el registro.
 - Después de pesar la muestra de suelo más el recipiente se colocó a 105 C° durante 24 horas.
 - Pasadas las 24 horas, se retiró el recipiente con la muestra de suelo y se dejó enfriar durante 10 minutos. Finalmente se pesó la muestra fría y se registró para su posterior procesamiento.
- g)** Se realizó el ensayo de límites de consistencia (NTP 339.129 / ASTM D-4318).

Límite Líquido (LL)

- De la muestra seca, se tomó 200 gr de suelo que pasó por el tamiz N.º 40 (abertura 0.425 mm) y se colocó en un recipiente.
- Se colocó en un recipiente y se añadió agregó un poco de agua, para luego mezclar con una espátula hasta obtener una mezcla homogénea.
- Luego se colocó una pequeña cantidad de mezcla ya humedecida con agua, en el centro del vaso de Casagrande, se niveló la superficie con una espátula y se retiró el exceso y se hizo un agujero lineal en el centro del vaso.
- Se puso en movimiento la cazuela con la ayuda de la manija a un ritmo constante y se dieron golpes a cierta velocidad por segundo hasta cerrar la ranura de 12.7 mm; una vez que se cerró la ranura se registraron el número de golpes y se tomó la muestra de la parte que se unió, esta muestra se colocó en el horno y se secó durante 24 horas en el horno.

Límite Plástico (LP)

- Se extrajo 20 gr de muestra que se preparó para el LL, se amasó el suelo y se dejó reposar por un par de minutos hasta que fue notorio la disminución de humedad para poder hacer rollitos sin que la muestra se pegue en las manos.
- Luego en una placa se formaron rollitos hasta estos se cuartearon o quebraron.
- Una vez cuarteados los rollitos, se colocaron en un recipiente para pesarlos y encontrar su OCH, para luego ser llevado al horno y secarlo por 24 horas. Por último, se retiraron las muestras del horno para registrar su peso y procesar la información.

h) Se realizó el ensayo de clasificación de Suelos SUCS y AASHTO (ASTM 2487 / AASHTO M 145).

Etapa 4: Ensayos para determinar las propiedades mecánicas del suelo con y sin las incorporaciones

- i)** Se realizó el ensayo de Proctor modificado para determinar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca (NTP 339.138 / ASTM D-1557 / MTC E 115), tal cómo se describe a continuación:
- Se realizó el secado por 25 horas del material húmedo
 - Se retiró el suelo seco del horno y se colocó a temperatura ambiente para enfriarlo; posterior a ello se realizó el tamizado por las mallas de 3/4'', 3/8'' y N°4 y se determinó el método con el que se trabajó. Este método fue el tipo A.
 - Se seleccionaron 4 muestras de 2.5 kg cada una y se agregó agua.
 - Se colocó la primera capa en el molde y se dieron 25 golpes, girando el molde para que el pistón cayera en toda el área. Este proceso se repitió hasta que se obtuvo 5 capas.
 - Se niveló el molde con la regla metálica, quitando las sobras de material del collarín.
 - Se retiró la base y se meso la muestra con molde incluido.
 - Se extrajo una muestra de la parte central del molde, para determinar el OCH.

- Se repitió el proceso en 4 muestras para obtener el OCH. Por último, se determinó la MDS.
- j) Se realizó ensayos de CBR para determinar la resistencia de la subrasante de suelos tipo A-6. (NTP. 339.145 / ASTM D-1883 / MTC E 132), tal como se describe a continuación:
 - Se prepararon especímenes colocando el OCH hallado anteriormente.
 - Se ensamblaron los moldes cilíndricos con sus placas de base, collares de extensión, discos espaciadores y papel filtro.
 - Se compactó el espécimen en 5 capas de los 3 moldes de CBR, el primero con 12 golpes, el segundo con 24 golpes y el tercero con 56 golpes por capa.
 - Se determinó la densidad de cada molde.
- k) Se realizó el análisis de información recolectada por cada ensayo.

3.8. Análisis de datos

Se manipuló el programa IBM-SPSS-26 a fin de analizar los datos y fue empleado para la interpretación de resultados. Se empleó la prueba estadística paramétrica que son para datos numéricos (escala de intervalos) y se basan en las propiedades de las distribuciones normales gaussianas, para la variable dependiente.

En el análisis estadístico inferencial se implementó la prueba paramétrica ANOVA y la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, ya que, se compararon 3 grupos independientes. Así mismo se realizó la prueba T3 Dunnett con la finalidad de demostrar si existe una diferencia significativa entre los resultados.

IV. RESULTADOS

4.1. Influencia del polietileno tereftalato en el CBR de la subrasante tipo A-6

4.1.1. Análisis del CBR a 0.1" (al 95%)

4.1.1.1. Prueba de normalidad

Hipótesis

- Se denomina H1 cuando no tienen los datos una normal distribución continua.
- Se denomina H0 cuando tienen los datos una normal distribución continua.

Nivel de significancia

- El nivel de significancia debe ser 0.05

Regla para decidir

- Cuando es menor el nivel de significancia a 0.050 el H0 se rechaza.
- Cuando es mayor el nivel de significancia a 0.050 el H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 8

Prueba de normalidad para CBR a 0.1" (al 95%).

Tratamiento	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Muestra Patrón (MP)	0.890	3	0.354	
CBR a 0.1" (al 95%)	MP + 1.50% PET	0.894	3	0.366
	MP + 3.00% PET	0.750	3	0.000
	MP + 6.00% PET	0.750	3	0.000

Nota. Elaboración propia.

Puesto que hay significancias menores a 0.05, se concluye que no existe normalidad en los datos analizados, por ello se emplea la prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis para verificar si existe una variación significativa del CBR a 0.1" (al 95%) entre las dosificaciones de los agregados.

4.1.1.2. Prueba de Kruskal - Wallis

Hipótesis

- Se denomina H1 cuando al menos una de las dosificaciones de los agregados causa efecto en el CBR a 0.1" (al 95%).
- Se denomina H0 cuando ninguna de las dosificaciones de los agregados causa efecto el CBR a 0.1" (al 95%).

Nivel de significancia

- El nivel de significancia debe ser 0.050

Regla para decidir

- Cuando es menor el nivel de significancia a 0.050 el H0 se rechaza.
- Cuando es mayor el nivel de significancia a 0.050 el H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 9

Prueba Kruskall Wallis para CBR a 0.1" (al 95%).

	CBR a 0.1" (al 95%)
H de Kruskall-Wallis	8.185
gl	3
Sig. asin.	0.042

Nota. Elaboración propia.

Como es menor la significancia a 0.05, debido a esto se impugna la nula hipótesis y se deduce que al menos uno de los agregados causa efecto en el CBR a 0.1" (al 95%). Por lo que se procede a realizar la prueba Post Hoc T3 Dunnett.

4.1.1.3. Prueba de Post-Hoc T3 Dunnett

Tabla 10

Prueba Post-Hoc T3 Dunnett para CBR a 0.1" (al 95.0%).

(I) Tratamientos	(J) Tratamiento	Diferencias de media (I-J)	Error estándar	Sig.
Muestra Patrón (MP)	MP + 1.5% PET	0.053	0.487	1.000
	MP + 3% PET	-0.980	0.130	0.038
	MP + 6% PET	0.783	0.250	0.171
MP + 1.5% PET	Muestra Patrón (MP)	-0.053	0.487	1.000
	MP + 3% PET	-1.033	0.471	0.427
	MP + 6% PET	0.730	0.518	0.681
MP + 3% PET	Muestra Patrón (MP)	0.980	0.130	0.038
	MP + 1.5% PET	1.033	0.471	0.427
	MP + 6% PET	1.763	0.219	0.041
MP + 6% PET	Muestra Patrón (MP)	-0.783	0.250	0.171
	MP + 1.5% PET	-0.730	0.518	0.681
	MP + 3% PET	-1.763	0.219	0.041

Nota. Elaboración propia.

La aplicación de la prueba Post-Hoc T3 Dunnett nos muestra la diferencia significativa entre el CBR en 0.1" (al 95%) de las muestras patrón (MP) y MP + 3.00% PET, y entre el CBR a 0.1" (al 95%) de la MP + 3.00% PET y MP + 6.00% PET.

4.1.2. Análisis del CBR a 0.1" (al 100%)

4.1.2.1. Prueba de normalidad

Hipótesis

- Se denomina H1 cuando tienen los datos no una normal distribución continua.
- Se denomina H0 cuando tienen los datos una normal distribución continua.

Nivel de significancia

- El nivel de significancia debe ser 0.050

Regla para decidir

- Cuando es menor el nivel de significancia a 0.050 el H0 se rechaza.
- Cuando es mayor el nivel de significancia a 0.050 el H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 11

Prueba de normalidad para CBR a 0.1" (al 100%).

Tratamiento	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Muestra Patrón (MP)	0.999	3	0.931	
CBR a 0.1" (al 100%)	MP + 1.5% PET	0.801	3	0.116
	MP + 3% PET	0.958	3	0.605
	MP + 6% PET	0.988	3	0.792

Nota. Elaboración propia.

Puesto que su significancia es mayor a 0.05, se concluye que existe normalidad en los datos analizados, por ello se emplea la prueba de ANOVA para evaluar la variación significativa del CBR a 0.1" (al 100%) entre las dosificaciones de los agregados.

4.1.2.2. Prueba de ANOVA

Hipótesis

- Se denomina H1 cuando al menos una de las dosificaciones de los agregados causa efecto en el CBR a 0.1" (al 100%).
- Se denomina H0 cuando ninguna de las dosificaciones de los agregados causa efecto en el CBR a 0.1" (al 100%).

Nivel de significancia

- El nivel de significancia debe ser 0.050

Regla para decidir

- Cuando es menor el nivel de significancia a 0.050 el H0 se rechaza.
- Cuando es mayor el nivel de significancia a 0.050 el H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 12

Prueba ANOVA para CBR a 0.1" (al 100%).

CBR a 0.1" (al 100%)	F	Media cuadrática	gl	Sumas de cuadrado	Sig.
Entre grupo	21.254	2.147	3	6.442	0.000
Dentro de grupo		0.101	8	0.808	
Total			11	7.251	

Nota. Elaboración propia.

Dado que, la significancia es menor a 0.050, la nula hipótesis se impugna, por ello se deduce que al menos una de las dosificaciones de los agregados causa efecto en el CBR a 0.1" (al 100%). Ahora se hará una prueba de homogeneidad de varianzas.

4.1.2.3. Prueba de Levene

Hipótesis

- Se denomina H1 cuando los datos no tienen varianzas homogéneas.
- Se denomina H0 cuando los datos tienen varianzas homogéneas.

Nivel de significancia

- El nivel de significancia debe ser 0.050.

Regla para decidir

- Cuando es menor el nivel de significancia a 0.050 el H0 se rechaza.
- Cuando es mayor el nivel de significancia a 0.050 el H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 13

Prueba Levene para CBR a 0.1" (al 100%).

CBR a 0.1" (al 100%)	gl2	Estadístico de Levene	gl1	Sg.
Se basan en la mediana	8	0.578	3	0.645
Se basa en el "gl" ajustado y la mediana	2.386	0.578	3	0.676
Se basa en la media	8	5.976	3	0.019
Se basan en la recortada media	8	5.085	3	0.029

Nota. Elaboración propia.

La tabla 13 muestra una significancia menor al 0.050, la nula hipótesis se rechaza y se deduce que no existe varianzas homogéneas del CBR a 0.1" (al 100%) para las dosificaciones de los agregados. Ahora se hace la prueba Post-Hoc para analizar entre que dosificaciones de los agregados se da las diferencias significativas, para este caso utilizaremos la prueba T3 Dunnett.

4.1.2.4. Prueba de Post Hoc

Tabla 14

Prueba Post-Hoc T3 Dunnett para CBR a 0.1" (al 100%).

(I) Tratamiento	(J) Tratamientos	Diferencias de media (I-J)	Error estándar	Sg.
Muestra Patrón (MP)	MP + 1.5% PET	-0.087	0.345	1.000
	MP + 3% PET	-1.167	0.113	0.004
	MP + 6% PET	0.900	0.142	0.014
MP + 1.5% PET	Muestra Patrón (MP)	0.087	0.345	1.000
	MP + 3% PET	-1.080	0.339	0.230
	MP + 6% PET	0.987	0.349	0.263
MP + 3% PET	Muestra Patrón (MP)	1.167	0.113	0.004
	MP + 1.5% PET	1.080	0.339	0.230
	MP + 6% PET	2.067	0.126	0.001
MP + 6% PET	Muestra Patrón (MP)	-0.900	0.142	0.014
	MP + 1.5% PET	-0.987	0.349	0.263
	MP + 3% PET	-2.067	0.126	0.001

Nota. Elaboración propia.

La prueba T3 Dunnett demuestra la existencia de diferencias significativas entre la muestra patrón y el agregado 3% PET, muestra patrón y el agregado 6% PET, y entre el agregado 3% PET y el agregado 6% PET.

4.1.3. Análisis del CBR a 0.2" (al 95%)

4.1.3.1. Prueba de normalidad

Hipótesis

- Se denomina H1 cuando no tienen los datos una normal distribución continua.
- Se denomina H0 cuando tienen los datos una normal distribución continua.

Nivel de significancia

- El nivel de significancia debe ser 0.05

Regla para decidir

- Cuando es menor el nivel de significancia a 0.050 el H0 se rechaza.
- Cuando es mayor el nivel de significancia a 0.050 el H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 15

Prueba de normalidad para CBR a 0.2" (al 95%).

Tratamiento	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Muestra Patrón (MP)	1.000	3	0.984	
CBR a 0.2" (al 95%)	MP + 1.5% PET	0.884	3	0.335
	MP + 3% PET	0.994	3	0.856
	MP + 6% PET	0.774	3	0.053

Nota. Elaboración propia.

Puesto que su significancia es mayor a 0.05, se concluye que existe normalidad en los datos analizados, por ello se emplea la prueba de ANOVA para determinar la existencia de variación significativa del CBR a 0.2" (al 95%) entre las dosificaciones de los agregados.

4.1.3.2. Prueba de ANOVA

Hipótesis

- Se denomina H1 cuando al menos una de las dosificaciones de los agregados causa efecto en el CBR a 0.2" (95%).
- Se denomina H0 cuando ninguna de las dosificaciones de los agregados causa efecto en el CBR a 0.2" (95%).

Nivel de significancia

- El nivel de significancia debe ser 0.05

Regla para decidir

- Cuando es menor el nivel de significancia a 0.050 el H0 se rechaza.
- Cuando es mayor el nivel de significancia a 0.050 el H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 16

Prueba ANOVA para CBR a 0.2" (al 95%).

CBR a 0.2" (al 95%)	F	Medias cuadráticas	gl	Sumas de cuadrado	Sg.
Entre grupo	5.917	1.787	3	5.361	0.020
Dentro de grupo		0.302	8	2.416	
Total			11	7.777	

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 16 muestra, es menor la significancia a 0.05, rechazando la nula hipótesis y deduciendo que al menos una de las dosificaciones de los agregados causa efecto en el CBR a 0.2" (al 95%). Ahora se hará una prueba de homogeneidad de varianzas.

4.1.3.3. Prueba de Levene

Hipótesis

- Se denomina H1 cuando los datos no tienen varianzas homogéneas.
- Se denomina H0 cuando los datos tienen varianzas homogéneas.

Nivel de significancia

- El nivel de significancia debe ser 0.050.

Regla para decidir

- Cuando es menor el nivel de significancia a 0.050 el H0 se rechaza.
- Cuando es mayor el nivel de significancia a 0.050 el H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 17

Prueba Levene para CBR a 0.2" (al 95%).

CBR a 0.2" (al 95%)	Estadístico de Levene	gl2	gl1	Sg.
Se basan en la mediana	0.815	8	3	0.521
Se basan en el gl ajustado y la mediana	5.141	3.091	3	0.563
Se basan en la recortada media	4.555	8	3	0.038
Se basan en la media	0.815	8	3	0.029

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 17 muestra es menor la significancia a 0.05, rechazando la nula hipótesis y deduciendo que no existe varianzas homogéneas del CBR a 0.2" (al 95%) para las dosificaciones de los agregados. Ahora se hace la prueba Post-Hoc para analizar entre que dosificaciones de los agregados se da las diferencias significativas, para este caso utilizaremos la prueba T3 Dunnett.

4.1.3.4. Prueba de Post Hoc

Tabla 18

Prueba Post-Hoc T3 Dunnett para de CBR a 0.2" (al 95.0%).

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Error estándar	Diferencias de media (I-J)	Sg.
Muestra Patrón (MP)	MP + 1.5% PET	0.596	-0.470	0.938
	MP + 3% PET	0.210	-1.383	0.044
	MP + 6% PET	0.287	0.413	0.657
MP + 1.5% PET	Muestra Patrón (MP)	0.596	0.470	0.938
	MP + 3% PET	0.566	-0.913	0.610
	MP + 6% PET	0.599	0.883	0.656
MP + 3% PET	Muestra Patrón (MP)	0.210	1.383	0.044
	MP + 1.5% PET	0.566	0.913	0.610
	MP + 6% PET	0.217	1.797	0.027
MP + 6% PET	Muestra Patrón (MP)	0.287	-0.413	0.657
	MP + 1.5% PET	0.599	-0.883	0.656
	MP + 3% PET	0.217	-1.797	0.027

Nota. Elaboración propia.

La prueba T3 Dunnett indica que solo existen diferencias significativas entre el CBR a 0.2" (al 95%) de las muestras patrón (MP) y MP + 3.00% PET, y el CBR a 0.2" (al 95%) de MP + 3.00% PET y MP + 6.00% PET.

4.1.4. Análisis del CBR a 0.2" (al 100%)

4.1.4.1. Prueba de normalidad

Hipótesis

- Se denomina H1 cuando los datos no tienen una normal distribución continua.
- Se denomina H0 cuando los datos tienen una normal distribución continua.

Nivel de significancia

- El nivel de significancias debe ser 0.05

Regla para decidir

- Cuando es menor el nivel de significancias a 0.05 el H0 se rechaza.
- Cuando es mayor el nivel de significancias a 0.05 el H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 19

Prueba de normalidad para CBR a 0.2" (al 100%)

Tratamiento CBR a 0.2" (al 100%)		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
	Muestra Patrón (MP)	0.995	3	0.870
CBR a 0.2" (al 100%)	MP + 1.5% PET	0.813	3	0.146
	MP + 3% PET	1.000	3	1.000
	MP + 6% PET	0.750	3	0.000

Nota. Elaboración propia.

Puesto que la significancia del agregado 6% PET es mayor a 0.05, se concluye que no existe normalidad en los datos analizados, por ello se emplea la prueba de Kruskal - Wallis para determinar la existencia de variación significativa del CBR a 0.2" (al 100%) con las dosificaciones de los agregados.

4.1.4.2. Prueba de Kruskal - Wallis

Hipótesis

- Se denomina H1 cuando al menos una de las dosificaciones de los agregados causa efecto en el CBR a 0.2" (al 100%).
- Se denomina H0 cuando ninguna de las dosificaciones de los agregados causa efecto en el CBR a 0.2" (al 100%).

Nivel de significancia

- El nivel de significancias debe ser 0.05.

Regla para decidir

- Cuando es menor el nivel de significancias a 0.05 el H0 se rechaza.
- Cuando es mayor el nivel de significancias a 0.05 el H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 20

Prueba Kruskal - Wallis para CBR a 0.2" (al 100%).

CBR a 0.2" (al 100%)	
H de Kruskal-Wallis	9.495
gl	3
Sig. asin.	0.023

Nota. Elaboración propia.

Como es menor la significancia a 0.05, la hipótesis nula se impugna y se deduce que al menos una de las dosificaciones de los agregados causa efecto en el CBR a 0.2" (al 100%). Debido a que no existe normalidad en los datos, se realiza la prueba Post-Hoc T3 Dunnett.

4.1.4.3. Prueba de Post Hoc

Tabla 21

Prueba Post-Hoc T3 Dunnett para CBR a 0.2" (al 100%).

Tratamiento (J)	Tratamientos (I)	Error estándar	Diferencias de media (I-J)	Sg.
MP + 1.5% PET	Muestra Patrón (MP)	0.390	0.000	1.000
MP + 3% PET		0.103	-0.777	0.035
MP + 6% PET		0.104	1.210	0.011
Muestra Patrón (MP)	MP + 1.5% PET	0.390	0.000	1.000
MP + 3% PET		0.379	-0.777	0.465
MP + 6% PET		0.379	1.210	0.241
Muestra Patrón (MP)	MP + 3% PET	0.103	0.777	0.035
MP + 1.5% PET		0.379	0.777	0.465
MP + 6% PET		0.044	1.987	0.000
Muestra Patrón (MP)	MP + 6% PET	0.104	-1.210	0.011
MP + 1.5% PET		0.379	-1.210	0.241
MP + 3% PET		0.044	-1.987	0.000

Nota. Elaboración propia.

La prueba T3 Dunnett indica que solo existen diferencias significativas entre el CBR a 0.2” (al 100%) de las muestras patrón (MP) y MP + 3.00% PET, el CBR a 0.2” (al 100%) de las muestras patrón (MP) y MP + 6.00% PET, y el CBR a 0.2” (al 100%) de MP + 3.00% PET y MP + 6.00% PET.

4.2. Porcentajes de incorporación de polietileno tereftalato (PET) que puedan aplicarse a la subrasante tipo A-6

Para el presente estudio de investigación, se han considerado las siguientes dosificaciones de acuerdo a la recopilación de antecedentes realizados previamente al desarrollo experimental de los ensayos de laboratorio.

Tabla 22

Dosificaciones de PET.

Dosificaciones
Muestra natural + 1.50 % PET
Muestra natural + 3.00 % PET
Muestra natural + 6.00 % PET

Nota. Propia del investigador.

La Tabla 22, nos muestra las dosificaciones para la incorporación de plásticos PET para la muestra natural más representativas fueron de 1.50, 3.00 y 6.00%.

4.3. Influencia de la incorporación de polietileno tereftalato (PET) en las propiedades físicas del suelo a nivel de subrasante

Para los resultados respecto a este segundo objetivo, se han determinado las propiedades de tipo física de las muestras naturales y con adición de plásticos PET del área de estudio. Por ello, se han realizado los presentes ensayos normativos:

Tabla 23*Ensayos para determinar las propiedades físicas.*

Ensayos	Normas
Límites de consistencia	MTC E-110 / ASTM D 4318 / NTP 339.129
Análisis Granulométricos por Tamizado	ASTM D 422 / NTP 339.128 / MTC E-107
Clasificaciones del Suelo, SUCS y AASHTO	AASHTO M 145/ ASTM 2487
Contenidos de Humedad	NTP 339.127 / MTC E-108 / ASTM D 2216

Nota. Elaboración propia.

Se han realizado los ensayos de contenido de humedad, granulometría, límites de consistencia y de suelo según su clasificación de acuerdo a parámetros SUCS y AASHTO.

4.3.1. Análisis granulométrico

4.3.1.1. Muestras naturales

El análisis granulométrico realizado mostró los siguientes porcentajes pasantes en función de cada muestra por las respectivas mallas o tamices.

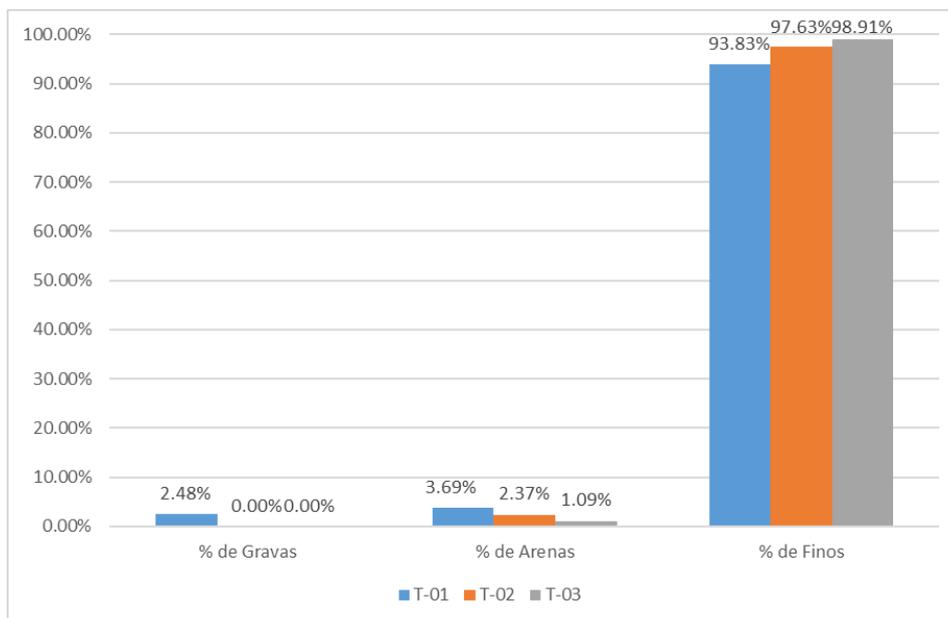
Tabla 24*Análisis granulométrico de las muestras naturales.*

Muestra	T-01	T-02	T-03
% de Gravas	2.48%	0.00%	0.00%
% de Arenas	3.69%	2.37%	1.09%
% de Finos	93.83%	97.63%	98.91%

Nota. Propia del investigador.

Figura 5

Representación de resultados de composición de las muestras naturales.



Nota. Propia del investigador.

La Figura 5 muestra la comparación de los porcentajes de todas las muestras que pasan por sus respectivos tamices, se puede observar que las partículas son muy finas en todas las muestras analizadas. Debido a esto se va a tomar en consideración solo T-01 para el procesamiento de datos, debido a que es la única muestra con contenido de graba.

4.3.1.2. Muestra natural (T-01) + 1.50, 3.00 y 6.00 % de PET

Tabla 25

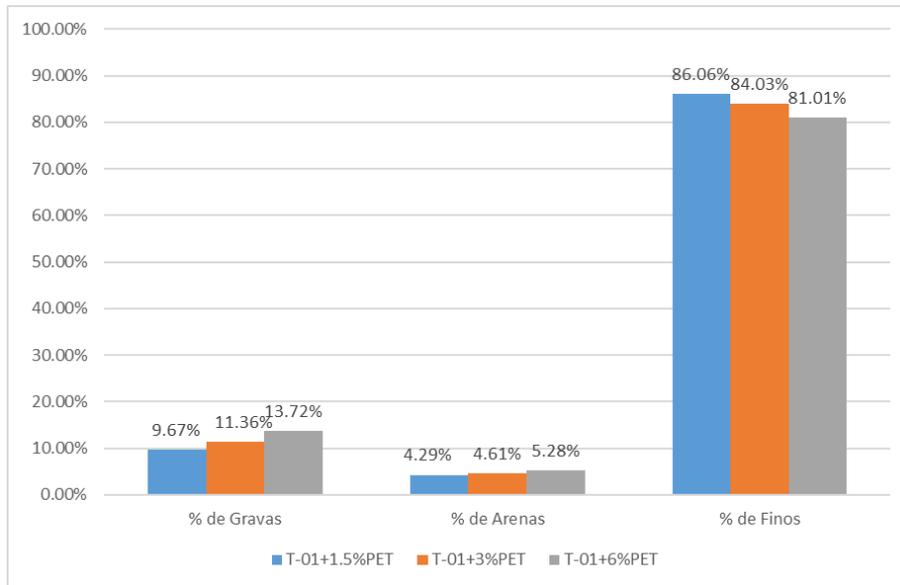
Análisis granulométrico de las muestras con adición de PET.

Muestra	T-01 + 1.50% PET	T-01 + 3.00% PET	T-01 + 6.00% PET
% de Gravas	9.67%	11.36%	13.72%
% de Arenas	4.29%	4.61%	5.28%
% de Finos	86.06%	84.03%	81.01%

Nota. Propia del investigador.

Figura 6

Representación de resultados de composición de las muestras con adición de PET.



Nota. Propia del investigador.

De la muestra natural adicionada con dosificaciones de PET, se tiene que igualmente presenta en mayor proporción finos respecto a gravas y arenas.

4.3.2. Límites de consistencia

4.3.2.1. Muestras naturales

Tabla 26

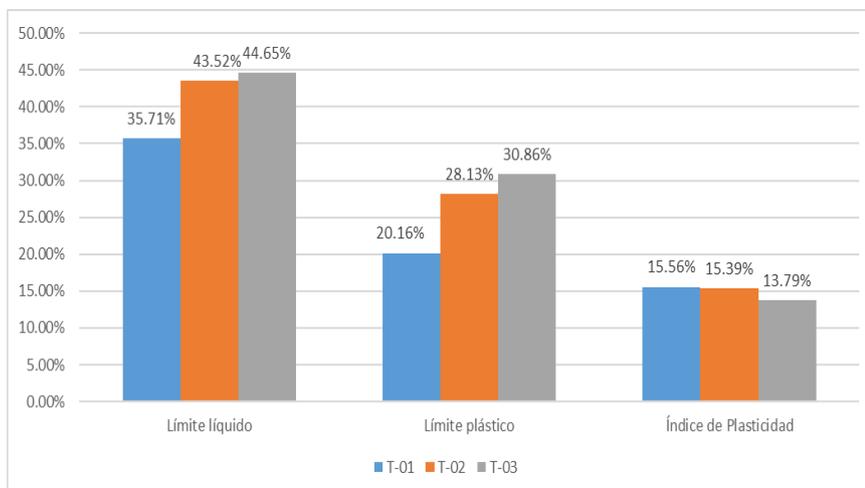
Resultados de límites de consistencia de las muestras naturales.

Muestra	T-01	T-02	T-03
% Límite líquido	35.71%	43.52%	44.65%
% Límite plástico	20.16%	28.13%	30.86%
% de Índice de Plasticidad	15.56%	15.39%	13.79%

Nota. Propia del investigador.

Figura 7

Representación de resultados de límites de consistencia de muestras naturales.



Nota. Propia del investigador.

De la muestra natural, se tiene que la muestra 1 presenta 35.71%, 20.16% y 15.56% de límite líquido, plástico y de plasticidad. Asimismo, se tiene 43.52%, 28.13% y 15.39% en el mismo orden para para la muestra 2. De igual manera, para la muestra 3 se tiene valores de 44.65%, 30.86% y 13.79% de límites e índice de plasticidad.

4.3.2.2. Muestra natural (T-01) + 1.5, 3 y 6 % de PET

Tabla 27

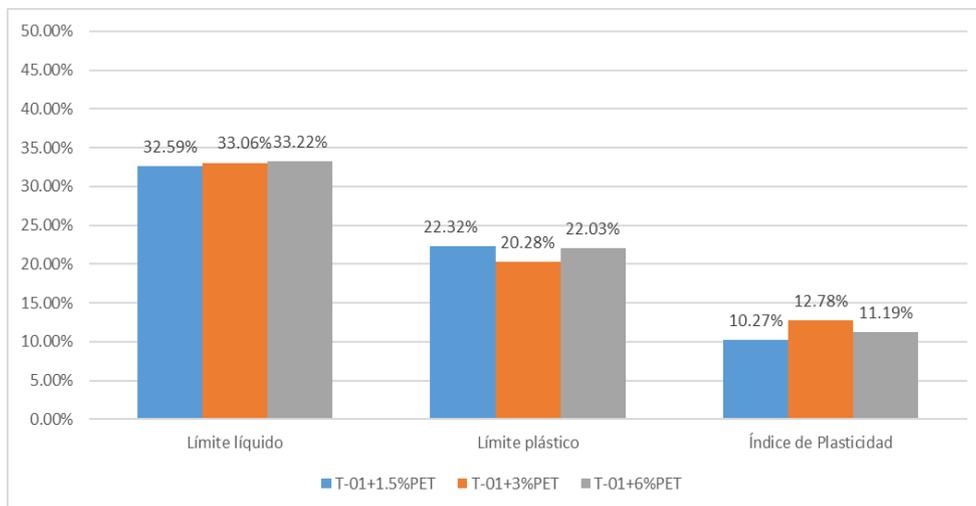
Porcentajes de límites de consistencia de muestras con adición de PET.

Muestras	T-01 + 1.50% PET	T-01 + 3.00% PET	T-01 + 6.00% PET
% Límite plástico	22.32%	20.28%	22.03%
% de Índice de Plasticidad	10.27%	12.78%	11.19%
% Límite líquido	32.59%	33.06%	33.22%

Nota. Propia del investigador.

Figura 8

Representación de resultados de límites de consistencia de muestras con adición de PET.



Nota. Propia del investigador.

De la natural muestra con adiciones, se tiene que la dosificación con 1.5% de PET presenta 32.59%, 22.32 y 10.27% de límite líquido, plástico y de plasticidad. Asimismo, se tiene 33.06, 20.28 y 12.78% en el mismo orden para la dosificación de 3% de PET. De igual manera, para la dosificación del 6% de PET se tiene valores de 33.22%, 22.03% y 11.19% de límites e índice de plasticidad.

4.3.3. Contenido de humedad

4.3.3.1. Muestras naturales

Tabla 28

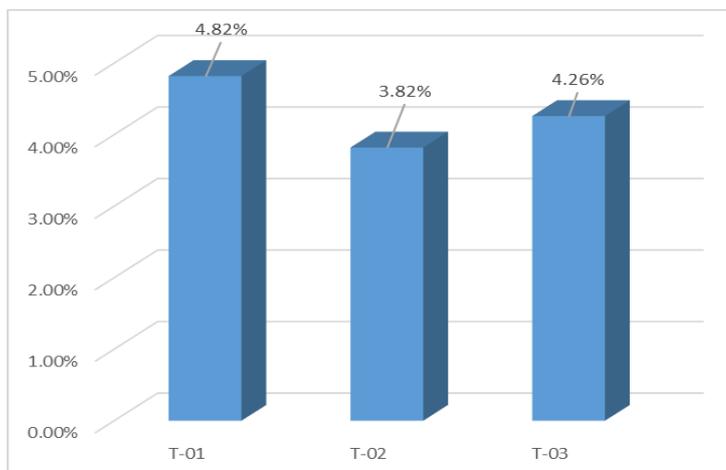
Resultados de contenido de humedad de muestras naturales.

Muestras	Contenidos de humedad
T-01	4.82%
T-02	3.82%
T-03	4.26%

Nota. Propia del autor.

Figura 9

Representación de resultados de contenido de humedad de muestras naturales.



Nota. Elaboración propia.

Referente al contenido de humedad de las naturales muestras, se tiene que para la primera trinchera el valor es de 4.82%, para la segunda es de 3.82% y para la tercera es de 4.26%.

4.3.3.2. Muestra natural (T-01) + 1.50, 3.00 y 6.00 % de PET

Tabla 29

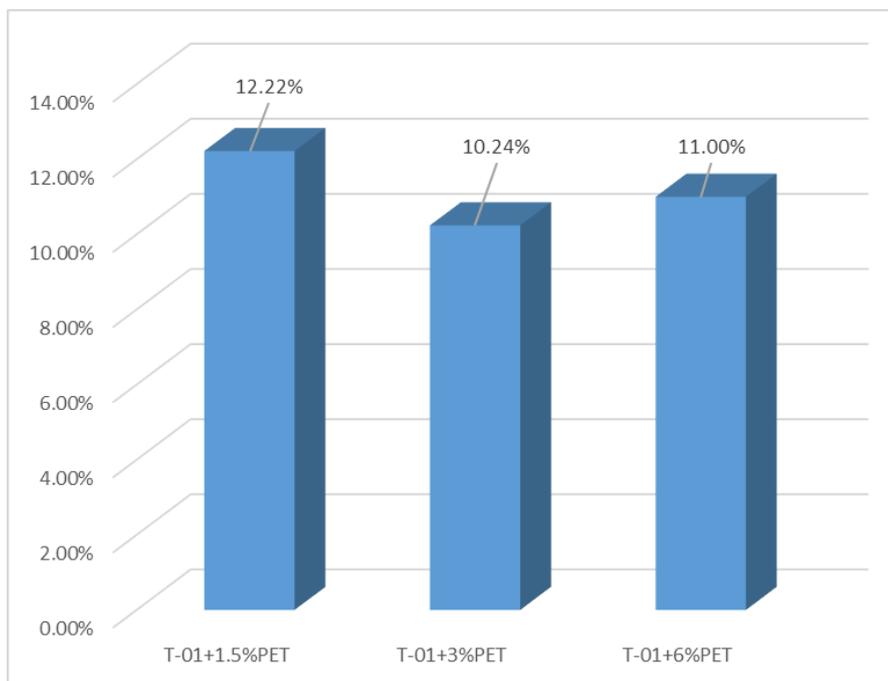
Resultados de contenido de humedad de muestras con adición de PET.

Muestra	Contenido de humedad
T-01 + 1.50%PET	12.22%
T-01 + 3.00%PET	10.24%
T-01 + 6.00%PET	11.00%

Nota. Propia del investigador.

Figura 10

Representación de resultados de contenido de humedad con adición de PET.



Nota. Elaboración propia.

Para el contenido de humedad de las naturales muestras con adición de PET, se tiene que para la primera adición de 1.5% el valor es de 12.22%, para la segunda de 3% de adición es de 10.24% y para la tercera adición de 6% es de 11.00%.

4.3.4. Clasificación SUCS y AASHTO

4.3.4.1. Muestras naturales

Tabla 30

Clasificación de las muestras.

Muestra	Clasificación		Composición
	SUCS	AASHTO	
T-01	CL	A-6	Arcilla inorgánica de plasticidades bajas a medias - arcilla gravosa - arcillas arenosas - arcilla limosa - arcillas magras
T-02	OL	A-7-6	Limos orgánicos - arcilla limosa orgánica de bajas plasticidades
T-03	OL	A-7-5	Limos orgánicos - arcilla limosa orgánica de bajas plasticidades

Nota. Elaboración propia.

La muestra natural T-01 está clasificada a nivel de SUCS como un suelo de tipo CL y a nivel de clasificación AASHTO es del tipo A-6. Teniendo en cuenta esto se puede interpretar que la muestra está conformada por arcilla inorgánica de bajas plasticidades a medias, arcilla gravosa, arcillas arenosas, arcilla limosa, arcillas magras.

La muestra natural T-02 está clasificada a nivel de SUCS como un suelo de tipo OL y a nivel de clasificación AASHTO es del tipo A-7-6. Teniendo en cuenta esto se puede interpretar que la muestra está conformada por limo orgánico, arcillas limosas orgánica de bajas plasticidades.

La muestra natural T-3 está clasificada a nivel de SUCS como un suelo de tipo OL y a nivel de clasificación AASHTO es del tipo A-7-5. Teniendo en cuenta esto se puede interpretar que la muestra está conformada por limo orgánico, arcillas limosas orgánica de bajas plasticidades.

4.3.4.2. Muestra natural (T-01) + 1.5, 3 y 6 % de PET

Tabla 31

Clasificación de las muestras con adición de PET.

Muestra	Clasificación		Composición
	SUCS	AASHTO	
T-01 + 1.50% PET	CL	A-6	Arcilla inorgánica de plasticidades bajas a medias - arcilla gravosa - arcilla arenosa - limosas arcillas - arcilla magra
T-01 + 3.00% PET	CL	A-6	Arcilla inorgánica de plasticidades bajas a medias - gravosas arcillas – arcilla arenosa - limosas arcillas - arcilla magra
T-01 + 6.00% PET	CL	A-6	Arcilla inorgánica de plasticidades bajas a medias - gravosas arcillas - arcilla arenosa - limosas arcillas - arcilla magra

Nota. Propia del autor.

Para la muestra natural T-01 con adiciones de plásticos PET con 1.50, 3.00 y 6.00%, de acuerdo a la clasificación SUCS es del tipo de suelo CL y conforme a la clasificación AASHTO es del tipo A-6, teniendo en cuenta esto se puede interpretar que la muestra está conformada inorgánicas arcillas de plasticidades bajas a media, arcilla arenosa, arcillas magras, gravosa arcilla, arcilla limosa.

4.4. Influencia de la incorporación de polietileno tereftalato (PET) en las propiedades mecánicas del suelo a nivel de subrasante

Para los resultados respecto a este tercer objetivo, se han determinado las propiedades de tipo mecánica de las muestras naturales y con adición de plásticos PET del área de estudio. Para lo cual, se han realizado los presentes ensayos normativos:

Tabla 32

Ensayos para determinar las propiedades mecánicas.

Ensayos	Normas
Ensayo de Valor de Soportes de los Suelos (CBR)	MTC E-132/NTP 339.145
Ensayo de Compactación de Proctor Modificados	MTC E-115/NTP 339.138

Nota. Propia del investigador.

Se han realizado los ensayos de proctor modificados y CBR, tal como se muestra a continuación:

4.4.1. Proctor modificado

4.4.1.1. Muestra natural

Tabla 33

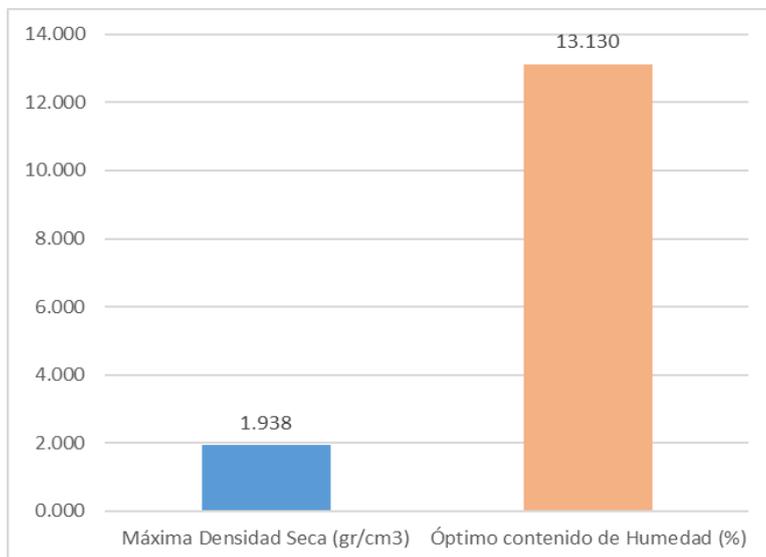
Resultados de proctor modificado de la muestra natural de análisis.

Muestra	Profundidad (m)	Proctor	
		Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
T- 01	0.40 m	1.938	13.13

Nota. Elaboración propia.

Figura 11

Representación de los resultados de proctor modificado de la muestra natural de análisis.



Nota. Propia del investigador.

De la natural muestra, se ha obtenido 1.938 gr/cm³ como máxima densidad seca y 13.13% como óptimos contenidos de humedad.

4.4.1.2. Muestra natural (T-01) + 1.5, 3 y 6 % de PET

Tabla 34

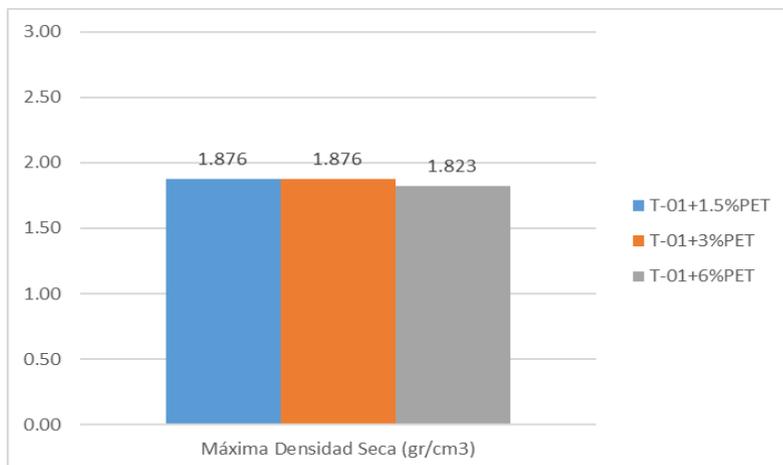
Resultados de proctor modificado de la muestra natural de análisis.

Muestras	Profundidad	Proctor	
		Máximas Densidades Secas (gr/cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
T- 01 + 1.50% PET	0.40 m	1.876	12.24
T- 01 + 3.00% PET	0.40 m	1.876	13.30
T- 01 + 6.00% PET	0.40 m	1.823	13.78

Nota. Propia del investigador.

Figura 12

Representación de los resultados de máxima densidad seca de la muestra natural de análisis más adición de PET.

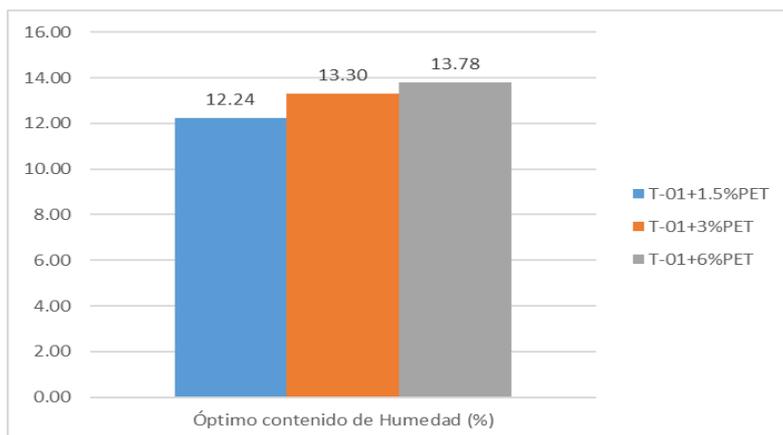


Nota. Propia del investigador.

De la muestra natural adicionada con dosificaciones de plásticos PET de 1.5, 3 y 6%, se han obtenido valores de 1.876, 1.876 y 1.823 gr/cm³; respectivamente, como densidad máxima seca.

Figura 13

Representación de los resultados de óptimo de contenido de humedad de la muestra natural de análisis más adición de PET.



Nota. Propia del investigador.

De la muestra natural adicionada con dosificaciones de plásticos PET de 1.5, 3 y 6%, se han obtenido valores de 12.24, 13.30 y 13.78%; respectivamente, como óptimo contenido de humedad.

4.4.2. CBR

4.4.2.1. Muestra natural

Tabla 35

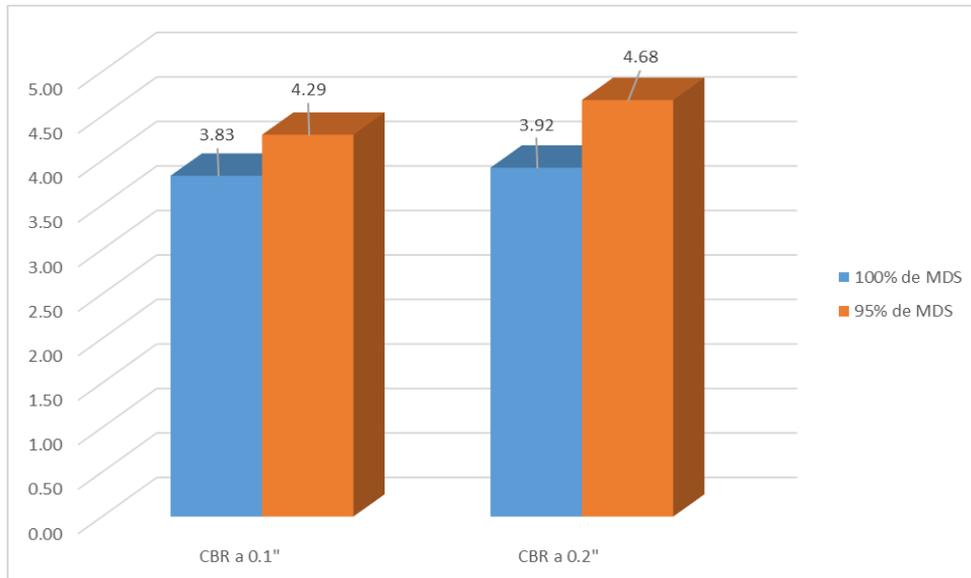
Resultados de CBR de la muestra natural de análisis.

Muestra	CBR a 0.1"		CBR a 0.2"	
	al 100% de la MDS	al 95% de la MDS	al 100% de la MDS	al 95% de la MDS
T-01	4.29	3.83	4.68	3.92

Nota. Elaboración propia.

Figura 14

Representación de los resultados de CBR de la muestra natural de análisis.



Nota. Propia del investigador.

De la muestra natural, se obtuvo valores de CBR a 0.1" de 3.83 y 4.29% al 95 y 100% de la máxima densidad seca, respectivamente. Asimismo, se obtuvo valores de 3.92 y 4.68% en el mismo orden porcentual en relación a un CBR a 0.2".

4.4.2.2. Muestra natural (T-01) + 1.5% de PET

Tabla 36

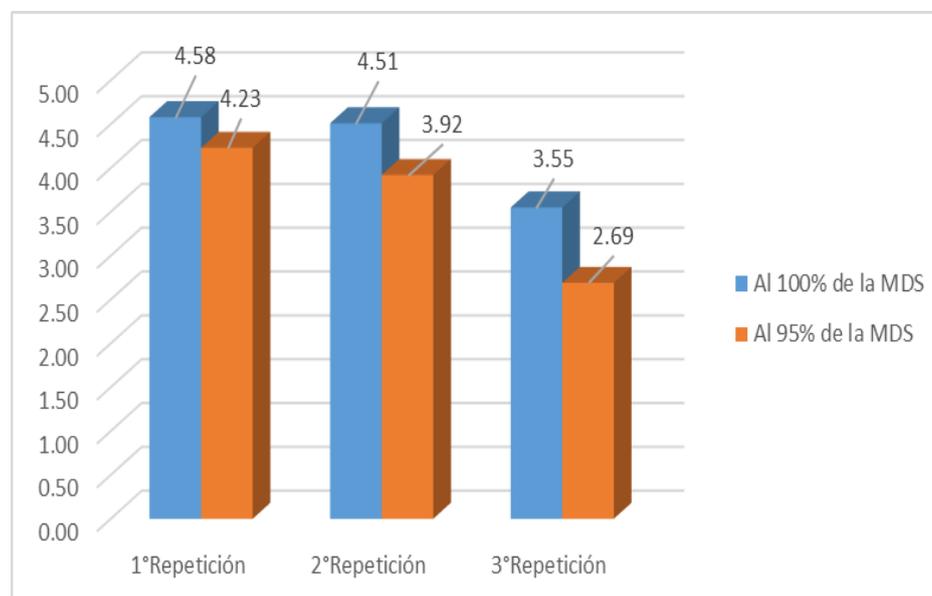
Resultados de CBR de la muestra natural de análisis más adición de PET del 1.50%.

Muestra	Repetición	CBR a 0.1"		CBR a 0.2"	
		al 100% de la MDS	al 95% de la MDS	al 100% de la MDS	al 95% de la MDS
T- 01 + 1.50% PET	Primera	4.58	4.23	5.12	4.77
T- 01 + 1.50% PET	Segunda	4.51	3.92	5.02	4.43
T- 01 + 1.50% PET	Tercera	3.55	2.69	3.94	2.94

Nota. Elaboración propia.

Figura 15

Representación de los resultados de CBR al 0.1" de la muestra natural de análisis más adición de PET del 1.5%.

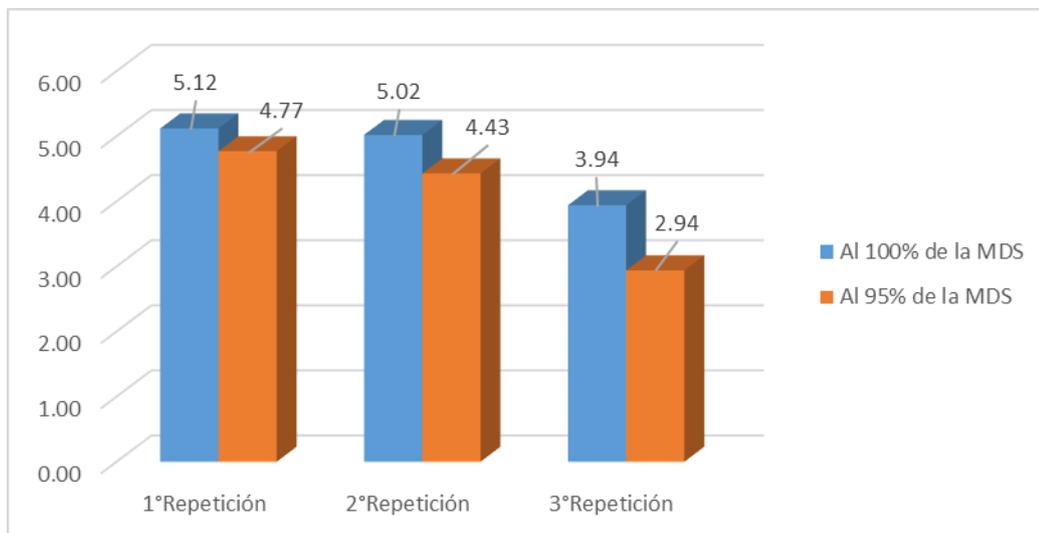


Nota. Propia del investigador.

De la natural muestra con adiciones de plástico PET con 1.5%, valores se obtuvo de CBR a 0.1" de 4.23, 3.92 y 2.69% para la primera, segunda y tercera repetición respectivamente al 95%. Asimismo, se obtuvo valores de CBR a 0.1" de 4.58, 4.51 y 3.55% para la primera, segunda y tercera repetición respectivamente al 100%.

Figura 16

Representación de los resultados de CBR al 0.2'' de la muestra natural de análisis más adición de PET del 1.5%.



Nota. Elaboración propia.

De la natural muestra con adiciones de plástico PET con 1.5%, se obtuvo datos de CBR a 0.2'' de 4.77, 4.43 y 2.94% para la primera, segunda y tercera repetición respectivamente al 95%. Asimismo, se obtuvo valores de CBR a 0.2'' de 5.12, 5.02 y 3.94% para la primera, segunda y tercera repetición respectivamente al 100%.

4.4.2.3. Muestra natural (T-01) + 3% de PET

Tabla 37

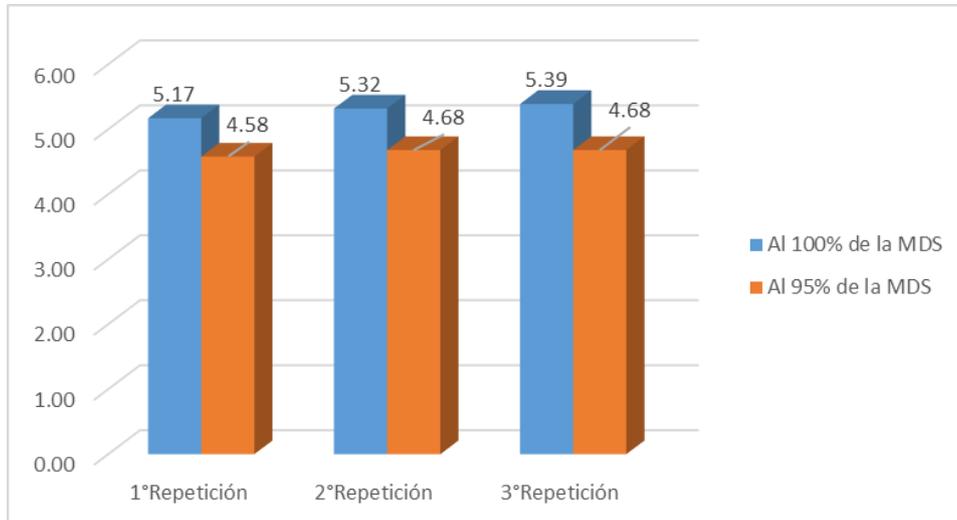
Resultados de CBR de la muestra natural de análisis más adición de PET del 3.0%.

Muestra	Repeticion	CBR a 0.1''		CBR a 0.2''	
		al 100% de la MDS	al 95% de la MDS	al 100% de la MDS	al 95% de la MDS
T- 01 + 3.00% PET	Primera	5.17	4.58	5.47	4.85
T- 01 + 3.00% PET	Segunda	5.32	4.68	5.42	4.95
T- 01 + 3.00% PET	Tercera	5.39	4.68	5.52	5.08

Nota. Elaboración propia.

Figura 17

Representación de los resultados de CBR al 0.1'' de la muestra natural de análisis más adición de PET del 3.0%.

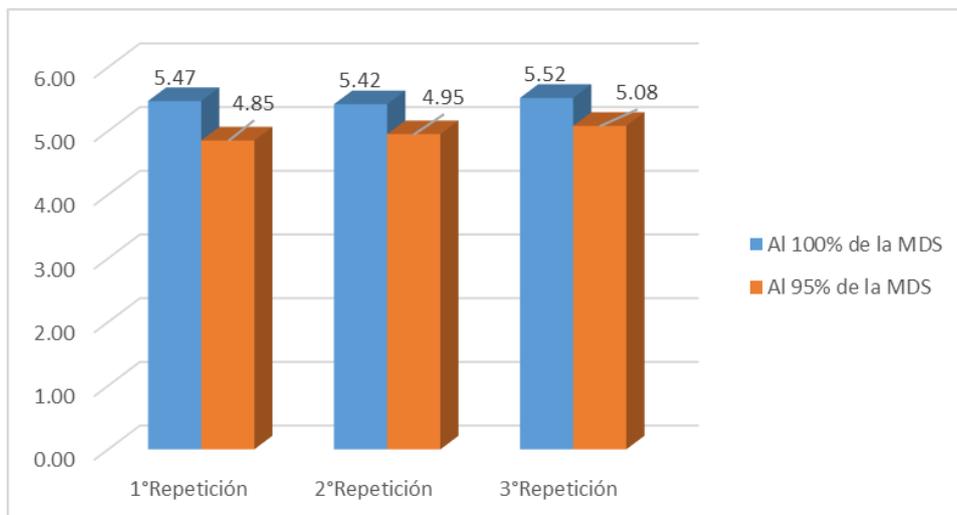


Nota. Propia del investigador.

De la natural muestra con adiciones de plástico PET con 3%, se obtuvo datos de CBR a 0.1'' de 4.58, 4.68 y 4.68% para la primera, segunda y tercera repetición respectivamente al 95%. Asimismo, se obtuvo valores de CBR a 0.1'' de 5.17, 5.32 y 5.39% para la primera, segunda y tercera repetición respectivamente al 100%.

Figura 18

Representación de los resultados de CBR al 0.2'' de la muestra natural de análisis más adición de PET del 3.0%.



Nota. Propia del investigador.

De la natural muestra con adiciones de plástico PET con 3%, valores se obtuvo de CBR a 0.2" de 4.85, 4.95 y 5.08% para la primera, segunda y tercera repetición respectivamente al 95%. Asimismo, se obtuvo valores de CBR a 0.1" de 5.47, 5.42 y 5.52% para la primera, segunda y tercera repetición respectivamente al 100%.

4.4.2.4. Muestra natural (T-01) + 6% de PET

Tabla 38

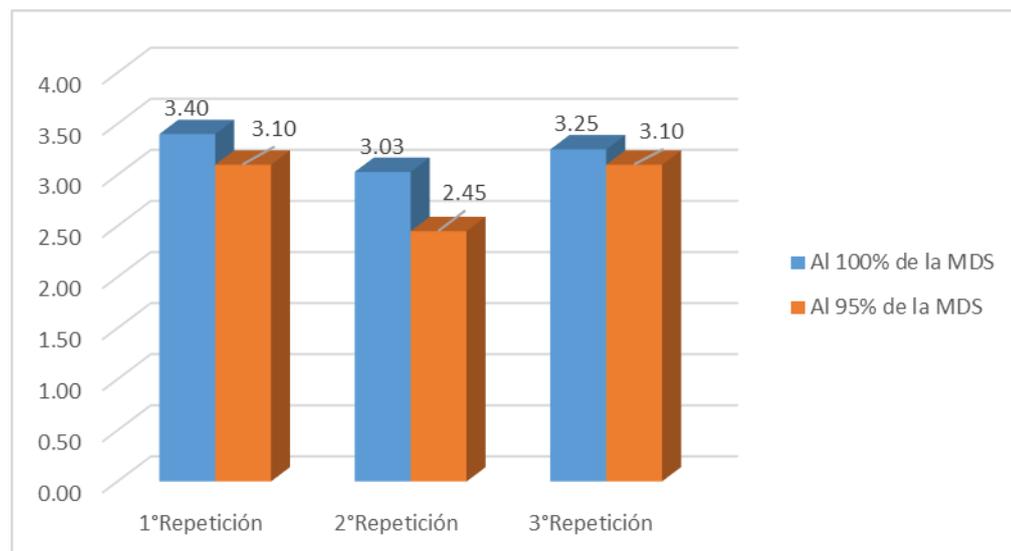
Resultados de CBR de la muestra natural de análisis más adición de PET del 6.0%

Muestra	Repetición	CBR a 0.1"		CBR a 0.2"	
		al 100% de la MDS	al 95% de la MDS	al 100% de la MDS	al 95% de la MDS
T- 01 + 6.00% PET	Primera.	3.40	3.10	3.55	3.36
T- 01 + 6.00% PET	Segunda	3.03	2.45	3.45	2.75
T- 01 + 6.00% PET	Tercera	3.25	3.10	3.45	3.38

Nota. Elaboración propia.

Figura 19

Representación de los resultados de CBR al 0.1" de la muestra natural de análisis más adición de PET del 6.0%.

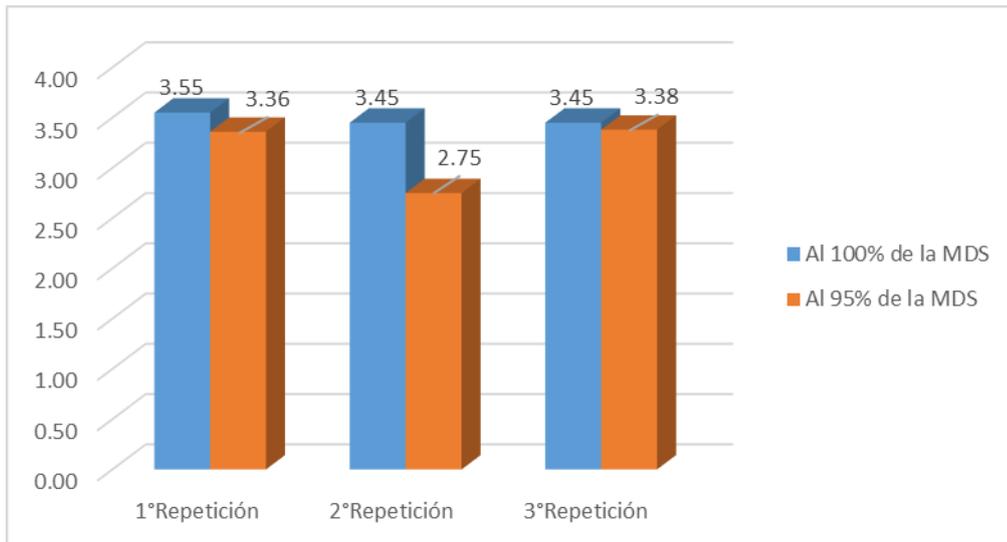


Nota. Propia del investigador.

De la muestra natural con adiciones de plástico PET con 6%, valores se obtuvo de CBR a 0.2” de 3.10, 2.45 y 3.10% para la primera, segunda y tercera repetición respectivamente al 95%. Asimismo, valores se obtuvo de CBR a 0.1” de 3.40, 3.03 y 3.25% para la primera, segunda y tercera repetición respectivamente al 100%.

Figura 20

Representación de los resultados de CBR al 0.2” de la muestra natural de análisis más adición de PET del 6.0%.



Nota. Propia del investigador.

De la natural muestra con adiciones de plástico PET con 6%, valores se obtuvo de CBR a 0.2” de 3.36, 2.75 y 3.38% para la primera, segunda y tercera repetición respectivamente al 95%. Asimismo, valores se obtuvo de CBR a 0.1” de 3.55, 3.45 y 3.45% para la primera, segunda y tercera repetición respectivamente al 100%.

4.5. Definición de la dosificación óptima de polietileno tereftalato a emplear en la subrasante tipo A-6

Tabla 39

Resumen de resultados de propiedades físicas de la muestra natural de análisis y con adiciones PET.

Descripción	T-01	T-01 + 1.50% PET	T-01 + 3.00% PET	T-01 + 6.00% PET
Gravas (%)	2.48	9.67	11.36	13.72
Arenas (%)	3.69	4.29	4.61	5.28
Finos (%)	93.83	86.05	84.03	81.01
Índices de plasticidad (%)	15.56	10.27	12.78	11.19
Límite plástico (%)	20.16	22.32	20.28	22.03
Contenidos de humedad (%)	4.82	12.22	10.24	11.00
Límite líquido (%)	35.71	32.59	33.06	33.22

Nota. Elaboración propia.

Se hizo un resumen de todas las propiedades físicas respecto a la muestra natural T-01 y a la correspondiente a las dosificaciones de 1.5, 3 y 6% de plásticos PET. Se puede observar que la dosificación de T-01 + 1.5% PET presentó el índice de plasticidad más bajo y la dosificación de T-01 + 3% PET el más alto en función de las adiciones; considerando que la muestra natural fue el mayor.

Tabla 40

Resumen de resultados de propiedades mecánicas de la muestra natural de análisis y con adiciones PET.

Descripción	T-01	T-01 + 1.50% PET	T-01 + 3.00% PET	T-01 + 6.00% PET
Máximas densidades secas (gr/cm ³)	1.938	1.876	1.876	1.823
Contenido de óptima humedad (%)	13.13	12.24	13.30	13.78
CBR a 0.1" al 95.0% de la MDS (%)	3.83	3.61	4.65	2.88
CBR a 0.2" al 95.0% de la MDS (%)	3.92	4.05	4.96	3.16

Nota. Elaboración propia

Se hizo un resumen de todas las propiedades mecánicas respecto a la muestra natural T-01 y a la correspondiente a las dosificaciones de 1.5, 3 y 6% de plásticos PET. Se puede observar que la dosificación que presentó mejores resultados fue la T-01 + 3% PET en la mayoría de propiedades.

V. DISCUSIÓN

Del desarrollo de la presente investigación se determinó que el polietileno tereftalato (PET) tiene una influencia positiva en el CBR de la subrasante tipo A-6, mejorando las propiedades mecánicas y físicas de la subrasante. Por lo que concuerda con Cuellar y Vega (2020) que en su tesis determinaron que la dosificación de PET aumenta el porcentaje de CBR de la subrasante con un valor de 6.54%. Así mismo concuerda con Carbajal y Garzón (2019) que en su investigación concluye que la fibra PET mejora el suelo, aumentando el CBR del mismo hasta en 0.3%.

De esta investigación, para el primer objetivo del cual fue determinar las dosificaciones de adición a emplear, se pudo establecer según la recopilación realizada que los mejores valores a utilizar fueron de 1.5, 3 y 6%. Asimismo, se realizaron 3 trincheras (T-01, T-02 y T-03) para la toma de muestras naturales que sirvan para determinar la zona que más se acomode al tipo de suelo propuesto en la investigación. El sustento de ello es que Sai y Venkata (2019), manifestaron que la mejor dosificación fue de 1.5%; asimismo, Hari et al. (2018), determinaron que la mejor proporción fue de 3%; de igual forma, Enríquez (2021), estableció que la dosificación que dio mejores resultados fue la de 6%.

Respecto a las propiedades físicas, del análisis granulométrico, se puede mencionar que, para las muestras estudiadas y evaluadas en el laboratorio de suelos correspondiente, los cambios en las muestras adicionadas (Plásticos PET) con relación a la muestra natural son leves, dado que la granulometría presentada son características de un suelo arcilloso por la representación de la curva granulométrica; considerando que la muestra natural 1 fue la única que presentó una clasificación SUCS del tipo CL y AASHTO del tipo A-6; por lo que en función de esta muestra se hizo las demás muestras experimentales con dosificaciones de 1.5, 3 y 6 % de adición de PET al ser el tipo de suelo a analizar según lo planteado inicialmente. De los porcentajes de todas las muestras que pasan por sus respectivos tamices, se ve la predominancia de finos en todas las muestras analizadas (>50% pasa la malla N°200). Teniendo en cuenta los datos de límites de consistencia, los resultados arrojan valores de límites líquidos en la muestra natural, así como los adicionados son menores al 50%, además los resultados de índices de plasticidad calculados en función de los límites líquidos y plásticos, se encuentran entre el 7% y 20% respectivamente, debido a esto se puede determinar que la presente investigación está trabajando con suelos arcillosos de baja

a mediana plasticidad. Con respecto al contenido de humedad, se estableció que el contenido óptimo para una correcta compactación, siendo para la muestra natural 4.82% y para las muestras adicionadas con 1.5%,3% y 6% de plásticos PET, se tienen valores de 12.22%, 10.24% y 11.00% respectivamente. Ello coincide con lo manifestado por Bustamante (2021), Capia (2020) y Cuipal (2018) quienes realizaron investigaciones respecto a la adición de plásticos PET en suelos del tipo arcilloso.

Respecto a las propiedades mecánicas, en relación a la compactación de las muestras, es fundamental establecer las máximas densidades secas y óptimos contenidos de humedad por el hecho de que con ello se determina el valor del CBR. Para el proctor modificado, se puede mencionar que para la muestra natural fue superior que las muestras con adiciones en lo correspondiente a las densidades máxima secas; mientras que, en el óptimo contenido de humedad fue mayor que la dosificación de 1.5% PET, pero menor a las de 3 y 6% PET. En relación al CBR, se pudo determinar que con las dosificaciones de plásticos PET, dicha resistencia del suelo aumentó hasta la proporción del 3%, pero que con la del 6% hubo una baja considerable incluso resultando menor a lo obtenido inicialmente con la muestra natural de la T-01. Ello coincide con Carbajal Y Garzón (2019), quienes en su investigación determinaron que fibras de PET mejoran del suelo cada propiedad físico – mecánica, a pesar de esto se menciona que no desempeñan según los parámetros requeridos por la normativa, el cual exige mínimos porcentajes de CBR para cada suelo adecuado mayores al 6%. Asimismo, no se coincide con lo encontrado por Capia (2020), quién con una dosificación del 3% obtuvo un CBR de 6.75%, es decir, cumpliendo con lo establecido con la normativa.

Con relación a la dosificación más óptima según los resultados obtenidos, se consiguió establecer que con las adiciones de 3% de plástico PET es donde se encuentran resultados mejores dado que desarrolló un aumento del CBR a 0.1” al 95.00% de la máxima densidad seca; de 3.83% (muestra patrón o natural) hasta 4.65% (con adición del 3.00% de PET), lo cual equivale a un incremento 0.82% en el valor del CBR. No obstante, se debe considerar que con las adiciones realizadas el CBR aún sigue bajo la categoría de insuficiente o pobre al encontrarse menor al 6%, es decir, hasta la dosificación del 3% de PET se ven mejoras, pero que a partir del 6% de adición baja abruptamente dicha resistencia. Ello coincide con lo establecido por Hari et al. (2018), por el hecho de que establecieron que la dosificación idónea para mejorar el CBR del suelo correspondió al 3% de plástico. De igual

forma, Cuipal (2018) y Capia (2020) , manifestaron que los mejores resultados se obtuvieron con la dosificación del 3%.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Del desarrollo de la presente investigación se determinó que el polietileno tereftalato (PET) tiene una influencia positiva en el CBR de la subrasante tipo A-6, mejorando las propiedades mecánicas y físicas de la subrasante y aumentando el porcentaje de CBR.

Se emplearon dosificaciones de 1.5, 3 y 6% de plásticos PET para realizar los ensayos con las distintas muestras. Para la obtención de la muestra natural, se realizaron 3 trincheras (T-01, T-02 y T-03) a 0.40 m de profundidad para la toma de muestras naturales que sirvieron para determinar la zona que más se acomode al tipo de suelo propuesto en la investigación presente.

Con la granulometría se determinó que la muestra natural de la trinchera T-01 fue la que presentó un suelo del tipo arcilloso CL, según SUCS, y del tipo A-6, según AASHTO; por lo que en función de esta muestra se hizo las demás muestras experimentales con dosificaciones de 1.5, 3 y 6 % de adición de PET al ser el tipo de suelo a analizar según lo planteado inicialmente. De los porcentajes de todas las muestras que pasan por sus respectivos tamices, se ve la predominancia de finos en todas las muestras analizadas (>50% pasa la malla N°200). Respecto a los límites de consistencia, se encontraron valores de limite liquido en la muestra natural, así como en las adicionadas con un porcentaje menor al 50%;). Teniendo en cuenta los datos de límites de consistencia, los resultados arrojan valores de limites líquidos en la muestra natural, así como los adicionados son menores al 50%, además los resultados de índices de plasticidad calculados en función de los limites líquidos y plásticos, se encuentran entre el 7% y 20% respectivamente, debido a esto se puede determinar que la presente investigación está trabajando con suelos arcillosos de baja a mediana plasticidad.

Como resultados del ensayo de proctor modificado se obtuvo una MDS de la muestra natural de 1.938 gr/cm³, mientras que las muestras con incorporación de 1.50%, 3.00% y 6.00% de PET obtuvieron una MDS de 1.876 gr/cm³, 1.876 gr/cm³ y 1.823 gr/cm³ respectivamente, por lo que se puede deducir que al incorporar PET la máxima densidad seca disminuye. Respecto al optimo contenido de humedad, se determinó que la muestra natural tiene un OCH de 13.13%, mientras que la incorporación de 1.50%, 3.00% y 6.00%

de PET en la muestra natural dio un 12.24%, 13.30% y 13.78% de OCH respectivamente. Por lo que a mayor incorporación de PET mayor el porcentaje con el que se alcanza un óptimo contenido de humedad. En relación al CBR, se pudo determinar que con las dosificaciones de plásticos PET, dicha resistencia del suelo aumentó hasta la proporción del 3%, pero que con la del 6% hubo una baja considerable incluso resultando menor a lo obtenido inicialmente con la muestra natural de la T-01.

Con relación a la dosificación más óptima según los resultados obtenidos, se consiguió establecer que con las adiciones de 3.00% de plástico PET es donde se encuentran resultados mejores dado que aumentó el CBR a 0.1” al 95.0% de la máxima densidad seca; por el hecho de que aumentó de 3.83% (muestra patrón o natural) hasta 4.65% (con adición del 3.00% de PET), lo cual equivale a un incremento 0.82% en el valor del CBR. No obstante, se debe considerar que con las adiciones realizadas el CBR aún sigue bajo la categoría de insuficiente o pobre al encontrarse menor al 6.00% según la normativa.

6.2. Recomendaciones

Realizar investigaciones para determinar la influencia del polietileno tereftalato (PET) en el CBR de la subrasante de otros tipos de suelo. Así mismo determinar si esta incorporación influye en las propiedades físicas y mecánicas de los mismos.

Definir las dosificaciones, a través de una correcta recopilación de antecedentes nacionales e internacionales; principalmente de artículos científicos o tesis que cuenten con un buen sustento teórico en el mismo tipo de suelo que se ha analizado con la presente investigación.

Para realizar el ensayo de límite líquido se debe utilizar una balanza y una copa de Casagrande en condiciones perfectas. Asimismo, para el ensayo de límite plástico, la muestra no debe encontrarse en un ambiente que presente humedad poniendo como ejemplo el aire acondicionado prendido en las instalaciones del laboratorio.

Para el ensayo de proctor modificado, el instrumento que se utiliza para compactar los materiales (pisón), debe localizarse a una distancia idónea siguiendo lo que dice la normativa para que se lleve a cabo adecuadamente el ensayo. De igual forma, para el ensayo de CBR, tomar en consideración el adecuado procedimiento y las repeticiones necesarias para conseguir resultados más reales e idóneos.

Realizar más pruebas con otras dosificaciones de PET, entre el 3 y el 6% principalmente, para certificar con cual se puede llegar a superar el 6% que indica la normativa y a partir de qué punto exacto comienza a verse afectada dicha resistencia para decrecer o disminuir.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alianza Global para Alternativas a la Incineración [GAIA]. (2021). *La Basura Plástica Llegó a América Latina: tendencias y retos en la región*. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/La-basura-pla%CC%81stica-llego%CC%81-a-Ame%CC%81rica-Latina.pdf>
- Badillo, J., & Rodriguez, R. (2011). *Fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Limusa.
- Bañón, L., & Bevia, J. F. (2010). *Manual de Carreteras 2*.
- Braja, M. (2001). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (4 ed.). Santa Fe: Cengage Learning Editores.
- Bustamante, R. (2021). *Estabilización de un suelo arcilloso para carreteras no pavimentadas incorporando PET en 2%, 4% y 6%* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/29254>
- Capia, C. (2020). *Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana Unión]. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3156>
- Carbajal, A., & Garzon, R. E. (2019). *Evaluación de la Resistencia de un Suelo areno arcilloso con refuerzos de Fibras PET* [Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6482>
- Cedrón, J., Landa, V., & Robles, J. (2011). *Pontificia Universidad Catolica del Perú*. <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/82-polimeros.html>
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (5ta ed.). México: Limusa.
- Cubas, J., & Manay, L. (2021). *Mejoramiento de subrasante para pavimento industrial de tránsito pesado utilizando escoria metálica, en estacionamiento vehicular avenida Circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71303>
- Cuellar, D., & Vega, G. (2020). *Estabilización de subrasante de suelos inadecuados con geosintético producido de botellas plásticas recicladas* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/267>
- Cuipal, B. (2018). *Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera de Chachapoyas - Huancas, Amazonas, 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25124>
- Dhaka, V., Singh, S., Anil, A., Kumar, T. S., Garg, S., Manoj, J., Singh, J. (2022). Occurrence, toxicity and remediation of polyethylene terephthalate plastics. A

review. *Environmental Chemistry Letters*, 1(1).
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10311-021-01384-8#citeas>

- Díaz, K., & Torres, R. (2019). *Incorporación de Partículas de Caucho de Neumáticos para Mejorar las Propiedades Mecánicas en Suelos Arcillosos* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/236>
- Enriquez, J. (2021). *Aplicación del Tereftalato de Polietileno como Estabilizador de Suelo para Subrasante* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes]. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/3064>
- Estela, N., & Siesquén, J. (2020). *Análisis de la resistencia al corte y la disminución de la permeabilidad en suelos aplicando polietileno de alta densidad con fines de edificaciones en la urbanización los Sauces II etapa – Pimentel* [Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/7469>
- Galvez, P., & Santoyo, J. (2019). *Estabilización de Suelos Cohesivos a Nivel de Subrasante con Ceniza de Cáscara de Arroz, Carretera Yanuyacu Bajo – Señor Cautivo* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/232>
- Ghosal, K., & Nayak, C. (2022). Recent advances in chemical recycling of polyethylene terephthalate waste into value added products for sustainable coating solutions – hope vs. hype. *The Royal Society of Chemistry*, 3(1), 1974-1992. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2022/ma/d1ma01112j>
- Gobierno Regional de Cajamarca [GRC]. (2019). *Gobierno Regional de Cajamarca*. [https://portal.regioncajamarca.gob.pe/noticias/regi-n-cajamarca-produce-390-toneladas-de-basura-por-d#:~:text=Al%20d%C3%ADa%2C%20en%20la%20regi%C3%B3n,\(SIGERSOL%202017\).](https://portal.regioncajamarca.gob.pe/noticias/regi-n-cajamarca-produce-390-toneladas-de-basura-por-d#:~:text=Al%20d%C3%ADa%2C%20en%20la%20regi%C3%B3n,(SIGERSOL%202017).)
- Hari, C., Harish, K., Deepika, M., Kondal, R., & Suresh, B. (2018). Experimental Study On Soil Stabilization By Using Waste Plastic Material. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, 6(2), 192-200.
- INACAL. (2021). Norma Técnica Peruana 400.012. *AGREGADOS. Granulometría del agregados fino, grueso y global*. Lima. <https://bit.ly/3PovBsU>
- Kohon, J. (2018). *La Infraestructura en el Desarrollo Integral de América Latina*. Bogotá: CAF.
- Kraemer, C., Pardillo, J., Rocci, S., Romana, M., Sanchez, V., & Val, M. (2004). *Ingeniería de Carreteras Vol 2*. España: ADRIZAR.
- López, T., Bosco, J., Horta, J., Coronado, A., & Castaño, V. (2015). Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. *Revista Iberoamericana de*

- Polímeros*, 11(3), 156-168. <https://reviberpol.files.wordpress.com/2019/07/2010-lopez.pdf>
- Lugeiyamu, L., Kunlin, A., Mensahn, E. S., & Faraz, A. (2021). Utilization of waste polyethylene terephthalate (PET) as partial replacement of bitumen in stone mastic asphalt. *Construction and Building Materials*, 309(1). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821029202>
- Mashaan, N., Chegenizadeh, A., & Nikraz, H. (2021). Laboratory Properties of Waste PET Plastic-Modified Asphalt Mixes. *Recycling*, 1-10. <https://www.mdpi.com/2313-4321/6/3/49>
- Mayee, K., Gawande, V., Humane, C., & Borkar, R. (2020). Soil Stabilization Using Plastic Waste. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, 8(8), 3414-3418.
- Menendez, J. (2009). *Ingeniería de Pavimentos: Materiales, diseño y conservación*. Lima: ICG.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras "Suelos, geología y pavimentos" sección suelos y pavimentos*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2020). *Ministerio del Ambiente*. <https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/#:~:text=Cifras%20del%20Per%C3%BA&text=A1%20a%C3%B1o%20se%20suman%20cerca,dichos%20residuos%20a%20nivel%20nacional>.
- Muelas, A. (2001). *Manual de Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Editor Independiente.
- Municipalidad Provincial de Jaén. (2018). *Plan Vial Provincial*. Jaén.
- Ormeño, E., & Rivas, N. (2020). *Estudio experimental para determinar la influencia de la aplicación de Cenizas de Cáscara de Arroz (RHA) en la estabilización de una subrasante de suelo arcilloso de baja plasticidad en Chota- Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias]. <http://hdl.handle.net/10757/653974>
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2018). *Norma CE.020: Estabilización de suelos y taludes*. Lima.
- Roadtec. (2019). *Roadtec.com*. http://roadtec.com.uy/wp-content/uploads/2018/10/tabla_clasificacion_suelos.pdf
- Rojas, J. (2021). *Influencia de ceniza de caña en la subrasante de la trocha carrozable del centro poblado San Antonio, Cajamarca – 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85763>

- Rosa envases S.A. (2022). *Rosa envases S.A.* <https://rosaenvases.com/blog/como-reciclar-envases-plastico-pet/>
- Sai, M., & Venkata, D. (2019). Soil Stabilization By Using Plastic Waste Granules Materials. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 21(4), 42-51.
- Sistema Nacional de Informática Ambiental [SINIA]. (2021). *Reporte Estadístico Departamental*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/cajamarca-reporte-estadistico-departamental-agosto-2021>
- Soong, Y. H., Sobkowicz, M. J., & Xie, D. (2022). Recent Advances in Biological Recycling of Polyethylene Terephthalate (PET) Plastic Wastes. *Bioengineering*, 9(98), 1-27. <https://www.mdpi.com/2306-5354/9/3/98>
- Taboada, M. (2017). *Metodología de la Investigación Científica* (1era Edición ed.). Trujillo: Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo (EDUNT). <https://isbn.cloud/9789972213328/metodologia-de-la-investigacion-cientifica/>
- Tenorio, L., & Zegarra, J. (2021). *Estabilización de suelos cohesivos mediante evaluación técnico económica de aglomerantes naturales, carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74920>
- Velásquez, C. (2018). *Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2534>
- Vilchez, A. (2019). *Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén- Cajamarca, 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48455>
- Wasim, R., & Suhail, B. (2021). Use of Plastic as Soil Stabilizer. *International Journal of Research in Engineering and Science (IJRES)*, 9(1), 81-88.
- Xu, X., Chu, Y., Luo, Y., Wu, Q., Chen, X., & Shu, S. (2022). Value-Added Use of Waste PET in Rubberized Asphalt Materials for Sustainable Pavement. *Applied sciences*, 12(871), 1-17. <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/2/871>
- Zenteno, S. (2018). *Efecto de la estabilización de suelos finos con tereftalato de polietileno con material de refuerzo en la estructura de pavimentos flexibles del distrito de Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8150>

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a **Dios** por darnos fortaleza, valentía y por habernos guiado por el camino correcto para poder desarrollar nuestra de Investigación, el cual nos permitirá obtener el Título de Ingeniero Civil y ejercer nuestra profesión en beneficio de la sociedad.

Nuestro agradecimiento profundo con nuestra casa superior de estudios la **Universidad Nacional de Jaén**, por habernos brindado una educación de buena calidad durante los 5 años de nuestra formación académica.

Al **Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca** por asesorarnos con su capacidad y conocimientos durante el desarrollo de nuestro Proyecto de Tesis, mostrando su total compromiso para con nosotros, guiándonos durante el desarrollo de nuestra tesis y ayudándonos a resolver nuestras dudas y consultas en los momentos oportunos.

Al **Sr. Juanito Soberón Herrera**, Técnico Laboratorista del Laboratorio de Mecánica de Suelos – MAGMA S.AC. por habernos apoyado con sus conocimientos y experiencia durante la realización de los ensayos de laboratorio, los cuales fueron indispensables para alcanzar los objetivos de nuestro Proyecto de Tesis.

DEDICATORIA

Este logro profesional va dedicado a toda mi familia, en especial a mi madre Elena Yajahuanca Santa Cruz, a mis hermanos Dali Elena, Milagros Victoria y Yorvin, por ese apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación académica, dándome fuerzas en los momentos más complicados de mi vida cotidiana y académica, y por creer siempre que podría alcanzar este logro tan importante para nuestra familia. Este triunfo profesional también va dedicado a mi abuelo José Salomé Yajahuanca Pérez, quien ya no está con nosotros pero que desde el cielo siempre ilumina mi camino.

ROWEL

Este logro profesional va dedicado a toda mi familia, en especial a mi abuelo quien en vida fue José Santos Guevara Lozano quien me enseñó los valores que me ayudaron a crecer como persona y a obrar siempre por el bien del prójimo; a mis padres María Consuelo y Clider Rosemir, por ese apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación académica; a mis hermanos Jahan Kenny y Antony Jhoel, por creer siempre que podría alcanzar este logro tan importante para nuestra familia y a mi hermana Katerin Lorena, quien ya no está con nosotros pero que desde el cielo siempre ilumina mi camino. Este logro también va dedicado a mis amigos y a esa persona especial que estuvo siempre conmigo en esta travesía con altibajos que me condujo hasta aquí.

ANDY ALEXIS

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia de la Tesis

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÒTESIS	VARIABLES DE ESTUDIO	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál será la influencia del polietileno tereftalato (PET) en el CBR de subrasantes tipo A-6 en la vía Mochenta-San Nicolás, Jaén - 2022?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la influencia del polietileno tereftalato (PET) en el CBR de la subrasante tipo A-6 en la vía Mochenta-San Nicolás, Jaén - 2022.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>La influencia del polietileno tereftalato (PET) tendrá un mejoramiento del 3% en el CBR de subrasantes tipo A-6, en la vía Mochenta-San Nicolás en la provincia de Jaén.</p>	<p>1.1. VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Polietileno tereftalato (PET).</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Porcentaje de incorporación</p> <p>Indicadores:</p> <p>1.5, 3 y 6%.</p>	<p>ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.</p> <p>Cuantitativo.</p> <p>ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>Experimental.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>La población de estudio está conformada por la vía Mochenta-San Nicolás.</p> <p>La muestra de estudio está conformada por el tramo km 0+00 al km 2+00</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>P.E.1. ¿Cuáles son los porcentajes de incorporación de polietileno tereftalato (PET) que pueden aplicarse a la subrasante tipo A-6 de la vía Mochenta-San Nicolás?</p> <p>P.E.2. ¿De qué manera mejora la incorporación de polietileno tereftalato (PET) las propiedades físicas del suelo a nivel de la subrasante tipo A-6 en la vía Mochenta-San Nicolás?</p> <p>P.E.3. ¿De qué manera mejora la incorporación de polietileno tereftalato (PET) las propiedades mecánicas del suelo a nivel de la subrasante tipo A-6 en la vía Mochenta-San Nicolás?</p> <p>P.E.4. ¿Cuál es la dosificación óptima de polietileno tereftalato (PET) a emplear en la subrasante tipo A-6 en la vía Mochenta- San Nicolás?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>O.E.1. Determinar los porcentajes de incorporación de polietileno tereftalato (PET) que puedan aplicarse a la subrasante tipo A-6 de la vía Mochenta-San Nicolás.</p> <p>O.E.2. Determinar la influencia de la incorporación de polietileno tereftalato (PET) en las propiedades físicas del suelo a nivel de subrasante en la vía Mochenta- San Nicolás.</p> <p>O.E.3. Determinar la influencia de la incorporación de polietileno tereftalato (PET) en las propiedades mecánicas del suelo a nivel de subrasante en la vía Mochenta- San Nicolás.</p> <p>O.E.4. Definir la dosificación óptima de polietileno tereftalato (PET) a emplear en la subrasante tipo A-6 en la vía Mochenta- San Nicolás.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</p> <p>H.1. Los porcentajes de incorporación de polietileno tereftalato (PET) que pueden aplicarse son de 1.5, 3 y 6%.</p> <p>H.2. La influencia del polietileno tereftalato (PET) mejora de manera satisfactoria el índice de plasticidad y el contenido de humedad del suelo a nivel de la subrasante.</p> <p>H.3. La influencia del polietileno tereftalato (PET) mejora de manera satisfactoria el porcentaje de CBR del suelo a nivel de la subrasante.</p> <p>H.4. La dosificación óptima de polietileno tereftalato (PET) a emplear en la subrasante tipo A-6 en la vía Mochenta- San Nicolás será del 6%.</p>	<p>1.2. VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>CBR de subrasantes tipo A-6.</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Propiedades físicas del suelo</p> <p>Propiedades mecánicas del suelo</p> <p>Indicadores:</p> <p>Granulometría</p> <p>Contenido de Humedad</p> <p>Límite Líquido</p> <p>Límite Plástico</p> <p>Proctor Modificado</p> <p>Resistencia del suelo - CBR</p>	<p>TÉCNICA E INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Observación: Guía de observación.</p> <p>Análisis documental: Informes técnicos / investigación y fichas técnicas de los ensayos normados.</p>

Nota: Elaboración propia (2022).

Anexo 02. Fichas de observación y análisis documental.

- Ficha a fin de efectuar el registro de humedad del suelo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)						
TESISTAS						
TESIS						
UBICACIÓN			TCO. RESPONSABLE:			
MUESTRA			ING. RESPONSABLE:			
MATERIAL			FECHA MUESTREO:			
PK/CAL/ MSTR.		PROF.:		FECHA EJECUCIÓN:		
DATOS DE LA MUESTRA						
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :						
ENSAYO N°						
Recipiente N°						
Tara (gr)						
Tara + muestra húmeda (gr)						
Tara + muestra seca (gr)						
Peso del agua contenida (gr)						
Peso de la muestra seca (gr)						
Contenido de Humedad (%)						
Contenido de Humedad Promedio (%)						
OBSERVACIONES:						
.....						

Nota. Elaboración propia (2022).

- Ficha para el registro de granulométrico por tamizado.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422)							
TESISTAS							
TESIS UBICACIÓN MUESTRA MATERIAL PK/CAL/MSTR.						TCO. RESPONSABLE: ING. RESPONSABLE: FECHA MUESTREO: FECHA EJECUCIÓN:	
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica #REF!	Descripción de la Muestra
			Parcial	Acumulado			
4"	101.600				100.00		
3 1/2"	88.900				100.00		
3"	76.200				100.00		
CARACTERÍSTICAS							
2 1/2"	63.500				100.00		% Grava = %
2"	50.800				100.00	1000	% Arena = %
1 1/2"	38.100				100.00	1000 1000	% Fino N°200 = %
1"	25.400				100.00		
CLASIFICACION							
3/4"	19.050				100.00	65 1000	Límite Líquido :
1/2"	12.700				100.00		Límite Plástico :
3/8"	9.525				100.00	45 1000	Índice de Plasticidad :
1/4"	6.350				100.00		CLASIFICACION AASHTO :
No. 4	4.750				100.00	50 1000	
No. 8	2.360				100.00		CLASIFICACION SUCS :
No. 10	2.000				100.00	50 1000	
No. 16	1.190				100.00		
No. 20	0.834				100.00		
No. 30	0.600				100.00		
No. 40	0.420				100.00	45 1000	
No. 50	0.300				100.00		
PESO DEL MATERIAL							
No. 80	0.177				100.00		Peso Inicial (gr) :
No. 100	0.149				100.00		Peso de (Pasado al Tamiz No. 100) :
No. 200	0.075				100.00	45 1000	
-200							

CURVA GRANULOMETRICA

OBSERVACIONES:

Nota. Propia del autor.

- Ficha para el registro de Limite Plástico al igual que del Líquido.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
LIMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)					
TESISTAS					
TESIS					
UBICACIÓN			TCO. RESPONSABLE:		
MUESTRA			ING. RESPONSABLE:		
MATERIAL			FECHA MUESTREO:		
PK/CAL/ MSTR.		PROF.:		FECHA EJECUCIÓN:	
DATOS DE LA MUESTRA					
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID				
TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
TARA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES					
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID				EJEMPLO
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)				
TARA + SUELO SECO	(g.)				
TARA	(g.)				
PESO DEL AGUA	(g.)				
PESO DEL SUELO SECO	(g.)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		0.00		0.00
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LIMITE LIQUIDO (%)					
LIMITE PLASTICO (%)					
INDICE DE PLASTICIDAD (%)					
OBSERVACIONES:					

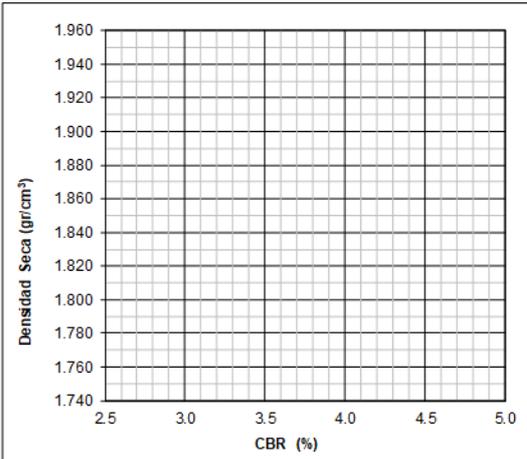
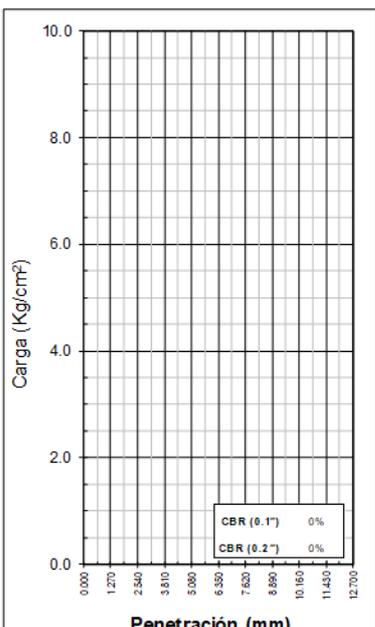
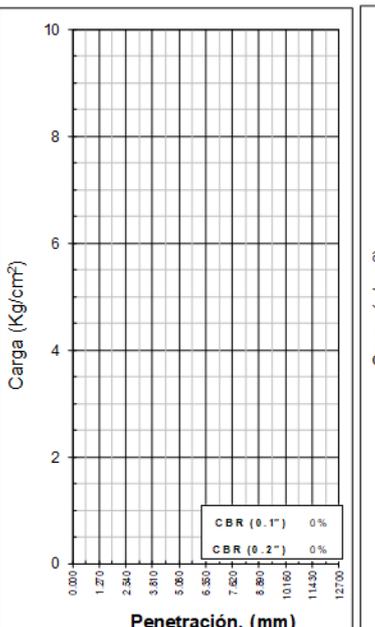
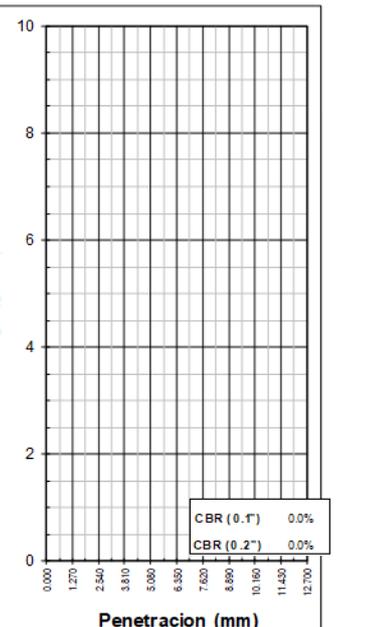
Nota. Elaboración propia.

- Ficha para el registro de Proctor.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTAS	0						
	0						
TESIS	0						
UBICACIÓN	0						
MUESTRA	0						
MATERIAL							
PK/CAL/ MSTR		PROF.:					
						TCO. RESPONSABLE:	
						ING. RESPONSABLE:	
						FECHA MUESTREO:	
						FECHA EJECUCIÓN:	
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°		1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.						
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.						
Peso Volumetrico Humedo	gr.						
Recipiente Numero							
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.						
Peso Suelo Seco + Tara	gr.						
Tara	gr.						
Peso del agua	gr.						
Peso del Suelo Seco	gr.						
Contenido de agua	%						
Densidad Seca del Suelo	gr/cc						
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		(gr/cm3)		Humedad óptima			
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							
OBSERVACIONES:							

Nota. Elaboración propia (2022).

- Ficha para el registro de CBR.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																																								
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883)																																								
TESISTAS TESIS UBICACIÓN MUESTRA MATERIAL PK/CAL/ MST10	TCO. RESPONSABLE: ING. RESPONSABLE: FECHA MUESTREO: FECHA EJECUCIÓN:																																							
PROF.: 0.00 - 0.40m																																								
DATOS DE LA MUESTRA																																								
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																																								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">METODO DE COMPACTACION</td> <td style="padding: 2px;">:</td> <td style="padding: 2px;">AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td style="padding: 2px;">:</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td style="padding: 2px;">:</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td style="padding: 2px;">:</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td style="padding: 2px;">=</td> <td style="padding: 2px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td style="padding: 2px;">=</td> <td style="padding: 2px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td style="padding: 2px;">=</td> <td style="padding: 2px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td style="padding: 2px;">=</td> <td style="padding: 2px;">%</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">OBSERVACIONES:</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;"> </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;"> </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;"> </td> </tr> </table>	METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:		OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:		95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:		RESULTADOS:			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"	=	%	OBSERVACIONES:											
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T-180																																						
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:																																							
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:																																							
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:																																							
RESULTADOS:																																								
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"	=	%																																						
OBSERVACIONES:																																								
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																																						
																																								
OBSERVACIONES: 0																																								

Nota. Elaboración propia (2022).

Anexo 03. Resultados de ensayo de Laboratorio.



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

**TESIS : "INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR
DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022"
DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA**

TESISTA:

- ❖ ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ
- ❖ ROWEL MORA YAJAHUANCA

ELABORADO POR:

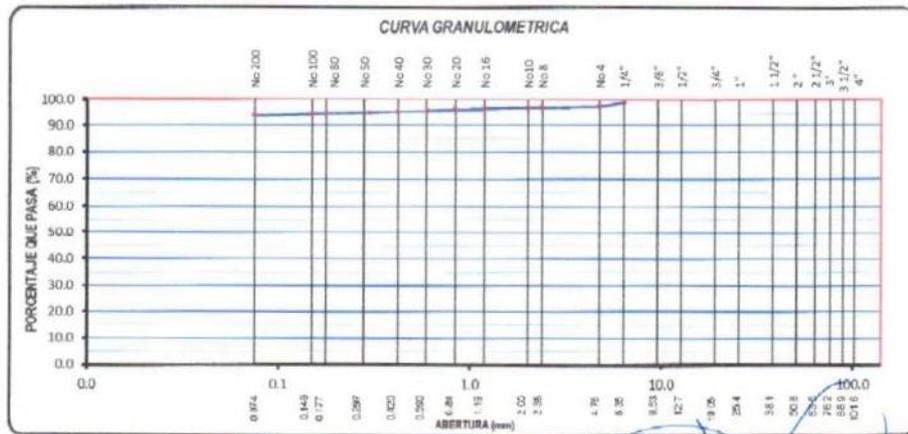


JAEN, SETIEMBRE DEL 2022

Material Natural

T-01 – M-01

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422)							
TESISTAS	ANDY ALEXIS GUEVARA CHAVEZ ROWEL MORA YAJAHUANCA						
TESIS	INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CDR DE SUBRASANTES TIPO A-B EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022						
UBICACIÓN	DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA					TCO. RESPONSABLE:	J. Soberton H.
MUESTRA	TRINCHERA					ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.
MATERIAL	NATURAL					FECHA MUESTREO:	23/09/2022
PROCAL MSTR.	1-01 M 01					FECHA EJECUCIÓN:	27/09/2022
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica Terreno Natural	Descripción de la Muestra
			Parcial	Acumulado			
4"	101.600						Terreno Natural
3 1/2"	89.900						CARACTERÍSTICAS % Grava = 2.48 % % Arena = 3.69 % % Fino N°200 = 93.83 %
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525				100.00		
1/4"	6.350	9.2	1.13	1.13	98.87		
No. 4	4.760	10.99	1.35	2.48	97.52		CLASIFICACION AASHTO : A-6
No. 8	2.360	3.45	0.42	2.90	97.10		
No. 10	2.000	0.05	0.11	3.01	96.99		
No. 16	1.190	2.93	0.36	3.37	96.63		
No. 20	0.834	2.70	0.33	3.70	96.30		
No. 30	0.600	3.17	0.39	4.09	95.91		
No. 40	0.420	3.41	0.42	4.51	95.49		
No. 50	0.300	3.82	0.43	4.94	95.06		
No. 60	0.250	3.69	0.45	5.40	94.60		
No. 100	0.149	1.20	0.15	5.55	94.45		
No. 200	0.075	5.05	0.82	6.17	93.83		CLASIFICACION SUCS : CL
-200		772.04	94.96	100.00			
							PESO DEL MATERIAL
Peso Inicial (gr)							813.0



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
JANITO H. SOBORTON HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

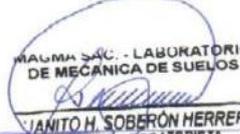
MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez T.
ING. RESPONSABLE (CP 30121)

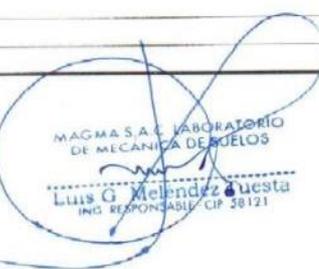
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)					
TESISTAS	ANDY ALEXIS GUEVARA CHAVEZ ROWEL MORA YAJAHUANCA				
TESIS	INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022				
UBICACIÓN	DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA	TRINCHERA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL	NATURAL			FECHA MUESTREO: 23-09-2022	
PK/CAL/ MSTR.	T-01 / M 01			FECHA EJECUCIÓN: 27-09-2022	
DATOS DE LA MUESTRA					
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	11	41	40	
TARA + SUELO HUMEDO	(g)	33.35	31.01	27.65	
TARA + SUELO SECO	(g)	26.72	25.43	23.06	
PESO DE AGUA	(g)	6.63	5.58	4.59	
TARA	(g)	8.91	9.00	8.88	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	17.81	15.53	13.17	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.23	35.93	34.85	
NUMERO DE GOLPES		18	24	30	
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	19			
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	18.79			
TARA + SUELO SECO	(g.)	17.26			
TARA	(g.)	9.67			
PESO DEL AGUA	(g)	1.53			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.59			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.16			
					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LIMITE LIQUIDO (%)	35.71				
LIMITE PLASTICO (%)	20.16				
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.56				
OBSERVACIONES:					

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
JANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
Luis G. Meléndez Turiso
ING. RESPONSABLE CIP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																												
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)																												
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA																											
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022																											
UBICACIÓN	: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA																											
MUESTRA	: TRINCHERA																											
MATERIAL	: NATURAL																											
PK/CALJ/ MSTR.	: T-01 / M 01																											
	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.																											
	ING RESPONSABLE: L. Meléndez T																											
	FECHA MUESTREO: 23/09/2022																											
	FECHA EJECUCIÓN: 27/09/2022																											
DATOS DE LA MUESTRA																												
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO N°</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>42</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>Tara (gr)</td> <td>31.26</td> <td>22.72</td> </tr> <tr> <td>Tara + muestra húmeda (gr)</td> <td>122.84</td> <td>104.39</td> </tr> <tr> <td>Tara + muestra seca (gr)</td> <td>118.54</td> <td>100.72</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td>4.30</td> <td>3.67</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>87.29</td> <td>78.00</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>4.93</td> <td>4.71</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td colspan="2">4.82</td> </tr> </tbody> </table>	ENSAYO N°	1	2	Recipiente N°	42	59	Tara (gr)	31.26	22.72	Tara + muestra húmeda (gr)	122.84	104.39	Tara + muestra seca (gr)	118.54	100.72	Peso del agua contenida (gr)	4.30	3.67	Peso de la muestra seca (gr)	87.29	78.00	Contenido de Humedad (%)	4.93	4.71	Contenido de Humedad Promedio (%)	4.82	
ENSAYO N°	1	2																										
Recipiente N°	42	59																										
Tara (gr)	31.26	22.72																										
Tara + muestra húmeda (gr)	122.84	104.39																										
Tara + muestra seca (gr)	118.54	100.72																										
Peso del agua contenida (gr)	4.30	3.67																										
Peso de la muestra seca (gr)	87.29	78.00																										
Contenido de Humedad (%)	4.93	4.71																										
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.82																											
OBSERVACIONES:																												

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JANITO H. SOBERÓN HERRER
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
 ING RESPONSABLE CIP 38121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 118 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ					
TESIS		: ROWEL MORA YAJAHUANCA					
UBICACIÓN		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022					
MUESTRA		: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.		
MATERIAL		: TRINCHERA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.		
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01			FECHA MUESTREO: 23/09/2022		
					FECHA EJECUCIÓN: 28/09/2022		
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	59Glp.
ENSAYOS N°		1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.	5,694	5,768	5,840	5,823		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,886	1,960	2,032	2,015		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,030	2,110	2,187	2,169		
Recipiente Numero		5	1	4	3		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	90.46	89.45	90.27	85.08		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	84.86	82.34	82.11	76.52		
Tara	gr.	18.83	17.63	18.82	18.98		
Peso del agua	gr.	5.80	7.11	8.16	8.56		
Peso del Suelo Seco	gr.	65.83	64.71	63.29	57.54		
Contenido de agua	%	8.81	10.99	12.89	14.88		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc.	1.888	1.901	1.937	1.888		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		1.938	(gr/cm3)	Humedad óptima		13.13	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							
<p>The graph plots Dry Density (gr/cc) on the y-axis (ranging from 1.860 to 1.950) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 8.0 to 16.0). A blue curve shows the relationship, with a peak at 13.13% moisture content and 1.938 gr/cc dry density. A vertical dashed red line marks the peak, and a horizontal dashed red line indicates the maximum dry density. Four data points are plotted: (9.0, 1.866), (11.0, 1.900), (13.13, 1.938), and (15.0, 1.888).</p>							

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTAS		ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ ROWEL MORA YAJAHUANCA													
TESIS		INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022													
UBICACIÓN		DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA										TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.			
MUESTRA		TRINCHERA										ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
MATERIAL		NATURAL										FECHA MUESTREO: 23/09/2022			
PK/CAL/MSTR.		T-01/M 01										FECHA EJECUCIÓN: 30/09/2022			
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	1			7			13								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9656.00		9802.00		8619.00		8820.00		9131.00		9411.00				
Peso de molde (g)	5022.00		5022.00		4202.00		4202.00		4904.00		4964.00				
Peso del suelo húmedo (g)	4634.00		4780.00		4417.00		4618.00		4187.00		4447.00				
Volumen del molde (cm ³)	2123.06		2123.06		2086.79		2086.79		2086.78		2086.78				
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.193		2.251		2.117		2.175		1.997		2.131				
Tara (N°)	2		53		11		56		12		59				
Peso suelo húmedo + tara (g)	85.27		137.64		90.69		132.94		81.74		161.37				
Peso suelo seco + tara (g)	77.62		116.11		82.58		111.56		74.30		133.28				
Tara (g)	18.42		21.75		19.36		21.88		15.93		22.72				
Peso de agua (g)	7.65		21.53		8.10		21.38		7.44		28.09				
Peso de suelo seco (g)	59.20		94.36		63.23		89.68		58.37		110.56				
Contenido de humedad (%)	12.92		22.82		12.81		23.84		12.75		25.41				
Densidad seca (g/cm ³)	1.933		1.833		1.076		1.787		1.771		1.699				
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
30/09/22	15:30	0	8.97	0.000	0.000	7.34	0.000	0.000	7.02	0.000	0.000				
01/10/22	15:30	24	9.55	2.580	2.218	10.03	2.090	2.313	10.81	3.750	3.250				
02/10/22	15:30	48	10.75	3.780	3.250	12.32	4.980	4.282	12.01	4.990	4.291				
03/10/22	15:30	72	11.51	4.540	3.904	12.60	5.260	4.523	12.18	5.160	4.437				
04/10/22	15:30	96	12.12	5.150	4.428	12.71	5.370	4.617	12.21	5.190	4.463				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-07		MOLDE N°		M-13	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION					
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		19.4	1.0			17.3	0.9			12.2	0.6			
1.270	0.050		34.7	1.8			32.6	1.7			23.6	1.2			
1.905	0.075		47.9	2.4			46.9	2.4			33.7	1.7			
2.540	0.100	70.31	59.1	3.0	-	4.3	58.1	2.9	-	4.1	41.8	2.1	-	3.0	
3.810	0.150		79.6	4.1			74.4	3.8			58.1	3.0			
5.080	0.200	105.46	96.9	4.9	-	4.7	85.7	4.4	-	4.1	68.3	3.0	-	3.3	
6.350	0.250		112.2	5.7			96.9	4.9			77.6	3.9			
7.620	0.300		126.4	6.4			106.1	5.4			85.7	4.4			
10.160	0.400		138.7	7.1			124.4	6.3			96.9	4.9			
12.700	0.500		172.3	8.8			144.8	7.4			107.1	5.5			
OBSERVACIONES:															

MAGMA SAC. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JANIO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

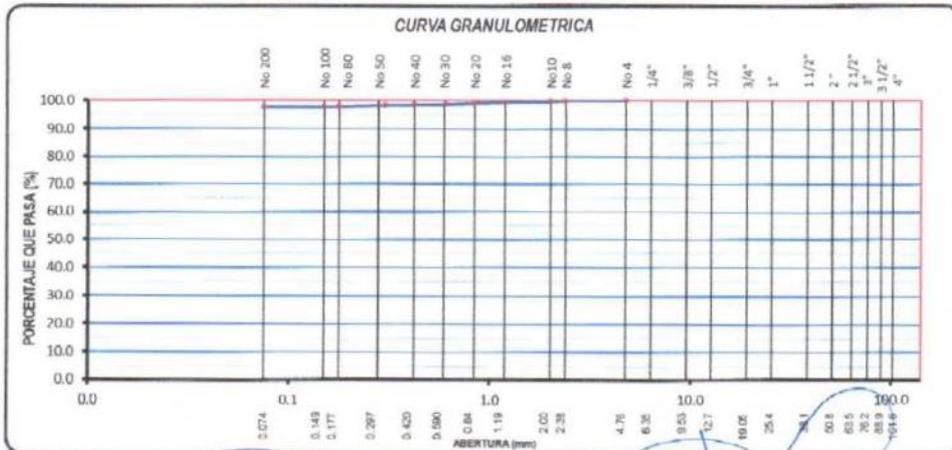
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CBR 38104

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																	
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR																	
(MTC E-132 / ASTM D-1883)																	
TESISTAS	ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ ROWEL MORA YAJAHUANCA																
TESIS	INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-B EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLÁS, JAÉN - 2022																
UBICACIÓN	DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA																
MUESTRA	TRINCHERA																
MATERIAL	NATURAL																
PK/CAL/MSTR.	T-01/M 01																
TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H																	
ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.																	
FECHA MUESTREO: 23/09/2022																	
FECHA EJECUCIÓN: 04/10/2022																	
DATOS DE LA MUESTRA																	
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																	
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.938</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 13.13</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.841</td> </tr> </table>	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.938	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.13	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.841								
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180																
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.938																
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.13																
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.841																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td style="text-align: right;">= 4.29 %</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;">= 3.83 %</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;">= 4.68 %</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;">= 3.92 %</td> </tr> <tr> <td colspan="2">OBSERVACIONES:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="height: 20px;"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="height: 20px;"> </td> </tr> </table>		RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 4.29 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 3.83 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 4.68 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 3.92 %	OBSERVACIONES:					
RESULTADOS:																	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 4.29 %																
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 3.83 %																
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 4.68 %																
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 3.92 %																
OBSERVACIONES:																	
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES															
OBSERVACIONES:																	

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
Luis G. Meléndez T.
ING. RESPONSABLE C.P. 5831

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422)							
TESTISTAS	ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ ROWEL MORA YAJAHUJANCA			TCO RESPONSABLE: J. Soberón H. ING RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
TEMA	INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-B EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLÁS, JAÉN - 2022			FECHA MUESTREO: 23/09/2022			
UBICACIÓN	DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA			FECHA EJECUCIÓN: 27/09/2022			
MUESTRA	TRINCHERA						
MATERIAL	NATURAL						
PROCAL/MSTR.	T-02/M 02						
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica Terreno Natural	Descripción de la Muestra
			Parcial	Acumulado			
4"	101.600						Terreno Natural
3 1/2"	88.900						
3"	76.200						CARACTERÍSTICAS
2 1/2"	63.500						% Grava = %
2"	50.800						% Arena = 2.37 %
1 1/2"	38.100						% Fino N°200 = 97.63 %
1"	25.400						CLASIFICACION
3/4"	19.050						Límite Líquido : 43.62
1/2"	12.700						Límite Plástico : 29.13
3/8"	9.525						Índice de Plasticidad : 18.39
1/4"	6.350						CLASIFICACION AASHTO : A-7-6
No. 4	4.760				100.00		
No. 8	2.380	1.69	0.17	0.17	99.83		CLASIFICACION SUCS : OL
No. 10	2.000	1.48	0.15	0.32	99.68		
No. 16	1.190	3.06	0.31	0.62	99.38		
No. 20	0.834	2.39	0.24	0.86	99.14		Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
No. 30	0.600	4.71	0.47	1.33	98.67		
No. 40	0.420	2.51	0.25	1.58	98.42		
No. 50	0.300	1.73	0.17	1.76	98.24		PESO DEL MATERIAL
No. 80	0.177	4.17	0.42	2.17	97.83		Peso Inicial (gr) : 1000
No. 100	0.149	1.19	0.12	2.29	97.71		
No. 200	0.075	0.81	0.06	2.37	97.63		
-200		976.26	97.63	100.00			



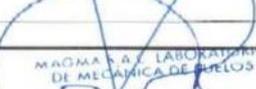
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ANDY A. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LUIS G. MELÉNDEZ T.
INGENIERO RESPONSABLE DEL SERVICIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)					
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ				
	: ROWEL MORA YAJAHUANCA				
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022				
UBICACIÓN	: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA	: TRINCHERA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL	: NATURAL			FECHA MUESTREO: 23-09-2022	
PK/CAL/ MSTR.	: T-02 / M 02			FECHA EJECUCIÓN: 27-09-2022	
DATOS DE LA MUESTRA					
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	11	41	40	
TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.58	32.06	28.48	
TARA + SUELO SECO	(g)	27.30	25.01	22.64	
PESO DE AGUA	(g)	8.29	7.05	5.84	
TARA	(g)	9.91	8.90	8.89	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.39	16.11	13.75	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	45.07	43.76	42.47	
NUMERO DE GOLPES		19	24	30	
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	19			
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	19.07			
TARA + SUELO SECO	(g.)	17.63			
TARA	(g.)	9.67			
PESO DEL AGUA	(g.)	2.24			
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.96			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.13			
					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LIMITE LIQUIDO (%)	43.52				
LIMITE PLASTICO (%)	28.13				
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.39				
OBSERVACIONES:					

MAGMA SAC, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

J. SOBERÓN HERRER
 TÉCNICO LABORATORISTA

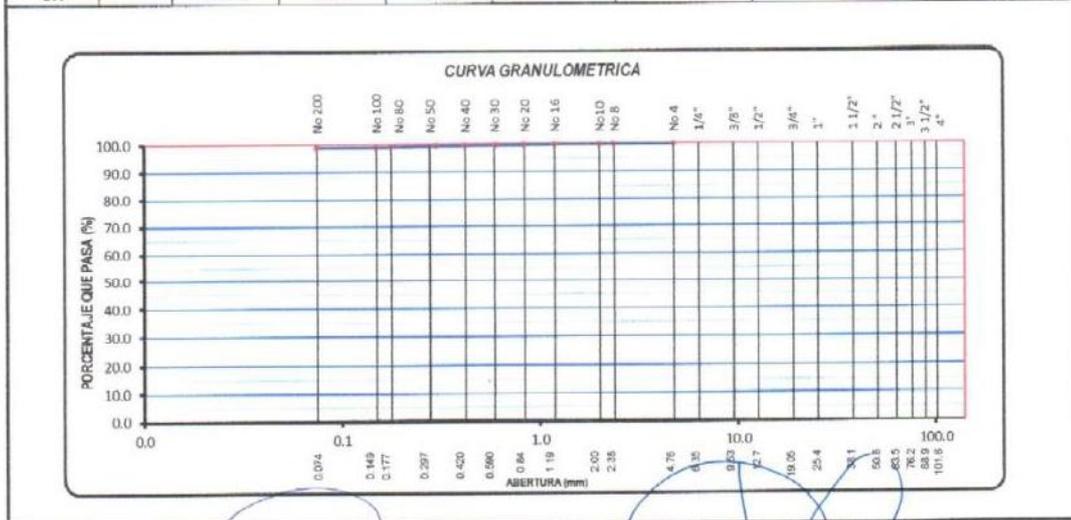
MAGMA SAC, LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuent
 ING. RESPONSABLE - CIP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																												
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)																												
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA																											
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022																											
UBICACIÓN	: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA																											
MUESTRA	: TRINCHERA																											
MATERIAL	: NATURAL																											
PK/CAL/ MSTR.	: T-02 / M-02																											
	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T. FECHA MUESTREO: 23/08/2022 FECHA EJECUCIÓN: 27/08/2022																											
DATOS DE LA MUESTRA																												
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO N°</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>43</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>Tara (gr)</td> <td>18.63</td> <td>21.08</td> </tr> <tr> <td>Tara + muestra húmeda (gr)</td> <td>121.60</td> <td>106.42</td> </tr> <tr> <td>Tara + muestra seca (gr)</td> <td>119.40</td> <td>101.10</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td>2.20</td> <td>4.32</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>100.77</td> <td>79.22</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>2.18</td> <td>5.45</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td colspan="2">3.82</td> </tr> </tbody> </table>	ENSAYO N°	1	2	Recipiente N°	43	56	Tara (gr)	18.63	21.08	Tara + muestra húmeda (gr)	121.60	106.42	Tara + muestra seca (gr)	119.40	101.10	Peso del agua contenida (gr)	2.20	4.32	Peso de la muestra seca (gr)	100.77	79.22	Contenido de Humedad (%)	2.18	5.45	Contenido de Humedad Promedio (%)	3.82	
ENSAYO N°	1	2																										
Recipiente N°	43	56																										
Tara (gr)	18.63	21.08																										
Tara + muestra húmeda (gr)	121.60	106.42																										
Tara + muestra seca (gr)	119.40	101.10																										
Peso del agua contenida (gr)	2.20	4.32																										
Peso de la muestra seca (gr)	100.77	79.22																										
Contenido de Humedad (%)	2.18	5.45																										
Contenido de Humedad Promedio (%)	3.82																											
OBSERVACIONES:																												

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
"JANITO H. SOBERÓN HERRERA"
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez T. Meléndez
ING. RESPONSABLE - CIP 26121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422)							
TESISTAS	ANDY ALEXIS GUEVARA GÁVEZ ROWEL MOÑA YAJAHUANCA						
TESIS	INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHIANTA-SAN NICOLÁS, JAÉN 2022						
UBICACIÓN	DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA					TCO. RESPONSABLE:	J. Soberón H.
MUESTRA	TRINCHERA					ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.
MATERIAL	NATURAL					FECHA MUESTREO:	23/09/2022
PK/CAL/MSTR.	T-03/M-03					FECHA EJECUCIÓN:	27/09/2022
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica Terreno Natural	Descripción de la Muestra
			Parcial	Acumulado			
4"	101.600						Terreno Natural
3 1/2"	88.900						
3"	76.200						CARACTERÍSTICAS
2 1/2"	63.500						% Grava = %
2"	50.800						% Arena = 1.09 %
1 1/2"	38.100						% Fino N°200 = 98.91 %
1"	25.400						CLASIFICACION
3/4"	19.050						Limite Líquido : 44.66
1/2"	12.700						Limite Plástico : 30.86
3/8"	9.525						Índice de Plasticidad : 13.79
1/4"	6.350						CLASIFICACION AASHTO : A-7-6
No. 4	4.760				100.00		
No. 8	2.360	0.36	0.04	0.04	99.96		CLASIFICACION SUCS : OL
No. 10	2.000	0.56	0.06	0.09	99.91		
No. 15	1.190	1.04	0.10	0.20	99.80		
No. 20	0.834	0.89	0.07	0.27	99.74		Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
No. 30	0.600	1.50	0.15	0.42	99.58		
No. 40	0.420	1.03	0.10	0.52	99.48		
No. 50	0.300	0.80	0.08	0.60	99.40		PESO DEL MATERIAL
No. 60	0.177	2.91	0.29	0.89	99.11		Peso Inicial (gr) : 1000.0
No. 80	0.140	1.05	0.11	0.99	99.01		
No. 100	0.075	0.08	0.10	1.09	98.91		
200		989.11	98.91	100.00			



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
Luis G. Meléndez Tuenté
ING. RESPONSABLE CIP 38121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)					
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ				
	: ROWEL MORA YAJAHUANGA				
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022				
UBICACIÓN	: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA	: TRINCHERA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL	: NATURAL			FECHA MUESTREO: 23-09-2022	
PK/CAL/ MSTR.	: T-03 / M 03			FECHA EJECUCIÓN: 27-09-2022	
DATOS DE LA MUESTRA					
DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	15	41	40	
TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.40	32.85	29.02	
TARA + SUELO SECO	(g)	26.26	24.86	22.49	
PESO DE AGUA	(g)	9.14	7.99	6.53	
TARA	(g)	6.63	7.51	7.50	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19.63	17.35	14.99	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	46.57	44.91	43.57	
NUMERO DE GOLPES		18	24	30	
DETERMINACIÓN DE LÍMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	18			
TARA + SUELO HUMEDO	(g)	19.68			
TARA + SUELO SECO	(g)	16.80			
TARA	(g)	6.62			
PESO DEL AGUA	(g)	3.06			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.98			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.86			
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA					
LÍMITE LÍQUIDO (%)	44.65				
LÍMITE PLÁSTICO (%)	30.86				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.79				
OBSERVACIONES:					

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez T. T. U. C. I. P. 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																																					
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)																																					
TESISTAS	ANDY ALEXIS CUEVARA CHÁVEZ ROWEL MORA YAJAHUANCA																																				
TESIS	INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-8 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022																																				
UBICACIÓN	DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA																																				
MUESTRA	TRINCHERA																																				
MATERIAL	NATURAL																																				
PK/CAL/ MSTR.	T-03 M 03																																				
TCO. RESPONSABLE:	J. Soberón H.																																				
ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.																																				
FECHA MUESTREO:	23/09/2022																																				
FECHA EJECUCIÓN:	27/09/2022																																				
DATOS DE LA MUESTRA																																					
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>38</td> <td>40</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara (gr)</td> <td>26.26</td> <td>27.40</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + muestra húmeda (gr)</td> <td>111.60</td> <td>115.60</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + muestra seca (gr)</td> <td>109.20</td> <td>110.90</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td>2.40</td> <td>4.70</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>82.94</td> <td>83.50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>2.89</td> <td>5.63</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td colspan="2">4.26</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ENSAYO N°	1	2		Recipiente N°	38	40		Tara (gr)	26.26	27.40		Tara + muestra húmeda (gr)	111.60	115.60		Tara + muestra seca (gr)	109.20	110.90		Peso del agua contenida (gr)	2.40	4.70		Peso de la muestra seca (gr)	82.94	83.50		Contenido de Humedad (%)	2.89	5.63		Contenido de Humedad Promedio (%)	4.26		
ENSAYO N°	1	2																																			
Recipiente N°	38	40																																			
Tara (gr)	26.26	27.40																																			
Tara + muestra húmeda (gr)	111.60	115.60																																			
Tara + muestra seca (gr)	109.20	110.90																																			
Peso del agua contenida (gr)	2.40	4.70																																			
Peso de la muestra seca (gr)	82.94	83.50																																			
Contenido de Humedad (%)	2.89	5.63																																			
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.26																																				
OBSERVACIONES:																																					

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
"JANITO H. SOBERÓN HERRER"
TÉCNICO LABORATORISTA

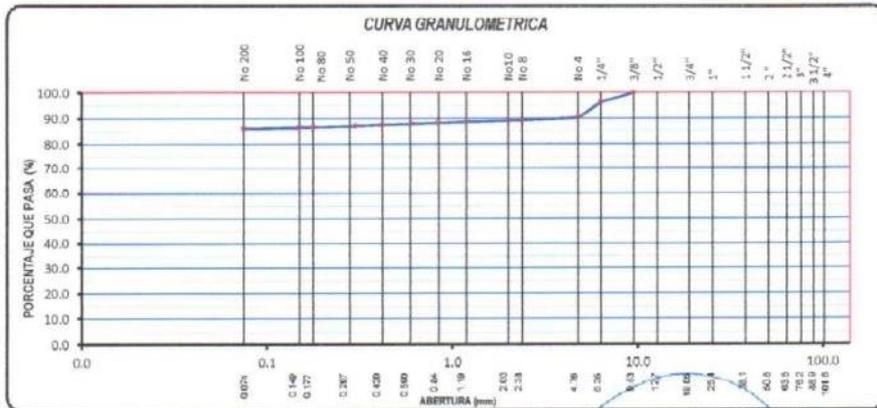
MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez T. Inge.
ING. RESPONSABLE (CIP 38121)

Material Natural +

PET 1.5%

T-01 – M-01

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422)							
TESTISTAS		ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ ROWEL MORIA YAJA HUANGA					
TESIS		INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFTALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLÁS, JAÉN - 2022					
UBICACIÓN		DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.		
MUESTRA		TRINCHERA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.		
MATERIAL		NATURAL + PET 1.5%			FECHA MUESTREO: 23/09/2022		
PRCALI MSTR.		T-01 M 01			FECHA EJECUCIÓN: 18/10/2022		
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica Terreno Natural	Descripción de la Muestra
			Parcial	Acumulado			
4"	101.600						Terreno Natural
3 1/2"	89.000						CARACTERÍSTICAS % Grava = 9.67 % % Arena = 4.29 % % Fino N° 200 = 86.05 % CLASIFICACION Limite Liquido : 32.59 Limite Plastico : 22.32 Indice de Plasticidad : 10.27 CLASIFICACION AASHTO : A-6 CLASIFICACION SUCS : CL <i>Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.</i>
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525				100.00		
1/4"	6.350	22.0	3.67	3.67	96.33		
No. 4	4.750	36.00	0.00	9.07	90.33		
No. 8	2.360	6.22	1.04	10.70	89.30		
No. 10	2.000	0.93	0.16	10.86	89.14		
No. 16	1.190	2.75	0.46	11.32	88.68		
No. 20	0.834	2.40	0.40	11.72	88.28		
No. 30	0.600	2.49	0.42	12.13	87.87		
No. 40	0.420	2.60	0.43	12.57	87.44		
No. 60	0.300	2.54	0.42	12.99	87.01		
No. 80	0.177	2.47	0.41	13.40	86.60		
No. 100	0.149	0.67	0.11	13.51	86.49		
No. 200	0.075	2.64	0.44	13.95	86.05		
200		538.29	80.72	100.00			Peso Inicial (gr) : 600.0



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)					
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ				
TESIS	: ROWEL MORA YAJAHUANCA				
	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022				
UBICACIÓN	: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA	: TRINCHERA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL	: NATURAL + PET 1.5%			FECHA MUESTREO: 23-09-2022	
PK/CAL/MSTR.	: T-01/M 01			FECHA EJECUCIÓN: 18-10-2022	
DATOS DE LA MUESTRA					
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	20	41	40	
TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.47	31.20	27.91	
TARA + SUELO SECO	(g)	27.87	25.58	23.21	
PESO DE AGUA	(g)	6.60	5.62	4.70	
TARA	(g)	8.45	8.44	8.43	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19.42	17.14	14.78	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.99	32.79	31.80	
NUMERO DE GOLPES		18	24	30	
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	8			
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	13.44			
TARA + SUELO SECO	(g.)	12.19			
TARA	(g.)	6.58			
PESO DEL AGUA	(g.)	1.25			
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	5.60			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.32			
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LIMITE LIQUIDO (%)	32.59				
LIMITE PLASTICO (%)	22.32				
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.27				
OBSERVACIONES:					

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

IVANTO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 44173

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
TESISTAS	ANDY ALEXIS GUEVARA CHAVEZ ROWEL MORA YAJAHUANCA
TESIS	INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022
UBICACIÓN	DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGIÓN CAJAMARCA
MUESTRA	TRINCHERA
MATERIAL	NATURAL + PET 1.5%
PK/CAL/MSTR.	T-01 / M 01
TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T	
FECHA MUESTREO: 23/09/2022	
FECHA EJECUCIÓN: 19/10/2022	
DATOS DE LA MUESTRA	
1. Contenido de Humedad Muestra Integral:	
ENSAYO N°	1
Recipiente N°	18
Tara (gr)	15.67
Tara + muestra húmeda (gr)	89.14
Tara + muestra seca (gr)	81.14
Peso del agua contenida (gr)	8.00
Peso de la muestra seca (gr)	65.47
Contenido de Humedad (%)	12.22
Contenido de Humedad Promedio (%)	12.22
OBSERVACIONES:	

MAGMA SAC. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

LUIS G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 58221

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA					
TESIS		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022					
UBICACIÓN		: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA				TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA		: TRINCHERA				ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL		: NATURAL + ADICION PET 1.5%				FECHA MUESTREO: 23/09/2022	
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01				FECHA EJECUCIÓN: 28/09/2022	
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Gip.
ENSAYOS N°			1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	5,631	5,694	5,763	5,740		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,023	1,886	1,955	1,932		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,962	2,030	2,104	2,080		
Recipiente Numero		7	9	12	8		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	109.95	107.16	106.30	108.19		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	103.19	99.06	96.50	97.07		
Tara	gr.	18.64	18.71	15.93	18.54		
Peso del agua	gr.	6.76	8.10	9.80	11.12		
Peso del Suelo Seco	gr.	84.55	80.35	80.57	78.53		
Contenido de agua	%	8.00	10.08	12.16	14.16		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.817	1.844	1.876	1.822		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		1.876	(gr/cm3)	Humedad óptima		12.24	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRER
TECNICOLABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G Meléndez Tuesta,
ING RESPONSABLE CIP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTAS : ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA TESIS : INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022 UBICACION : DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA MUESTRA : TRINCHERA MATERIAL : NATURAL + ADICION PET 1.5% PK/CAL/ MSTR. : T-01 / M 01															
TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T. FECHA MUESTREO: 23/09/2022 FECHA EJECUCIÓN: 05/10/2022															
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	1			7			13								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO							
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9482.00	9688.00		8473.00	8767.00		8042.00	8351.00							
Peso de molde (g)	5022.00	5022.00		4202.00	4202.00		4964.00	4964.00							
Peso del suelo húmedo (g)	4460.00	4667.00		4271.00	4565.00		4078.00	4387.00							
Volumen del molde (cm ³)	2123.06	2123.06		2086.79	2086.79		2086.78	2086.78							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.101	2.198		2.047	2.188		1.954	2.102							
Tara (N°)	25	41		36	25		28	20							
Peso suelo húmedo + tara (g)	103.68	101.37		96.37	101.47		98.18	122.67							
Peso suelo seco + tara (g)	94.31	90.42		87.11	87.76		88.82	106.47							
Tara (g)	17.61	26.82		26.99	17.82		18.17	19.17							
Peso de agua (g)	9.37	10.95		9.26	13.71		9.34	16.20							
Peso de suelo seco (g)	76.70	63.60		60.12	69.94		70.65	87.30							
Contenido de humedad (%)	12.22	17.22		15.40	19.60		13.22	18.56							
Densidad seca (g/cm ³)	1.872	1.875		1.774	1.829		1.726	1.773							
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
05/10/22	10:20	0	5.92	0.000	0.000	6.73	0.000	0.000	6.75	0.000	0.000				
06/10/22	10:20	24	9.48	3.500	3.061	11.54	4.810	4.136	11.42	4.670	4.015				
07/10/22	10:20	48	10.68	4.760	4.093	11.62	4.890	4.205	11.52	4.770	4.101				
08/10/22	10:20	72	11.29	5.370	4.617	11.62	4.890	4.205	11.52	4.770	4.101				
09/10/22	10:20	96	11.30	5.380	4.628	11.64	4.910	4.222	11.54	4.790	4.119				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-07		MOLDE N°		M-13	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION						
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		22.4	1.1			20.4	1.0			15.3	0.8			
1.270	0.050		36.7	1.9			34.7	1.8			26.6	1.4			
1.905	0.075		48.9	2.5			46.9	2.4			37.7	1.9			
2.540	0.100	70.31	63.2	3.2	-	4.6	58.1	3.0	-	4.2	51.0	2.6	-	3.7	
3.810	0.150		85.7	4.4			79.5	4.1			63.2	3.2			
5.080	0.200	105.46	106.1	5.4	-	5.1	97.9	5.0	-	4.7	81.6	4.2	-	3.9	
6.350	0.250		131.6	6.7			118.3	6.0			93.8	4.8			
7.620	0.300		147.9	7.5			132.6	6.9			108.1	5.5			
10.160	0.400		165.2	8.4			144.8	7.4			120.3	6.1			
12.700	0.500		186.8	10.0			157.0	8.0			134.6	6.9			
OBSERVACIONES:															

MAGMA SAC. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Turiaga
ING. RESPONSABLE CIP 58121

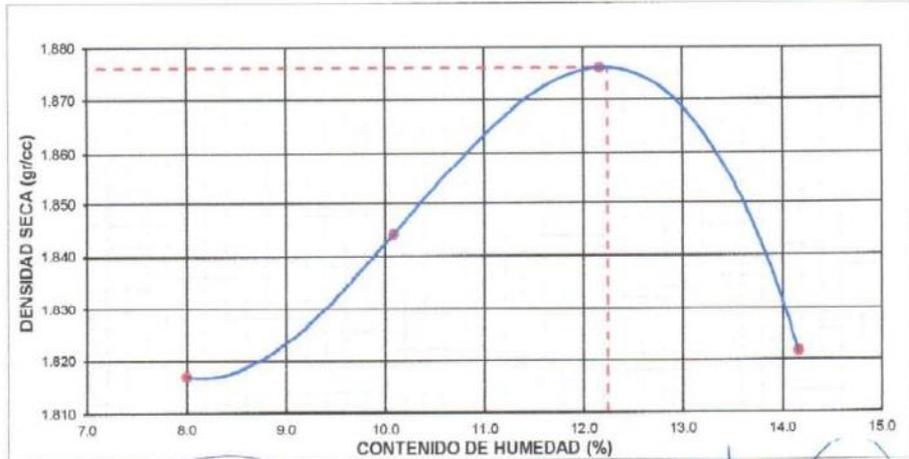
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																			
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR																			
(MTC E-132 / ASTM D-1883)																			
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA																		
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022																		
UBICACIÓN	: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA																		
MUESTRA	: TRINCHERA																		
MATERIAL	: NATURAL + ADICION PET 1.5%																		
PK/CAL/ MSTR.	: T-01/M 01																		
TCO. RESPONSABLE:	J. Soberón H.																		
ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.																		
FECHA MUESTREO:	23/09/2022																		
FECHA EJECUCIÓN:	09/10/2022																		
DATOS DE LA MUESTRA																			
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																			
<p>Gráfico de densidad seca (g/cm³) vs CBR (%). El eje Y muestra densidad seca de 1.700 a 1.900 g/cm³. El eje X muestra CBR (%) de 3.5 a 5.5. Se muestran dos curvas: una verde y una azul. Una línea horizontal roja indica una densidad seca de aproximadamente 1.782 g/cm³, que corresponde al 95% de la máxima densidad seca.</p>	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.876</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 12.24</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.782</td> </tr> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 4.68 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 4.23 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 5.12 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 4.77 %</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.876	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.24	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.782	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 4.68 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 4.23 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 5.12 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 4.77 %
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180																		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.876																		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.24																		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.782																		
RESULTADOS:																			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 4.68 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 4.23 %																		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 5.12 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 4.77 %																		
EC = 66 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																	
<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs penetración (mm) para EC = 66 golpes. El eje Y muestra carga de 0.0 a 12.0 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.000 mm. Se muestran dos curvas: una roja y una azul. Una línea horizontal roja indica una carga de 4.77 Kg/cm², que corresponde al 95% de la máxima densidad seca.</p>	<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs penetración (mm) para EC = 25 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 12 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.000 mm. Se muestran dos curvas: una roja y una azul. Una línea horizontal roja indica una carga de 4.23 Kg/cm², que corresponde al 95% de la máxima densidad seca.</p>	<p>Gráfico de carga (g/cm²) vs penetración (mm) para EC = 12 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 12 g/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.000 mm. Se muestran dos curvas: una roja y una azul. Una línea horizontal roja indica una carga de 4.68 g/cm², que corresponde al 95% de la máxima densidad seca.</p>																	
OBSERVACIONES:																			

MAGMA SAC / LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 56121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS								
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)								
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)								
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ						
		: ROWEL MORA YAJAHUANCA						
TESIS		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022						
UBICACIÓN		: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA				TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.		
MUESTRA		: TRINCHERA				ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.		
MATERIAL		: NATURAL + ADICION PET 1.5% II				FECHA MUESTREO: 23/09/2022		
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01				FECHA EJECUCIÓN: 28/09/2022		
DATOS DE LA MUESTRA								
Muestra N° 1	Dímetro Molde	4"		Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5
	Método		A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°			1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.		5,631	5,694	5,763	5,740		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.		1,823	1,886	1,955	1,932		
Peso Volumetrico Humedo	gr.		1,962	2,030	2,104	2,080		
Recipiente Numero			7	9	12	8		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.		109.95	107.16	106.30	108.19		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.		103.19	99.06	96.50	97.07		
Tara	gr.		18.84	18.71	15.83	18.54		
Peso del agua	gr.		6.76	8.10	9.80	11.12		
Peso del Suelo Seco	gr.		84.55	80.35	80.57	78.53		
Contenido de agua	%		8.00	10.08	12.16	14.16		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc		1.817	1.844	1.876	1.822		
RESULTADOS								
Densidad Máxima Seca			1.876	(gr/cm3)	Humedad óptima		12.24	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA								
								

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

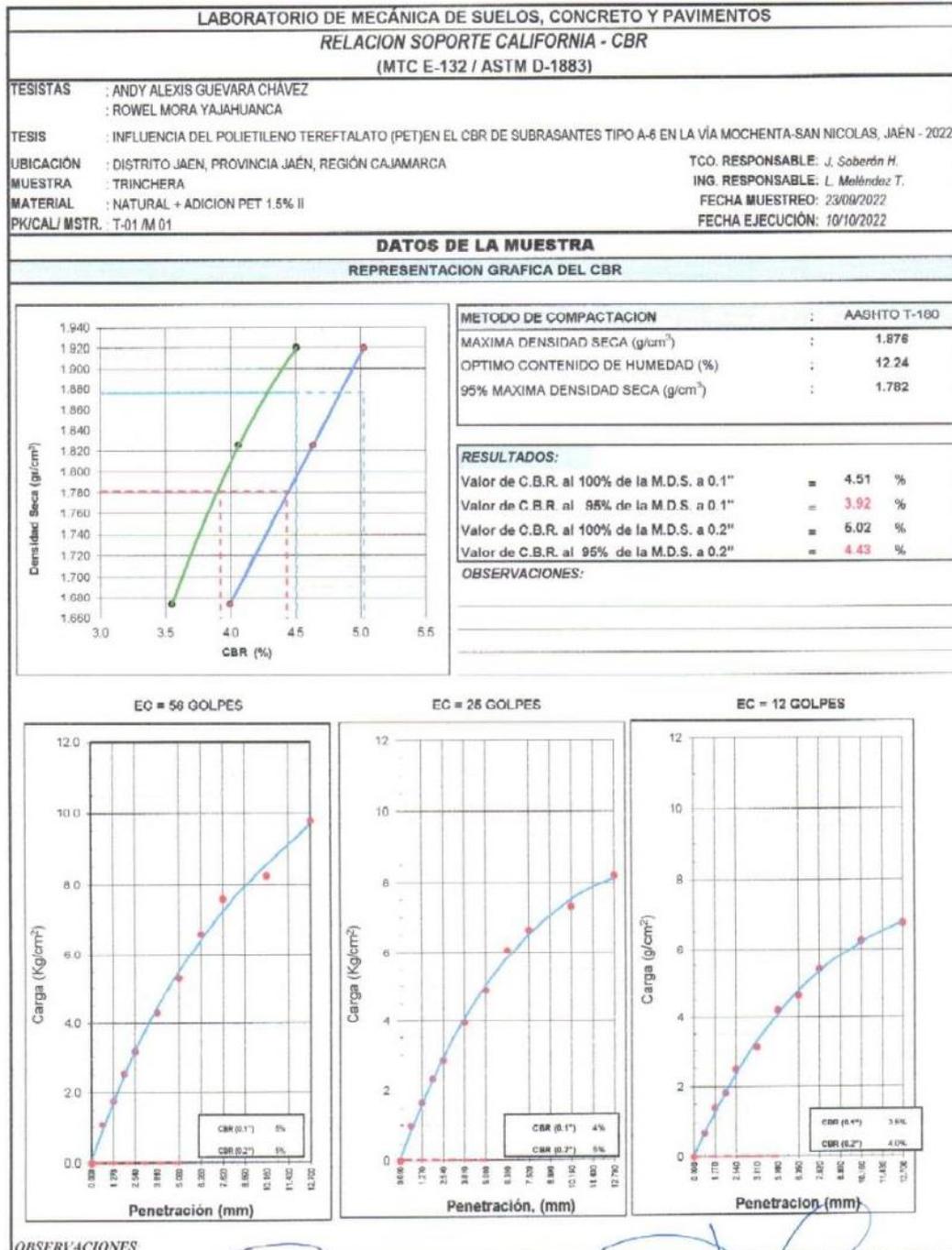
MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CP 38121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ													
TESIS		: ROWEL MORA YAJAHUANCA													
UBICACIÓN		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-B EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022													
MUESTRA		: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA													
MATERIAL		: NATURAL + ADICION PET 1.5% II													
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01													
		TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.													
		ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.													
		FECHA MUESTREO: 23/09/2022													
		FECHA EJECUCIÓN: 06/10/2022													
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	15				11				5						
Capas N°	5				5				5						
Golpes por capa N°	66				25				12						
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9556.00		9775.00		9210.00		9471.00		8088.00		8411.00				
Peso de molde (g)	4980.00		4980.00		4380.00		4880.00		4076.00		4076.00				
Peso del suelo húmedo (g)	4576.00		4705.00		4330.00		4591.00		4012.00		4335.00				
Volumen del molde (cm³)	2123.06		2123.06		2104.90		2104.90		2132.66		2132.66				
Densidad húmeda (g/cm³)	2.156		2.259		2.057		2.162		1.881		2.033				
Tara (N°)	62		25		21		51		24		55				
Peso suelo húmedo + tara (g)	120.88		101.20		85.78		76.50		89.15		91.07				
Peso suelo seco + tara (g)	110.19		87.87		78.17		66.75		81.27		78.70				
Tara (g)	22.94		17.82		18.07		17.86		17.85		21.45				
Peso de agua (g)	10.89		13.33		7.61		9.75		7.88		12.37				
Peso de suelo seco (g)	87.25		70.05		80.10		48.89		63.42		57.25				
Contenido de humedad (%)	12.25		19.03		12.66		19.94		12.43		21.81				
Densidad seca (g/cm³)	1.820		1.897		1.826		1.818		1.673		1.872				
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
06/10/22	10:30	0	6.99	0.000	0.000	6.08	0.000	0.000	6.24	0.000	0.000				
07/10/22	10:30	24	9.13	2.140	1.840	11.73	5.670	4.875	11.54	5.300	4.557				
09/10/22	10:30	48	10.07	3.080	2.648	11.89	5.830	5.013	11.6	5.360	4.609				
09/10/22	10:30	72	11.17	4.180	3.594	12.08	6.020	5.170	11.43	5.190	4.463				
10/10/22	10:30	96	11.20	4.210	3.820	12.12	6.060	5.211	11.78	5.540	4.764				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-15		MOLDE N°		M-11		MOLDE N°		M-05	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION					
mm	puig.	Kg/cm²	Dial (kgf)	Kg/cm²	Kg/cm²	%	Dial (kgf)	Kg/cm²	Kg/cm²	%	Dial (kgf)	Kg/cm²	Kg/cm²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		21.4	1.1			19.4	1.0			13.3	0.7			
1.270	0.050		34.7	1.8			32.6	1.7			27.5	1.4			
1.905	0.075		50.0	2.5			45.9	2.3			36.7	1.8			
2.540	0.100	70.31	62.2	3.2	-	4.5	66.1	2.9	-	4.1	48.9	2.5	-	3.5	
3.810	0.150		84.6	4.3			77.5	3.9			61.2	3.1			
5.080	0.200	105.46	104.0	5.3	-	5.0	95.9	4.9	-	4.6	82.6	4.2	-	4.0	
6.350	0.250		129.5	6.6			119.3	6.1			90.9	4.6			
7.620	0.300		148.9	7.6			130.5	6.6			106.1	5.4			
10.160	0.400		162.1	8.3			143.8	7.3			122.4	6.2			
12.700	0.500		191.7	9.8			161.1	8.2			132.6	6.8			
OBSERVACIONES:															

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
NANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE (CIP-68121)



OBSERVACIONES:

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE. CIP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ					
TESIS		: ROWEL MORA YAJAHUANCA					
UBICACIÓN		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022				TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA		: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA				ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL		: TRINCHERA				FECHA MUESTREO: 23/09/2022	
PK/CAL/ MSTR		: NATURAL + ADICION PET 1.5% III				FECHA EJECUCIÓN: 28/09/2022	
PK/CAL/ MSTR		: T-01 / M 01					
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°		1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.	5,631	5,694	5,763	5,740		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,823	1,886	1,955	1,932		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,962	2,030	2,104	2,080		
Recipiente Numero		7	9	12	8		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	109,95	107,16	106,30	108,19		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	103,19	99,06	96,50	97,07		
Tara	gr.	18,64	18,71	15,93	18,54		
Peso del agua	gr.	6,76	8,10	9,80	11,12		
Peso del Suelo Seco	gr.	84,55	80,35	80,57	78,53		
Contenido de agua	%	8,00	10,08	12,16	14,16		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1,817	1,844	1,876	1,822		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		1,876	(gr/cm3)	Humedad óptima		12,24	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 38121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA													
TESIS		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAEN-2022													
UBICACIÓN		: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA						TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.							
MUESTRA		: TRINCHERA						ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.							
MATERIAL		: NATURAL + ADICION PET 1.5% III						FECHA MUESTREO: 23/09/2022							
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01						FECHA EJECUCIÓN: 15/10/2022							
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	1			7			13								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8484.00	8690.00		8471.00	8769.00		9040.00	9040.00		9360.00	9360.00				
Peso de molde (g)	5022.00	5022.00		4202.00	4202.00		4964.00	4964.00		4964.00	4964.00				
Peso del suelo húmedo (g)	4462.00	4668.00		4269.00	4567.00		4076.00	4076.00		4396.00	4396.00				
Volumen del molde (cm ³)	2123.06	2123.06		2086.79	2086.79		2086.78	2086.78		2086.78	2086.78				
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.102	2.199		2.046	2.151		1.953	1.953		2.102	2.102				
Tara (N°)	27	40		37	26		20	20		23	23				
Peso suelo húmedo + tara (g)	102.70	100.98		97.03	101.50		98.59	98.59		121.87	121.87				
Peso suelo seco + tara (g)	93.89	91.05		87.52	86.88		88.02	88.02		105.87	105.87				
Tara (g)	18.01	27.40		27.86	17.61		19.17	19.17		17.85	17.85				
Peso de agua (g)	8.81	9.93		9.51	14.51		9.57	9.57		16.00	16.00				
Peso de suelo seco (g)	75.88	83.65		59.00	69.38		69.65	69.65		88.02	88.02				
Contenido de humedad (%)	11.61	15.60		15.94	20.81		13.70	13.70		18.18	18.18				
Densidad seca (g/cm ³)	1.883	1.902		1.764	1.810		1.718	1.718		1.778	1.778				
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
15/10/22	10:30	0	5.90	0.000	0.000	6.59	0.000	0.000	8.72	0.000	0.000				
16/10/22	10:30	24	9.51	3.610	3.104	10.89	4.200	3.811	11.03	4.310	3.700				
17/10/22	10:30	48	10.63	4.730	4.067	11.42	4.730	4.067	11.44	4.720	4.068				
18/10/22	10:30	72	11.31	5.410	4.852	11.61	4.920	4.230	11.63	4.910	4.222				
19/10/22	10:30	96	11.34	5.440	4.878	11.63	4.940	4.248	11.64	4.920	4.230				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-07		MOLDE N°		M-13	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		13.3	0.7			9.2	0.5			6.1	0.3			
1.270	0.050		26.5	1.4			18.4	1.0			15.3	0.8			
1.905	0.075		35.7	1.8			24.5	1.2			21.4	1.1			
2.540	0.100	70.31	48.9	2.5	-	3.5	35.7	1.8	-	2.6	31.6	1.6	-	2.3	
3.810	0.150		65.3	3.3			46.9	2.4			45.9	2.3			
5.080	0.200	105.46	81.6	4.2	-	3.9	58.1	3.0	-	2.8	54.0	2.8	-	2.6	
6.350	0.250		97.9	5.0			67.3	3.4			64.2	3.3			
7.620	0.300		106.1	5.4			77.5	3.9			74.4	3.8			
10.160	0.400		131.5	6.7			91.8	4.7			89.7	4.6			
12.700	0.500		157.0	8.0			108.1	5.5			101.0	5.1			
OBSERVACIONES:															

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JANCO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																			
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR																			
(MTC E-132 / ASTM D-1883)																			
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA																		
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-B EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022																		
UBICACIÓN	: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA																		
MUESTRA	: TRINCHERA																		
MATERIAL	: NATURAL + ADICION PET 1.5% III																		
PK/CAL/ MSTR	: T-01 / M 01																		
TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T. FECHA MUESTREO: 23/09/2022 FECHA EJECUCIÓN: 19/10/2022																			
DATOS DE LA MUESTRA																			
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																			
<p>Gráfico de densidad seca (g/cm³) vs CBR (%). El eje Y muestra densidad seca de 1.700 a 1.900 g/cm³. El eje X muestra CBR (%) de 2.0 a 4.5. Se muestran dos curvas: una verde y una azul. Una línea horizontal roja está en 1.780 g/cm³. Una línea vertical roja está en 2.8% CBR. Una línea vertical azul está en 3.8% CBR. Una línea vertical verde está en 3.5% CBR.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.876</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 12.24</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.792</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 3.55 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 2.69 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 3.94 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 2.94 %</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.876	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.24	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.792	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 3.55 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 2.69 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 3.94 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 2.94 %
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180																		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.876																		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.24																		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.792																		
RESULTADOS:																			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 3.55 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 2.69 %																		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 3.94 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 2.94 %																		
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																	
<p>Gráfico de carga (kg/cm²) vs penetración (mm) para EC = 56 golpes. El eje Y muestra carga de 0.0 a 10.0 kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.000 mm. Se muestran dos curvas: una azul y una roja. Una línea horizontal roja está en 2.0 kg/cm². Una línea vertical roja está en 2.8 mm penetración. Una línea vertical azul está en 3.8 mm penetración. Una línea vertical verde está en 3.5 mm penetración.</p>	<p>Gráfico de carga (kg/cm²) vs penetración (mm) para EC = 25 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 10 kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.000 mm. Se muestran dos curvas: una azul y una roja. Una línea horizontal roja está en 2.0 kg/cm². Una línea vertical roja está en 2.8 mm penetración. Una línea vertical azul está en 3.8 mm penetración. Una línea vertical verde está en 3.5 mm penetración.</p>	<p>Gráfico de carga (kg/cm²) vs penetración (mm) para EC = 12 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 10 kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.000 mm. Se muestran dos curvas: una azul y una roja. Una línea horizontal roja está en 2.0 kg/cm². Una línea vertical roja está en 2.8 mm penetración. Una línea vertical azul está en 3.8 mm penetración. Una línea vertical verde está en 3.5 mm penetración.</p>																	
OBSERVACIONES:																			

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
JANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

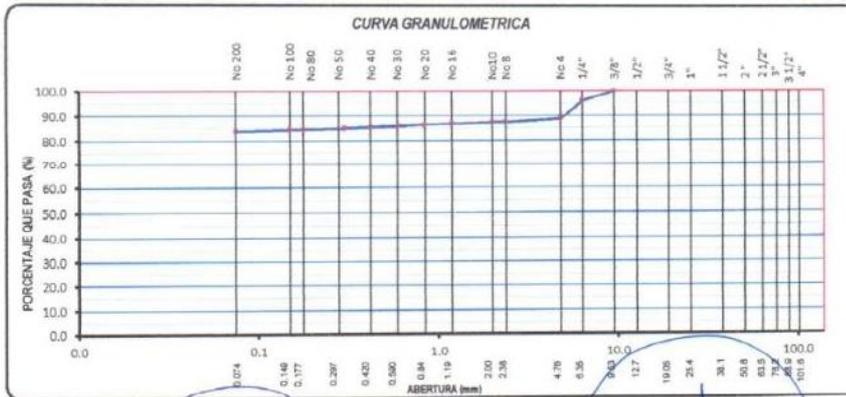
MAGMA S.A.C LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LUIS G. MELÉNDEZ TUESTA
ING. RESPONSABLE CIV. 58121

Material Natural +

PET 3.0%

T-01 – M-01

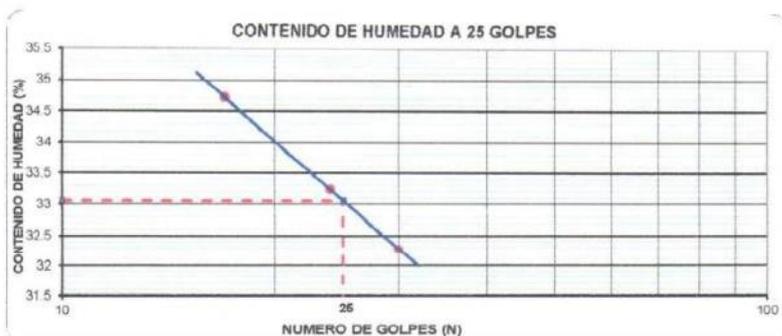
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
(MTC E-107 / ASTM D-422)							
TESISTAS	ANDY ALEXIS GUEVARA CHAVEZ ROWEL MORA YAJAHUANCA						
TESIS	INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022						
UBICACION	DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA					TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA	TRINCHERA					ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL	NATURAL + PET 3.0 %					FECHA MUESTREO: 23/09/2022	
PK/CAL/MSTR.	T-01 M 01					FECHA EJECUCION: 18/10/2022	
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica Terreno Natural	Descripcion de la Muestra
			Parcial	Acumulado			
4"	101.600						Terreno Natural
3 1/2"	88.900						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						CARACTERISTICAS
2"	50.800						% Grava = 11.36 %
1 1/2"	38.100						% Arena = 4.61 %
1"	25.400						% Fino N°200 = 84.03 %
3/4"	19.050						CLASIFICACION
1/2"	12.700						Limite Liquido : 33.06
3/8"	9.525				100.00		Limite Plastico : 20.28
1/4"	6.350	22.0	4.03	4.03	96.97		Indice de Plasticidad : 12.78
No 4	4.750	40.00	7.33	11.36	88.64		CLASIFICACION AASHTO : A-6
No 8	2.360	7.04	1.29	12.64	87.36		
No 10	2.000	0.53	0.10	12.74	87.26		CLASIFICACION SUCS : CL
No 16	1.190	2.91	0.53	13.27	86.73		
No 20	0.834	2.16	0.40	13.67	86.33		Arcillas Inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
No 30	0.600	2.19	0.40	14.07	85.93		
No 40	0.420	2.29	0.42	14.49	85.51		
No 50	0.300	2.20	0.40	14.89	85.11		PESO DEL MATERIAL
No 80	0.177	2.11	0.39	15.28	84.72		Peso Inicial (gr) : 546.0
No 100	0.149	0.64	0.12	15.40	84.60		
No 200	0.075	3.12	0.57	15.97	84.03		
-200		480.81	88.06	100.00			



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrería
JUANITO H. SOBERÓN HERRERÍA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 38114

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)					
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ			
		: ROWEL MORA YAJAHUANCA			
TESIS		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022			
UBICACIÓN		: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA		TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA		: TRINCHERA		ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL		: NATURAL + PET 3.0 %		FECHA MUESTREO: 23-09-2022	
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01		FECHA EJECUCIÓN: 18-10-2022	
DATOS DE LA MUESTRA					
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° CAPSULA	ID	24	41	40	
TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.43	32.09	28.79	
TARA + SUELO SECO	(g)	28.58	26.29	23.92	
PESO DE AGUA	(g)	6.85	5.80	4.87	
TARA	(g)	8.85	8.94	8.83	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19.73	17.45	15.09	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.72	33.24	32.27	
NUMERO DE GOLPES		17	24	30	
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° TARRO	ID	10			
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	13.10			
TARA + SUELO SECO	(g.)	11.93			
TARA	(g.)	6.16			
PESO DEL AGUA	(g.)	1.17			
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	5.77			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.28			



CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	33.06
LIMITE PLASTICO (%)	20.28
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.78

OBSERVACIONES:

MAGMA SAC. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G Meléndez Tueste
ING RESPONSABLE CIP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																																					
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)																																					
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAIAHUANCA																																				
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022																																				
UBICACIÓN	: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA																																				
MUESTRA	: TRINCHERA																																				
MATERIAL	: NATURAL + PET 3.0 %																																				
PK/CAL/ MSTR.	: T-01 / M 01																																				
TCO. RESPONSABLE:	J. Soberón H.																																				
ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.																																				
FECHA MUESTREO:	23/09/2022																																				
FECHA EJECUCIÓN:	18/10/2022																																				
DATOS DE LA MUESTRA																																					
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO N°</th> <th>1</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>19</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara (gr)</td> <td>18.65</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + muestra húmeda (gr)</td> <td>88.10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + muestra seca (gr)</td> <td>81.65</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td>6.45</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>63.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>10.24</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td>10.24</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ENSAYO N°	1			Recipiente N°	19			Tara (gr)	18.65			Tara + muestra húmeda (gr)	88.10			Tara + muestra seca (gr)	81.65			Peso del agua contenida (gr)	6.45			Peso de la muestra seca (gr)	63.00			Contenido de Humedad (%)	10.24			Contenido de Humedad Promedio (%)	10.24		
ENSAYO N°	1																																				
Recipiente N°	19																																				
Tara (gr)	18.65																																				
Tara + muestra húmeda (gr)	88.10																																				
Tara + muestra seca (gr)	81.65																																				
Peso del agua contenida (gr)	6.45																																				
Peso de la muestra seca (gr)	63.00																																				
Contenido de Humedad (%)	10.24																																				
Contenido de Humedad Promedio (%)	10.24																																				
OBSERVACIONES: _____																																					

MAGMA SAC. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

LUIS O. MELÉNDEZ TUESTA
ING. RESPONSABLE - CIP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA						
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022						
UBICACIÓN	: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA				TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.		
MUESTRA	: TRINCHERA				ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.		
MATERIAL	: NATURAL + ADICION PET 3.0% I				FECHA MUESTREO: 23/09/2022		
PK/CAL/ MSTR.	: T-01 /M 01				FECHA EJECUCIÓN: 28/09/2022		
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	929	m3	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°		1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.	5,638	5,703	5,778	5,759		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,830	1,895	1,970	1,951		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,970	2,040	2,121	2,100		
Recipiente Numero		13	14	15	16		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	105.79	106.34	104.83	118.11		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	98.59	97.71	94.82	105.01		
Tara	gr.	18.10	19.16	18.10	18.64		
Peso del agua	gr.	7.20	8.63	10.01	13.10		
Peso del Suelo Seco	gr.	80.49	78.55	76.72	86.37		
Contenido de agua	%	8.95	10.99	13.05	15.17		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.808	1.838	1.876	1.824		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		1.876	(gr/cm3)	Humedad óptima		13.30	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO N. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LUIS G. MELÉNDEZ TAYEZA
ING. RESPONSABLE. CIP 58127

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ													
		: ROWEL MORA YAJAHUANCA													
TESIS		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022													
UBICACIÓN		: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA						TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.							
MUESTRA		: TRINCHERA						ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.							
MATERIAL		: NATURAL + ADICION PET 3.0% I													
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01						FECHA MUESTREO: 23/09/2022							
						FECHA EJECUCIÓN: 05/10/2022									
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde Nº	3			16			12								
Capas Nº	5			5			5								
Golpes por capa Nº	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO							
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8289.00	8453.00		8545.00	8799.00		8980.00	9287.00							
Peso de molde (g)	3768.00	3768.00		4294.00	4294.00		4983.00	4983.00							
Peso del suelo húmedo (g)	4531.00	4685.00		4251.00	4505.00		3997.00	4304.00							
Volumen del molde (cm ³)	2132.66	2132.66		2094.07	2094.07		2104.94	2104.94							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.125	2.197		2.030	2.151		1.899	2.045							
Tara (Nº)	62	21		55	43		21	24							
Peso suelo húmedo + tara (g)	103.68	101.37		96.37	101.47		98.16	122.67							
Peso suelo seco + tara (g)	84.31	90.42		87.11	87.76		88.82	106.47							
Tara (g)	22.94	18.07		0.00	18.63		18.07	17.85							
Peso de agua (g)	9.37	10.95		9.28	13.71		9.34	18.20							
Peso de suelo seco (g)	71.37	72.35		87.11	69.13		70.75	66.62							
Contenido de humedad (%)	13.13	15.13		10.63	19.83		13.20	18.28							
Densidad seca (g/cm ³)	1.878	1.908		1.835	1.795		1.677	1.729							
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
05/10/22	13:00	0	5.96	0.000	0.000	7.61	0.000	0.000	7.26	0.000	0.000				
06/10/22	13:00	24	9.11	3.150	2.709	12.98	5.370	4.617	11.44	4.160	3.577				
07/10/22	13:00	48	10.19	4.230	3.637	13.1	5.490	4.721	12.49	5.210	4.480				
08/10/22	13:00	72	10.99	5.030	4.325	13.26	5.650	4.858	12.49	5.210	4.480				
09/10/22	13:00	96	11.71	5.750	4.944	13.3	5.690	4.893	12.5	5.220	4.488				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE Nº		M-03		MOLDE Nº		M-16		MOLDE Nº		M-12	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION					
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		25.5	1.3			23.5	1.2			17.3	0.9			
1.270	0.050		40.8	2.1			37.7	1.9			27.5	1.4			
1.905	0.075		56.1	2.9			52.0	2.6			41.8	2.1			
2.540	0.100	70.31	71.4	3.6	-	5.2	67.3	3.4	-	4.9	57.1	2.9	-	4.1	
3.010	0.150		97.9	5.0			86.7	4.5			76.5	4.0			
5.080	0.200	105.46	113.2	5.8	-	5.5	105.0	5.4	-	5.1	92.8	4.7	-	4.5	
6.350	0.250		138.7	7.1			124.4	6.3			105.0	5.4			
7.620	0.300		157.0	8.0			144.8	7.4			120.3	6.1			
10.160	0.400		173.4	8.8			163.2	8.3			134.6	6.9			
12.700	0.500		189.9	10.2			177.4	9.0			146.8	7.5			
OBSERVACIONES:															

MAGMA SAC. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JOANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Trista,
ING. RESPONSABLE CIP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																			
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR																			
(MTC E-132 / ASTM D-1883)																			
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA																		
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022																		
UBICACIÓN	: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGION CAJAMARCA																		
MUESTRA	: TRINCHERA																		
MATERIAL	: NATURAL + ADICION PET 3.0%																		
PK/CAL/ MSTR.	: T-01 / M 01																		
TCO. RESPONSABLE:	J. Soberón H.																		
ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.																		
FECHA MUESTREO:	23/09/2022																		
FECHA EJECUCIÓN:	09/10/2022																		
DATOS DE LA MUESTRA																			
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-160</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.876</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 13.30</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.783</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1''</td> <td>= 5.17 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1''</td> <td>= 4.58 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2''</td> <td>= 5.47 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2''</td> <td>= 4.85 %</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-160	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.876	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.30	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.783	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1''	= 5.17 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1''	= 4.58 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2''	= 5.47 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2''	= 4.85 %
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-160																		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.876																		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.30																		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.783																		
RESULTADOS:																			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1''	= 5.17 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1''	= 4.58 %																		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2''	= 5.47 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2''	= 4.85 %																		
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																	
OBSERVACIONES:																			

MAGMA SAC. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Juanito H. Soberón Herrer
JUANITO H. SOBERÓN HERRER
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis O. Meléndez Tuesta
Luis O. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 36121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA					
TESIS		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022					
UBICACIÓN		: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA				TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA		: TRINCHERA				ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL		: NATURAL + ADICION PET 3.0% II				FECHA MUESTREO: 23/09/2022	
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01				FECHA EJECUCIÓN: 28/09/2022	
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Dímetro Molde	4"	Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°		1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.	5,838	5,703	5,778	5,759		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,830	1,895	1,970	1,951		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,970	2,040	2,121	2,100		
Recipiente Numero		13	14	15	16		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	105.79	106.34	104.83	118.11		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	98.59	97.71	94.82	105.01		
Tara	gr.	18.10	19.16	18.10	18.64		
Peso del agua	gr.	7.20	8.63	10.01	13.10		
Peso del Suelo Seco	gr.	80.49	78.55	76.72	86.37		
Contenido de agua	%	8.95	10.99	13.05	15.17		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.808	1.838	1.876	1.824		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		1.876	(gr/cm3)	Humedad óptima		13.30	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 38921

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTAS		ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ													
		ROWEL MORA YAJAHUANCA													
TESIS		INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022													
UBICACIÓN		DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA						TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.							
MUESTRA		TRINCHERA						ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.							
MATERIAL		NATURAL + ADICION PET 3.0% II						FECHA MUESTREO: 23/09/2022							
PK/CAL/MSTR.		T-01/M 01						FECHA EJECUCIÓN: 06/10/2022							
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	4			2			6								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO							
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8596.00	8754.00		8460.00	8713.00		8044.00	8334.00							
Peso de molde (g)	4034.00	4034.00		4158.00	4158.00		3993.00	3993.00							
Peso del suelo húmedo (g)	4562.00	4720.00		4302.00	4555.00		4051.00	4341.00							
Volumen del molde (cm ³)	2160.73	2160.73		2104.94	2104.94		2114.28	2114.28							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.111	2.184		2.044	2.164		1.916	2.053							
Tara (N°)	51	44		43	53		55	36							
Peso suelo húmedo + tara (g)	76.60	103.70		88.84	99.75		92.35	107.40							
Peso suelo seco + tara (g)	69.85	90.93		81.06	86.77		84.36	94.21							
Tara (g)	17.86	18.62		18.63	21.75		21.45	26.96							
Peso de agua (g)	6.75	12.77		7.78	12.98		7.99	13.19							
Peso de suelo seco (g)	51.99	72.31		62.43	65.02		62.91	67.25							
Contenido de humedad (%)	12.98	17.66		12.46	19.96		12.70	19.61							
Densidad seca (g/cm ³)	1.869	1.857		1.817	1.804		1.700	1.717							
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
06/10/22	12:30	0	7.28	0.000	0.000	7.29	0.000	0.000	7.4	0.000	0.000				
07/10/22	12:30	24	10.16	2.880	2.476	12.65	5.360	4.609	12.12	4.720	4.058				
08/10/22	12:30	48	10.25	2.970	2.554	12.72	5.430	4.669	12.18	4.780	4.110				
09/10/22	12:30	72	10.75	3.470	2.984	12.06	5.590	4.807	12.21	4.810	4.136				
10/10/22	12:30	96	10.91	3.630	3.121	12.89	5.600	4.815	12.3	4.900	4.213				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-04		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-06	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION					
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		26.5	1.4			24.5	1.2			18.4	0.9			
1.270	0.050		39.8	2.0			35.7	1.8			28.6	1.5			
1.905	0.075		58.1	3.0			54.0	2.8			40.8	2.1			
2.540	0.100	70.31	73.4	3.7	-	5.3	68.3	3.5	-	5.0	55.1	2.8	-	4.0	
3.810	0.150		98.9	5.0			96.7	4.4			79.5	4.1			
5.080	0.200	105.46	112.2	5.7	-	5.4	107.1	5.5	-	5.2	90.8	4.6	-	4.4	
6.350	0.250		136.6	7.0			126.4	6.4			103.0	5.2			
7.620	0.300		159.1	8.1			142.8	7.3			122.4	6.2			
10.160	0.400		175.4	8.9			164.2	8.4			131.5	6.7			
12.700	0.500		201.9	10.3			179.5	9.1			144.8	7.4			
OBSERVACIONES:															

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING RESPONSABLE CAP 36121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																			
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR																			
(MTC E-132 / ASTM D-1883)																			
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA																		
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022																		
UBICACIÓN	: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA																		
MUESTRA	: TRINCHERA																		
MATERIAL	: NATURAL + ADICION PET 3.0% II																		
PKICAL/ MSTR.	: T-01/M 01																		
	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T. FECHA MUESTREO: 23/09/2022 FECHA EJECUCIÓN: 10/10/2022																		
DATOS DE LA MUESTRA																			
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																			
<p>Gráfico de densidad seca (g/cm³) vs CBR (%). El eje Y muestra densidad seca de 1.680 a 1.900 g/cm³. El eje X muestra CBR (%) de 3.5 a 5.5. Se muestran dos curvas: una verde y una azul. Una línea horizontal roja está en 1.780 g/cm³. Una línea vertical roja está en 4.5% CBR. El punto de intersección de la línea roja horizontal con la curva azul indica un CBR de aproximadamente 4.5%.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.876</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 13.30</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.783</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">RESULTADOS:</th> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td style="text-align: right;">= 5.32 %</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;">= 4.68 %</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;">= 5.42 %</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;">= 4.95 %</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.876	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.30	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.783	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 5.32 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 4.68 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 5.42 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 4.95 %
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180																		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.876																		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.30																		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.783																		
RESULTADOS:																			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 5.32 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 4.68 %																		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 5.42 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 4.95 %																		
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																	
<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs penetración (mm) para EC = 56 golpes. El eje Y muestra carga de 0.0 a 12.0 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.00 a 12.00 mm. Se muestran dos curvas: una para CBR (0.1") = 5% y otra para CBR (0.2") = 5%.</p>	<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs penetración (mm) para EC = 25 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 12 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.00 a 2.10 mm. Se muestran dos curvas: una para CBR (0.1") = 5% y otra para CBR (0.2") = 5%.</p>	<p>Gráfico de carga (g/cm²) vs penetración (mm) para EC = 12 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 12 g/cm². El eje X muestra penetración de 0.00 a 12.00 mm. Se muestran dos curvas: una para CBR (0.1") = 4.0% y otra para CBR (0.2") = 4.4%.</p>																	
OBSERVACIONES:																			

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
JANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G Meléndez Tuesta
ING RESPONSABLE - CP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA					
TESIS		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022					
UBICACIÓN		: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.		
MUESTRA		: TRINCHERA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.		
MATERIAL		: NATURAL + ADICION PET 3.0% III			FECHA MUESTREO: 23/09/2022		
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01			FECHA EJECUCIÓN: 28/09/2022		
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	56Gip.
ENSAYOS N°		1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.	5,638	5,703	5,778	5,759		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,830	1,895	1,970	1,951		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,970	2,040	2,121	2,100		
Recipiente Numero		13	14	15	16		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	105.79	106.34	104.83	118.11		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	98.59	97.71	94.82	105.01		
Tara	gr.	18.10	19.16	18.10	18.64		
Peso del agua	gr.	7.20	8.63	10.01	13.10		
Peso del Suelo Seco	gr.	80.49	78.55	76.72	86.37		
Contenido de agua	%	8.95	10.99	13.05	15.17		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.808	1.838	1.876	1.824		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		1.876	(gr/cm3)	Humedad óptima		13.30	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
JANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez T.
ING. RESPONSABLE - CIP 38121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA													
TESIS		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022													
UBICACIÓN		: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA						TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.							
MUESTRA		: TRINCHERA						ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.							
MATERIAL		: NATURAL + ADICION PET 3.0% III						FECHA MUESTREO: 23/09/2022							
PK/CAL/ MSTR.		: T-01/M 01						FECHA EJECUCIÓN: 15/10/2022							
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	4			2			6								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8593.00	8756.00		8461.00	8711.00		8046.00	8337.00							
Peso de molde (g)	4034.00	4034.00		4158.00	4158.00		3993.00	3993.00							
Peso del suelo húmedo (g)	4559.00	4722.00		4303.00	4553.00		4053.00	4344.00							
Volumen del molde (cm ³)	2180.73	2180.73		2104.94	2104.94		2114.28	2114.28							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.110	2.185		2.044	2.183		1.917	2.055							
Tara (N°)	29	28		27	52		57	38							
Peso suelo húmedo + tara (g)	76.89	104.03		89.11	99.62		93.12	106.21							
Peso suelo seco + tara (g)	68.69	91.16		80.88	95.99		84.56	94.86							
Tara (g)	17.71	18.17		18.01	21.82		21.76	26.28							
Peso de agua (g)	8.20	12.87		8.23	13.63		8.56	11.35							
Peso de suelo seco (g)	50.98	72.99		62.87	64.17		62.80	66.60							
Contenido de humedad (%)	16.08	17.63		13.09	21.24		13.63	16.55							
Densidad seca (g/cm ³)	1.818	1.858		1.808	1.784		1.687	1.763							
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
15/10/22	12:30	0	5.94	0.000	0.000	7.52	0.000	0.000	7.22	0.000	0.000				
16/10/22	12:30	24	9.10	3.160	2.717	12.26	4.740	4.076	11.16	3.940	3.388				
17/10/22	12:30	48	9.89	3.950	3.396	13.13	5.610	4.824	12.41	5.190	4.463				
18/10/22	12:30	72	10.26	4.320	3.715	13.31	5.790	4.979	12.42	5.200	4.471				
19/10/22	12:30	96	11.54	5.600	4.815	13.39	5.870	5.047	12.48	5.260	4.523				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-04		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-06	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CORRECCION	CORRECCION	CORRECCION	CORRECCION						
mm	pu/g.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		26.5	1.4			24.5	1.2			18.4	0.9			
1.270	0.050		39.8	2.0			35.7	1.8			28.6	1.5			
1.905	0.075		59.1	3.0			54.0	2.8			40.8	2.1			
2.540	0.100	70.31	74.4	3.8	-	5.4	69.3	3.5	-	5.0	56.1	2.9	-	4.1	
3.810	0.150		99.9	5.1			87.7	4.5			80.6	4.1			
5.080	0.200	105.46	114.2	5.8	-	5.5	109.1	5.6	-	5.3	91.8	4.7	-	4.4	
6.350	0.250		138.7	7.1			128.5	6.5			105.0	5.4			
7.620	0.300		162.1	8.3			144.8	7.4			124.4	6.3			
10.160	0.400		178.5	9.1			167.2	8.5			133.6	6.6			
12.700	0.500		206.0	10.5			182.5	9.3			146.8	7.5			
OBSERVACIONES:															

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez T. Ing. RESPONSABLE - CP 6121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																			
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883)																			
TESISTAS : ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA																			
TESIS : INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-B EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022																			
UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.																		
MUESTRA : TRINCHERA	ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.																		
MATERIAL : NATURAL + ADICION PET 3.0% III	FECHA MUESTREO: 23/08/2022																		
PK/CAL/ MSTR. : T-01 / M 01	FECHA EJECUCIÓN: 19/10/2022																		
DATOS DE LA MUESTRA																			
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																			
<p>Gráfico de densidad seca (g/cm³) vs CBR (%). El eje Y muestra densidad seca de 1.680 a 1.900 g/cm³. El eje X muestra CBR (%) de 4.0 a 6.0. Se muestran curvas de compactación y líneas de referencia para 100% y 95% de la M.D.S. a 0.1" y 0.2".</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.876</td> </tr> <tr> <td>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 13.30</td> </tr> <tr> <td>95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.783</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 5.39 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 4.68 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 5.52 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 5.08 %</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.876	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.30	95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.783	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 5.39 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 4.68 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 5.52 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 5.08 %
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180																		
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.876																		
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.30																		
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.783																		
RESULTADOS:																			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 5.39 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 4.68 %																		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 5.52 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 5.08 %																		
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																	
<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs penetración (mm) para 56 golpes. El eje Y muestra carga de 0.0 a 12.0 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.700 mm. Se indican valores de CBR (0.1") = 5% y CBR (0.2") = 5%.</p>	<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs penetración (mm) para 25 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 12 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.700 mm. Se indican valores de CBR (0.1") = 5% y CBR (0.2") = 5%.</p>	<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs penetración (mm) para 12 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 12 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.700 mm. Se indican valores de CBR (0.1") = 4.1% y CBR (0.2") = 4.4%.</p>																	
OBSERVACIONES:																			

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 38121

Material Natural +

PET 6.0%

T-01 - M-01

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
LIMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)					
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ				
	: ROWEL MORA YAJAHUANGA				
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022				
UBICACIÓN	: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA	: TRINCHERA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL	: NATURAL + PET 6.0 %			FECHA MUESTREO: 23-09-2022	
PK/CAL/ MSTR.	: T-01 / M 01			FECHA EJECUCIÓN: 18-10-2022	
DATOS DE LA MUESTRA					
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° CAPSULA	ID	22	41	40	
TARA + SUELO HUMEDO	(g)	33.28	29.96	26.68	
TARA + SUELO SECO	(g)	27.09	24.80	22.43	
PESO DE AGUA	(g)	6.19	5.16	4.25	
TARA	(g)	9.35	9.34	9.33	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	17.74	15.46	13.10	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.89	33.38	32.44	
NUMERO DE GOLPES		17	24	30	
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° TARRO	ID	6			
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	15.01			
TARA + SUELO SECO	(g.)	13.49			
TARA	(g.)	6.59			
PESO DEL AGUA	(g.)	1.52			
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	6.90			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.03			
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LIMITE LIQUIDO (%)	33.22				
LIMITE PLASTICO (%)	22.03				
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.19				
OBSERVACIONES:					

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
"TECNICOLABORATORISTA"

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LUIS G. MELÉNDEZ TUESTA
ING. RESPONSABLE - CIP 5812

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA
MUESTRA	: TRINCHERA
MATERIAL	: NATURAL + PET 6.0 %
PK/CAL/ MSTR.	: T-01 / M 01
	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T. FECHA MUESTREO: 23/09/2022 FECHA EJECUCIÓN: 18/10/2022
DATOS DE LA MUESTRA	
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :	
ENSAYO N°	1
Recipiente N°	17
Tara (gr)	18.47
Tara + muestra húmeda (gr)	90.60
Tara + muestra seca (gr)	83.45
Peso del agua contenida (gr)	7.15
Peso de la muestra seca (gr)	64.98
Contenido de Humedad (%)	11.00
Contenido de Humedad Promedio (%)	11.00
OBSERVACIONES:	

MAGMA SAC - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 58120

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ					
TESIS		: ROWEL MORA YAJAHUANCA					
UBICACIÓN		: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA				TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA		: TRINCHERA				ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL		: NATURAL + ADICION PET 6.0% I				FECHA MUESTREO: 23/09/2022	
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01				FECHA EJECUCIÓN: 28/09/2022	
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	929	m3,	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3808	gr.	N° de golpes	58Glp.
ENSAYOS N°			1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.		5,599	5,666	5,733	5,722	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.		1,791	1,858	1,925	1,914	
Peso Volumetrico Humedo	gr.		1,928	2,000	2,072	2,060	
Recipiente Numero			3	4	5	6	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.		113.86	112.99	112.88	113.54	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.		105.63	103.21	101.56	100.67	
Tara	gr.		18.98	18.82	18.83	18.73	
Peso del agua	gr.		8.23	9.78	11.32	12.87	
Peso del Suelo Seco	gr.		86.65	84.39	82.73	81.94	
Contenido de agua	%		9.50	11.59	13.68	15.71	
Densidad Seca del Suelo	gr/cc		1.761	1.792	1.823	1.781	
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca			1.823	(gr/cm3)	Humedad óptima		13.78
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

MAGMA SAC. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 38121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ													
		: ROWEL MORA YAJAHUANCA													
TESIS		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022													
UBICACIÓN		: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA						TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.							
MUESTRA		: TRINCHERA						ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.							
MATERIAL		: NATURAL + ADICION PET 6.0% I						FECHA MUESTREO: 23/09/2022							
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01						FECHA EJECUCIÓN: 05/10/2022							
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	14			8			10								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	58			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO					
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9319.00	9507.00	8424.00	8665.00	8902.00	9198.00									
Peso de molde (g)	4944.00	4944.00	4342.00	4342.00	5000.00	5000.00									
Peso del suelo húmedo (g)	4375.00	4563.00	4082.00	4323.00	3902.00	4198.00									
Volumen del molde (cm ³)	2104.92	2104.92	2104.94	2104.94	2104.94	2104.94									
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.078	2.168	1.939	2.054	1.854	1.994									
Tara (N°)	43	48	24	41	51	20									
Peso suelo húmedo + tara (g)	104.20	72.05	98.15	73.04	76.36	99.46									
Peso suelo seco + tara (g)	93.71	63.17	88.53	66.33	69.27	84.86									
Tara (g)	18.63	18.35	17.85	26.82	17.86	19.17									
Peso de agua (g)	10.49	8.88	9.62	7.71	7.09	14.61									
Peso de suelo seco (g)	75.08	44.82	70.68	38.51	51.41	65.68									
Contenido de humedad (%)	13.97	19.81	13.61	20.02	13.79	22.24									
Densidad seca (g/cm ³)	1.824	1.809	1.707	1.711	1.629	1.631									
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
05/10/22	15:30	0	15.45	0.000	0.000	0.71	0.000	0.000	16.47	0.000	0.000				
06/10/22	15:30	24	19.12	3.670	3.156	5.86	5.150	4.428	20.44	3.970	3.414				
07/10/22	15:30	48	20.11	4.660	4.007	5.89	5.180	4.454	21.4	4.930	4.239				
08/10/22	15:30	72	20.59	5.140	4.420	5.89	5.180	4.454	21.41	4.940	4.248				
09/10/22	15:30	96	20.96	5.510	4.738	5.99	5.280	4.540	21.41	4.940	4.248				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-14		MOLDE N°		M-08		MOLDE N°		M-10	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		18.4	0.9			15.3	0.8			12.2	0.6			
1.270	0.050		30.6	1.6			25.5	1.3			21.4	1.1			
1.905	0.075		38.7	2.0			33.7	1.7			29.6	1.5			
2.540	0.100	70.31	46.9	2.4	-	3.4	41.8	2.1	-	3.0	36.7	1.9	-	2.7	
3.810	0.150		61.2	3.1			57.1	2.9			50.0	2.5			
5.080	0.200	105.46	73.4	3.7	-	3.5	68.3	3.5	-	3.3	59.1	3.0	-	2.9	
6.350	0.250		84.6	4.3			78.5	4.0			69.3	3.5			
7.620	0.300		96.9	4.9			87.7	4.5			76.5	3.9			
10.160	0.400		116.2	5.9			102.0	5.2			90.8	4.6			
12.700	0.500		136.6	7.0			116.2	5.9			104.0	5.3			
OBSERVACIONES:															

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis O. Meléndez Tuzeta
ING. RESPONSABLE - CIP 5174

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																			
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR																			
(MTC E-132 / ASTM D-1883)																			
TESISTAS	: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA																		
TESIS	: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022																		
UBICACIÓN	: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA																		
MUESTRA	: TRINCHERA																		
MATERIAL	: NATURAL + ADICION PET 6.0% I																		
PK/CAL/MSTR.	: T-01 / M 01																		
	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T. FECHA MUESTREO: 23/09/2022 FECHA EJECUCIÓN: 09/10/2022																		
DATOS DE LA MUESTRA																			
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																			
<p>Gráfico de densidad seca (g/cm³) vs CBR (%). El eje Y muestra densidad seca de 1.620 a 1.840 g/cm³. El eje X muestra CBR (%) de 2.5 a 3.7. Se muestran dos curvas: una superior (verde) y una inferior (azul). Una línea horizontal roja está trazada a 1.732 g/cm³, que coincide con el 95% de la máxima densidad seca. Se marcan los puntos de CBR correspondientes a esta densidad: 3.40% para la curva superior y 3.10% para la curva inferior.</p>	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.823</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 13.78</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.732</td> </tr> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 3.40 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 3.10 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 3.55 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 3.36 %</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.823	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.78	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.732	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 3.40 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 3.10 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 3.55 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 3.36 %
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180																		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.823																		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.78																		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.732																		
RESULTADOS:																			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 3.40 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 3.10 %																		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 3.55 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 3.36 %																		
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																	
<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs Penetración (mm) para 56 golpes. El eje Y muestra carga de 0.0 a 8.0 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.700 mm. Se muestran dos curvas: una superior (rojo) y una inferior (verde). Se marcan los puntos de CBR correspondientes: 3% para la curva superior y 4% para la curva inferior.</p>	<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs Penetración (mm) para 25 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 8 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.700 mm. Se muestran dos curvas: una superior (rojo) y una inferior (verde). Se marcan los puntos de CBR correspondientes: 3% para la curva superior y 3% para la curva inferior.</p>	<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs Penetración (mm) para 12 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 6 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.700 mm. Se muestran dos curvas: una superior (rojo) y una inferior (verde). Se marcan los puntos de CBR correspondientes: 2.7% para la curva superior y 2.9% para la curva inferior.</p>																	
OBSERVACIONES:																			

MAGMA SAC - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
J. Soberón
"JANITO H. SOBERÓN HERRERA"
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - RUP 38421

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ					
		: ROWEL MORA YAJAHUANCA					
TESIS		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022					
UBICACIÓN		: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA				TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA		: TRINCHERA				ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL		: NATURAL + ADICION PET 6.0% II				FECHA MUESTREO: 23/09/2022	
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01				FECHA EJECUCION: 28/09/2022	
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Dímetro Molde	4"	Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3908	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°			1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	5,589	5,666	5,733	5,722		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,791	1,858	1,925	1,914		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,928	2,000	2,072	2,060		
Recipiente Numero		3	4	5	6		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	113.86	112.99	112.88	113.54		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	105.63	103.21	101.56	100.67		
Tara	gr.	18.98	18.92	18.83	18.73		
Peso del agua	gr.	8.23	9.78	11.32	12.87		
Peso del Suelo Seco	gr.	86.65	84.39	82.73	81.94		
Contenido de agua	%	9.50	11.59	13.68	15.71		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.761	1.792	1.823	1.781		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		1.823	(gr/cm3)	Humedad óptima		13.78	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
JANITO H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
Luis G. Meléndez Questa
 INGENIERO RESPONSABLE CIP 38121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTAS		: ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ													
		: ROWEL MORA YAJAHUANCA													
TESIS		: INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022													
UBICACIÓN		: DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA						TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.							
MUESTRA		: TRINCHERA						ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.							
MATERIAL		: NATURAL + ADICION PET 6.0% II						FECHA MUESTREO: 23/09/2022							
PK/CAL/ MSTR.		: T-01 / M 01						FECHA EJECUCIÓN: 10/10/2022							
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	1			13			7								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9386.00	9572.00		9169.00	9386.00		8931.00	8941.00		8031.00	8941.00				
Peso de molde (g)	5022.00	5022.00		4964.00	4964.00		4202.00	4202.00		4202.00	4202.00				
Peso del suelo húmedo (g)	4364.00	4550.00		4205.00	4424.00		3829.00	4139.00		3829.00	4139.00				
Volumen del molde (cm ³)	2123.06	2123.06		2086.78	2086.78		2086.78	2086.78		2086.79	2086.79				
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.056	2.143		2.015	2.084		1.835	1.983		1.835	1.983				
Tara (N°)	50	50		22	56		48	22		48	22				
Peso suelo húmedo + tara (g)	66.36	77.98		69.42	98.01		68.27	87.92		68.27	87.92				
Peso suelo seco + tara (g)	60.78	67.38		63.54	85.38		62.70	75.16		62.70	75.16				
Tara (g)	18.43	18.43		18.02	21.88		18.35	18.02		18.35	18.02				
Peso de agua (g)	5.56	10.60		5.88	12.62		5.57	12.76		5.57	12.76				
Peso de suelo seco (g)	42.35	48.95		45.52	63.51		44.35	57.14		44.35	57.14				
Contenido de humedad (%)	13.18	21.65		12.92	19.87		12.56	22.33		12.56	22.33				
Densidad seca (g/cm ³)	1.816	1.762		1.785	1.769		1.630	1.621		1.630	1.621				
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
10/10/22	15:30	0	16.21	0.000	0.000	4.79	0.000	0.000	14.33	0.000	0.000				
11/10/22	15:30	24	19.21	3.000	2.580	10.62	5.830	5.013	19.58	5.250	4.514				
12/10/22	15:30	48	20.12	3.910	3.362	10.05	6.060	5.211	19.50	5.250	4.514				
13/10/22	15:30	72	20.39	4.100	3.594	10.03	6.140	5.279	19.58	5.250	4.514				
14/10/22	15:30	96	20.41	4.200	3.611	10.97	6.180	5.314	19.58	5.250	4.514				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-13		MOLDE N°		M-07	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		16.3	0.8			14.3	0.7			11.2	0.6			
1.270	0.050		29.6	1.2			19.4	1.0			17.3	0.9			
1.905	0.075		33.7	1.7			28.6	1.5			24.5	1.2			
2.540	0.100	70.31	41.8	2.1	-	3.0	36.7	1.9	-	2.7	30.6	1.6	-	2.2	
3.810	0.150		60.2	3.1			44.9	2.3			41.8	2.1			
5.080	0.200	105.46	71.4	3.6	-	3.4	60.2	3.1	-	2.9	52.0	2.6	-	2.5	
6.350	0.250		85.7	4.4			73.4	3.7			61.2	3.1			
7.620	0.300		96.9	5.0			86.7	4.4			69.3	3.5			
10.160	0.400		122.4	6.2			112.2	5.7			83.6	4.3			
12.700	0.500		148.8	7.5			132.6	6.8			96.9	4.9			
OBSERVACIONES :															

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez T.
ING. RESPONSABLE - CP 50121

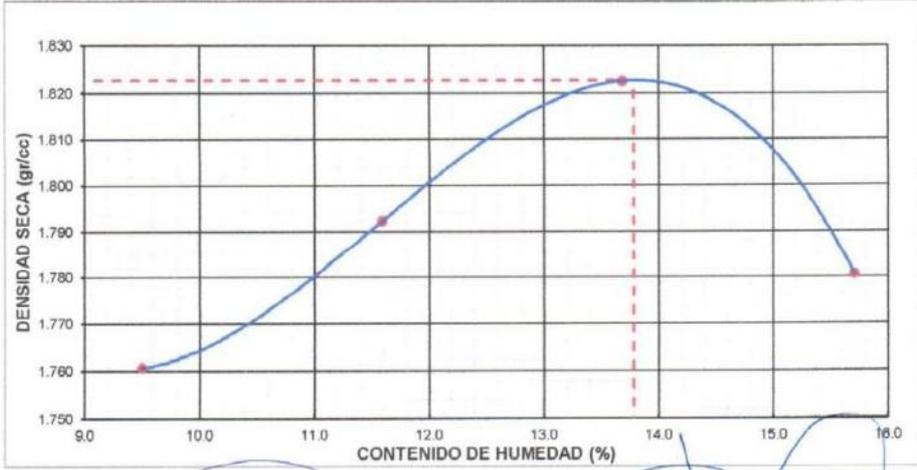


MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JANITO H. SOBERÓN HERRER
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE: CIP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTAS		ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ					
		ROWEL MORA YAJAHUANCA					
TESIS		INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022					
UBICACIÓN		DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA				TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MUESTRA		TRINCHERA				ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL		NATURAL + ADICION PET 6.0% III				FECHA MUESTREO: 23/09/2022	
PK/CAL/ MSTR.		T-01 / M 01				FECHA EJECUCIÓN: 28/09/2022	
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5
	Método	A	Peso Molde	3806	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°		1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.	5,599	5,666	5,733	5,722		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,791	1,858	1,925	1,914		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.928	2.000	2.072	2.060		
Recipiente Numero		3	4	5	6		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	113.86	112.99	112.88	113.54		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	105.63	103.21	101.56	100.67		
Tara	gr.	18.98	18.82	18.83	18.73		
Peso del agua	gr.	8.23	9.78	11.32	12.87		
Peso del Suelo Seco	gr.	86.65	84.39	82.73	81.94		
Contenido de agua	%	9.50	11.59	13.68	15.71		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.761	1.792	1.823	1.781		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		1.823	(gr/cm3)	Humedad óptima		13.78	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							
							

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - QIP 5621

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTAS		ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ ROWEL MORA YAJAHUANCA													
TESIS		INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022													
UBICACIÓN		DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA										TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.			
MUESTRA		TRINCHERA										ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
MATERIAL		NATURAL + ADICION PET 6.0% III										FECHA MUESTREO: 23/09/2022			
PK/CAL/MSTR.		T-01 / M 01										FECHA EJECUCION: 15/10/2022			
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	14			8			10								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9320.00	9509.00	8422.00	8666.00	8904.00	9196.00									
Peso de molde (g)	4944.00	4944.00	4342.00	4342.00	5000.00	5000.00									
Peso del suelo húmedo (g)	4376.00	4565.00	4080.00	4324.00	3904.00	4196.00									
Volumen del molde (cm ³)	2104.92	2104.92	2104.94	2104.94	2104.94	2104.94									
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.079	2.169	1.938	2.054	1.855	1.993									
Tara (N°)	44	43	29	36	30	46									
Peso suelo húmedo + tara (g)	105.14	72.29	97.84	74.21	75.87	99.54									
Peso suelo seco + tara (g)	94.11	64.13	87.96	66.18	69.42	85.46									
Tara (g)	18.62	18.63	17.71	26.99	17.80	19.63									
Peso de agua (g)	11.03	8.16	9.88	8.03	6.45	14.08									
Peso de suelo seco (g)	75.49	45.50	70.25	39.19	51.62	65.83									
Contenido de humedad (%)	14.61	17.93	14.06	20.49	12.50	21.39									
Densidad seca (g/cm ³)	1.814	1.839	1.699	1.705	1.649	1.642									
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
15/10/22	15:30	0	15.42	0.000	0.000	1.24	0.000	0.000	15.49	0.000	0.000				
16/10/22	15:30	24	18.26	2.840	2.442	4.23	2.990	2.571	19.41	3.920	3.371				
17/10/22	15:30	48	19.80	4.470	3.844	5.99	4.750	4.084	20.17	4.680	4.024				
18/10/22	15:30	72	20.14	4.720	4.058	6.17	4.930	4.239	21.2	5.710	4.910				
19/10/22	15:30	96	20.62	5.200	4.471	6.19	4.950	4.256	21.61	6.120	5.262				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-14		MOLDE N°		M-08		MOLDE N°		M-10	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		19.4	1.0			16.3	0.8			13.3	0.7			
1.270	0.050		28.6	1.5			26.5	1.4			22.4	1.1			
1.905	0.075		39.8	2.0			35.7	1.8			28.6	1.5			
2.540	0.100	70.31	44.9	2.3	-	3.3	41.8	2.1	-	3.0	35.7	1.8	-	2.6	
3.810	0.150		62.2	3.2			56.1	2.9			47.9	2.4			
5.080	0.200	105.46	71.4	3.6	-	3.4	68.3	3.5	-	3.3	57.1	2.9	-	2.6	
6.350	0.250		82.6	4.2			80.6	4.1			68.3	3.5			
7.620	0.300		97.9	5.0			89.7	4.6			75.5	3.8			
10.160	0.400		115.2	5.9			112.2	5.7			91.8	4.7			
12.700	0.500		134.6	6.9			115.2	5.9			107.1	5.5			
OBSERVACIONES :															

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
JANIO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS									
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR									
(MTC E-132 / ASTM D-1883)									
TESISTAS : ANDY ALEXIS GUEVARA CHÁVEZ : ROWEL MORA YAJAHUANCA TESIS : INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO (PET) EN EL CBR DE SUBRASANTES TIPO A-6 EN LA VÍA MOCHENTA-SAN NICOLAS, JAÉN - 2022 UBICACIÓN : DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA MUESTRA : TRINCHERA MATERIAL : NATURAL + ADICION PET 6.0% III PK/CAL/ MSTR. : T-01 / M 01	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T. FECHA MUESTREO: 23/09/2022 FECHA EJECUCIÓN: 19/10/2022								
DATOS DE LA MUESTRA									
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR									
<p>Gráfico de densidad seca (g/cm³) vs CBR (%). El eje Y muestra densidad seca de 1.620 a 1.840 g/cm³. El eje X muestra CBR (%) de 2.4 a 3.6. Se muestran tres curvas: una verde (100% M.D.S. a 0.1"), una azul (95% M.D.S. a 0.1") y una roja (100% M.D.S. a 0.2").</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.823</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 13.78</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.732</td> </tr> </table> RESULTADOS: Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" = 3.25 % Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" = 3.10 % Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" = 3.45 % Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" = 3.38 % OBSERVACIONES: 	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.823	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.78	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.732
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180								
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.823								
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.78								
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.732								
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES							
<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs penetración (mm) para EC = 56 GOLPES. El eje Y muestra carga de 0.0 a 8.0 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.800 a 12.000 mm. Se muestran curvas para CBR (0.1") = 3% y CBR (0.2") = 3%.</p>	<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs penetración (mm) para EC = 25 GOLPES. El eje Y muestra carga de 0 a 8 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.800 a 12.000 mm. Se muestran curvas para CBR (0.1") = 3% y CBR (0.2") = 3%.</p>	<p>Gráfico de carga (g/cm²) vs penetración (mm) para EC = 12 GOLPES. El eje Y muestra carga de 0 a 8 g/cm². El eje X muestra penetración de 0.800 a 12.000 mm. Se muestran curvas para CBR (0.1") = 2.6% y CBR (0.2") = 2.8%.</p>							
OBSERVACIONES:									

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuest
ING. RESPONSABLE (19/10/2022)

Registro de la Propiedad Industrial

Oficina de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00042358

La Oficina de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 010408-2006/OSD - INDECOPI de fecha 07 de Julio de 2006, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo :



Distingue : Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y concreto para obras y proyectos de irrigación, hidroenergéticas, viales, edificaciones en general; servicios científicos y tecnológicos así como servicios de investigación y diseño relativos a actividades de ingeniería

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0266428-2006

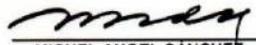
Titular : MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.

País : PERU

Vigencia : 07 de Julio de 2016

Tomo : 212

Folio : 158


**MIGUEL ANGEL SANCHEZ
DEL SOLAR QUINONES**
Jefe de la Oficina
de Signos Distintivos
INDECOPI

**MAGMA SERVICIOS GENERALES
DE INGENIERIA S.A.C.**
ING. LUIS G. MELÉNDEZ PRIETA
GERENTE TÉCNICO



EXPEDIENTE N° 664859-2016

RESOLUCIÓN N° 007686 - 2016/OSD - Reg - Indecopi

Lima, 07 de Julio de 2016

Con fecha 09 de junio de 2016, MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C., de Perú, solicita la renovación del registro N° 42358.

1. ANÁLISIS

Los artículos 152° y 153° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, estipulan que la renovación del registro de una marca deberá solicitarse ante la Oficina Competente, dentro de los seis meses anteriores a la fecha de su expiración. No obstante, el titular de la marca gozará de un plazo de gracia de seis meses, contado a partir de la fecha de su expiración.

Asimismo, habiéndose cumplido con las formalidades establecidas en el trámite procedente, las disposiciones contenidas en los artículos 177°, 179°, 184°, 186° y 188° de la Decisión 246, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y el artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1675, en lo que corresponde así como lo señalado por el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Interopti, procede acceder a la renovación solicitada.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 36°, 40° y 41° de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - Indecopi, sancionada por Decreto Legislativo N° 1028, Reglamento y sus modificatorias, concordante con el artículo 4° del Decreto Legislativo N° 1975, que aprueba disposiciones complementarias a la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial.

2. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de Servicio de la Propiedad Industrial, a favor de MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C., la renovación del registro de la marca de servicio constituida por la denominación MAGMA escrita en letras caracterizadas donde la primera letra A representa un volcán del cual emerge lava y en la parte inferior se aprecia la frase SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C. escrita en letras caracterizadas, todo en los colores negro, rojo y amarillo, de la clase 42 de la Clasificación Internacional, inscrita con certificado N° 42358, quedando bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado desde el vencimiento del registro anterior, que expirará el 07 de junio de 2026.

Regístralo y comunícalo



María Isabel Magaña Torres
Área de Registro y Archivo
Dirección de Signos Distintivos
Indecopi

Anexo 04. Panel fotográfico



Foto 01: Trabajos para la toma de muestras de Trinchera 01 de la Carretera Mochenta – San Nicolas, progresivo km 2+068, margen izquierdo.



Foto 02: Trabajos para la toma de muestras de Trinchera 02 de la Carretera Mochenta – San Nicolas, progresivo km 2+084, margen izquierdo.



Foto 03: Trabajos para la toma de muestras de Trinchera 03 de la Carretera Mochenta – San Nicolas, progresivo km 3+000, margen izquierdo.



Foto 04: Peso de muestra para realizar el ensayo de humedad de acuerdo al manual del MTC para ensayo de materiales.



Foto 05: Muestras llevadas al horno para realizar el ensayo de humedad de acuerdo al manual del MTC para ensayos de materiales.



Foto 06: Muestras puesta a remojar para realizar el ensayo Granulométrico de acuerdo al manual del MTC para ensayos de materiales.



Foto 07: Muestras puesto a tamizar según el ensayo MTC E 107.



Foto 08: Pesos de suelo retenido en diferentes tamices del ensayo de Granulometría.



Foto 09: La muestra en preparación con el propósito de realizar el ensayo de Límites.



Foto 10: Preparación de muestra con el propósito de realizar la prueba de Límites de Atterberg.



Foto 11: Utilización de la copa Casagrande a fin de efectuar la determinación del LL.



Foto 12: Formación de cilindros delgados para la determinación del límite plástico.



Foto 13: Compactación del espécimen en la prueba del Proctor modificado.



Foto 14: Peso del material compactado en la prueba del Proctor modificado.



Foto 15: Lectura del dial en las muestras del CBR con suelo natural.



Foto 16: Sumergimiento de las muestras del CBR en agua, a fin de medir el hinchamiento.



Foto 17: Cuarteo del PET, para ser mezclado con el suelo tipo A-6.



Foto 18: Peso del PET al 1.5% para ser reemplazado en relación al peso del suelo natural.



Foto 19: Mezcla del Suelo Tipo A-6 con el PET al 1.5% en relación al peso del suelo natural.



Foto 20: Compactación del suelo más adición del PET al 1.5%, CBR-Primera repetición.



Foto 21: Humectación del suelo más PET al 3.0%, CBR-Primera repetición.



Foto 22: Compactación del suelo más PET 3.0%, CBR-Primera repetición.



Foto 23: Mezcla del Suelo Tipo A-6 con el PET al 6.0% en relación al peso del suelo natural.



Foto 24: Compactación del suelo más PET 6.0%, CBR-Primera repetición.



Foto 25: Peso de las muestras compactadas, para la determinación del CBR – Primera repetición.



Foto 26: Lectura del dial de las muestras al 1.5%, 3.0% y 6.0%, antes de entrar a sumergirse en agua, CBR – Primera repetición.



Foto 27: Compactación del suelo más PET 1.5%, CBR-Segunda repetición.



Foto 28: Compactación del suelo más PET 3.0%, CBR-Segunda repetición.



Foto 29: Enrasamiento de la muestra del suelo A-6 más PET 6.0%, CBR-Segunda repetición.



Foto 30: Lectura del dial de las muestras al 1.5%, 3.0% y 6.0%, antes de entrar a sumergirse en agua, CBR – Segunda repetición.



Foto 31: Mezcla del Suelo Tipo A-6 con el PET al 1.5% en relación al peso del suelo natural.



Foto 32: Humectación del suelo más PET al 1.5%, CBR - Tercera repetición.



Foto 33: Compactación del suelo más PET 1.5%, CBR - Tercera repetición.



Foto 34: Compactación del suelo más PET 3.0%, CBR - Tercera repetición.



Foto 35: Compactación del suelo más PET 6.0%, CBR - Tercera repetición.



Foto 36: Toma de peso de las muestras compactadas con PET al 1.55, 3.0% y 6.0%.



Foto 37: Toma de lectura del dial y colocación al agua de las muestras compactadas con PET al 1.55, 3.0% y 6.0%.



Foto 38: Control diario de toma de lectura del dial, de las muestras sumergidas, con 1.5%, 3.0% y 6.0% de PET.



Foto 39: Determinación del valor relativo de soporte - CBR de las muestras con distintos porcentajes 1.5%, 3.0% y 6.0 de PET.



Foto 40: Determinación del valor relativo de soporte - CBR de las muestras con distintos porcentajes 1.5%, 3.0% y 6.0 de PET.



Foto 41: Determinación del CBR de las muestras con distintos porcentajes 1.5%, 3.0% y 6.0 de PET.



Foto 42: Humectación del suelo a fin de realizar la prueba del Proctor modificado con distintos porcentajes de PET (1.5%, 3.0% y 6.0%).



Foto 43: Ejecución de la prueba de Proctor modificado empleando distintos porcentajes de PET (1.5%, 3.0% y 6.0%).



Foto 44: Peso y mezcla del suelo para realizar Granulometría con distintos porcentajes de PET (1.5%, 3.0% y 6.0%).



Foto 45: Peso y mezcla del suelo para realizar Granulometría con distintos porcentajes de PET (1.5%, 3.0% y 6.0%).



Foto 46: Ejecución del ensayo de granulometría con distintos porcentajes de PET (1.5%, 3.0% y 6.0%).



Foto 47: Preparación de muestras para límites de Atterberg con distintos porcentajes de PET (1.5%, 3.0% y 6.0%).



Foto 48: Ejecución del ensayo de LL con distintos porcentajes de PET (1.5%, 3.0% y 6.0%).



Foto 49: Ejecución del ensayo de límite plástico con distintos porcentajes de PET (1.5%, 3.0% y 6.0%).



Foto 50: Ejecución del ensayo de límite plástico con distintos porcentajes de PET (1.5%, 3.0% y 6.0%).



Foto 51: Lavado del Polietileno Tereftalato (PET) y secado a temperatura ambiente en una bandeja de aluminio.



Foto 52: Selección de muestra de Polietileno Tereftalato (PET) mediante la técnica del cuarteo y tamizado.

Anexo 05. Ficha técnica del Polietileno Tereftalato (PET)

	PLASTICOS REUNIDOS S.A.	CÓDIGO:	001
	FICHA TÉCNICA – ESCAMAS DE PET LAVADOS POSTCONSUMO	FECHA:	06/05/2022
		VERSIÓN:	01
ÁREA: PRODUCCIÓN		PÁGINA:	1/1

Propiedades	Unidades	Valores
Densidad a Granel	Kg/m ³	330
Contenido de Humedad	% wt	< 1
Tamaño promedio de escamas	mm	10
Impurezas	Unidades	Valores
PVC	ppm	< 40
Metales	ppm	< 20
Poliestireno	ppm	< 20
Polipropileno	ppm	< 20
Polietileno	ppm	< 20
Madera	ppm	< 10
Etiqueta	ppm	< 10
Caucho	ppm	< 10
Otros: Pegamento residual, papel, textiles.	ppm	< 45
PET de botellas de aceite	ppm	< 5
Polvo de PET < 1mm	% wt	< 1

©2017 Plasresa. Reservados todos los derechos. Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización expresada de Plasresa.

