



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERA CIVIL

Autores:

Lindasol Graciela Pacheco Garcia

Linnet Stefany Vera Caipu

Asesor:

Mg. Ing. Gonzalo Hugo Díaz García

<https://orcid.org/0000-0002-3441-8005>

Trujillo - Perú

2023

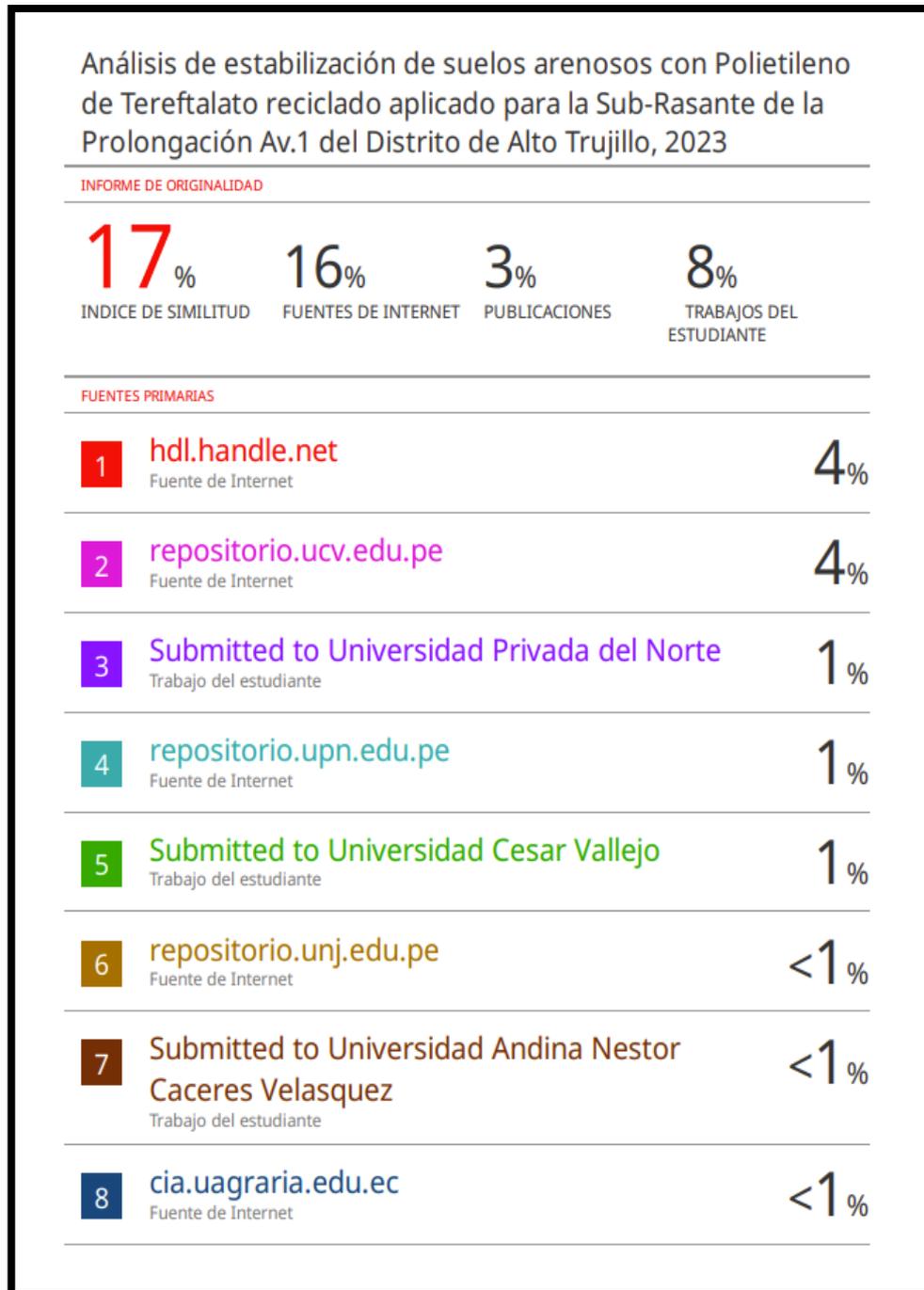
JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Sheyla Cornejo Rodriguez	41639360
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	German Sagastegui Vásquez	45373822
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Wiston Azañedo Medina	41526075
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD



DEDICATORIA

A Dios por brindarme fortaleza y sabiduría. A mi madre, Santos Garcia y a mi padre, Alberto Pacheco por su apoyo, paciencia y la seguridad que me brindaron para cumplir mis objetivos, entre ellos la Tesis. A mis hermanos José, Karlo y Lucero que me impulsan a ser mejor cada día como persona y como hermana mayor. También a Jeanpool Asmat que en todo este tiempo estuvo conmigo en las buenas y en las malas y; por último, a mis amigos que me incentivaron a seguir adelante y no dejarme sola.

Lindasol Pacheco Garcia

A Dios por guiarme, iluminarme y escucharme a través de mis oraciones. A mi madre, Roberta Caipo y padre, Javier Vera, por su empatía, apoyo incondicional, consejos, comprensión, los cuales me ayudaron a formarme como persona, además, del amor sincero y puro que me brindan, por ser mi pilar y soporte más importante en mi vida para dar siempre lo mejor de mí y no dejarme flaquear nunca.

Stefany Vera Caipu

AGRADECIMIENTO

El actual trabajo de investigación es dedicado a nuestros padres, por ser nuestro apoyo primordial en todo el proceso de nuestra carrera profesional. Ellos depositaron su confianza en cada objetivo propuesto y que nos guiaron incondicionalmente. También a nuestro asesor Mg. Ing. Gonzalo Hugo Díaz García por su ayuda y colaboración en el desarrollo de nuestra tesis.

Los Autores

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	40
CAPÍTULO III: RESULTADOS	62
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	80
REFERENCIAS	95
ANEXOS	103

Índice de tablas

Tabla 1	Diferencias entre los Tipos de suelo	19
Tabla 2	Clasificación según el tipo de Materiales	20
Tabla 3	Categorías de Subrasante por ensayos CBR	24
Tabla 4	Número de calicatas por tipo de Carretera	25
Tabla 5	Número de CBR por tipo de carretera	27
Tabla 6	Código, Propiedades y Usos del Plástico	32
Tabla 7	Conteo vehicular Prolongación Av. 1 - Promedio de vehículos diarios	43
Tabla 8	Profundidad y Ubicación de las calicatas de la Prolongación Av. 1 - Alto Trujillo.....	44
Tabla 9	Factor K para el límite líquido	55
Tabla 10	Propiedades físicas del PET.....	62
Tabla 11	Propiedades Mecánicas del PET.....	63
Tabla 12	Clasificación y coeficientes del Suelo.....	66
Tabla 13	Resultados de los Límites de Consistencia	67
Tabla 14	Máxima Densidad Seca de Suelo Natural adicionando Porcentajes de PET	71
Tabla 15	Óptimo Contenido de Humedad de suelo natural adicionando Porcentajes de PET	73
Tabla 16	Comparación de CBR al 95 % de C01, C04 y C08.....	75
Tabla 17	Presupuesto General de la Prolongación Av. 1 Alto Trujillo - Suelo Natural	77
Tabla 18	Presupuesto General de la Prolongación Av. 1 Alto Trujillo - Suelo Natural + 5 % PET	78

Índice de figuras

Figura 1	Clasificación de Suelos.....	21
Figura 2	Clasificación por AASHTO	22
Figura 3	Proceso de obtención del tereftalato de Polietileno (PET)	31
Figura 4	Modelo de Ladrillos PET	35
Figura 5	Punto de inicio y punto final de la vía, fotografía satelital	42
Figura 6	Procedimiento para la verificación de variables	49
Figura 7	Pet triturado y reciclado.....	50
Figura 8	Análisis de Contenido de Humedad	64
Figura 9	Resultado de Análisis Granulométrico	65
Figura 10	Límite de Consistencia	68
Figura 11	Relación de Densidad seca y Óptimo Contenido de Humedad del suelo natural	69
Figura 12	California Bearing Ratio de suelo natural	70
Figura 13	Promedio de Densidades Secas del suelo natural adicionando Porcentajes de PET	72
Figura 14	Promedio de Óptimo Contenido de Humedad de suelo natural adicionando Porcentajes de PET	74
Figura 15	CBR promedio al 95 % (0.1").....	76
Figura 16	Comparación de Costos Directos para la Prolongación Av. 1 - Sin estabilizar y con estabilización al 5 % PET	79

Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Fórmula para contenido de humedad	51
Ecuación 2: Fórmula para porcentaje de peso retenido.....	53
Ecuación 3: Fórmula para porcentaje de peso retenido acumulado.....	53
Ecuación 4: Fórmula para porcentaje que pasa.....	53
Ecuación 5: Fórmula para el Límite Líquido - LL	55
Ecuación 6: Fórmula para el Límite Plástico - LP	56
Ecuación 7: Fórmula para el Índice de Plasticidad.....	56
Ecuación 8: Fórmula para la Densidad Húmeda	57
Ecuación 9: Fórmula para la Densidad Seca	58
Ecuación 10: Fórmula para la expansión del suelo	61

RESUMEN

El objetivo fundamental de esta investigación es analizar la influencia de la dosificación de 1 %, 2.5%. 5% y 7% de polietileno de tereftalato reciclado (PET) en la estabilización de suelos arenosos a nivel de subrasante en pavimentos. Se recolectó el material de 8 calicatas de la carretera de Tercera clase ubicada en la Prolongación Av. 1 de Alto Trujillo, con una longitud aproximada de 3.7 km. El tipo de investigación fue aplicada, con un enfoque cuantitativo, de diseño experimental y en su nivel de diseño, cuasi experimental.

Se realizó la clasificación del suelo por SUCS y AASHTO es SP y A-3(0), arena mal graduada y un contenido de humedad promedio de 1.25%. La máxima densidad seca del suelo natural obtuvo 1.674 g/cm³; mientras que con la adición de PET alcanzó 1.673 g/cm³, 1.698 g/cm³, 1.669 g/cm³ y 1.683 g/cm³ para 1 %, 2.5 %, 5 % y 7 % PET correlativamente. Para el CBR se trabajó al 95 % de la máxima densidad seca, donde alcanzó un mayor incremento al 5 % con un valor de 17.38% con relación al suelo natural que obtuvo 5.95 %, caso contrario cuando se añade 7 % PET, este reduce a 7.78 %.

PALABRAS CLAVES: Suelos arenosos, Tereftalato de Polietileno (PET), Subrasante, Estabilización de suelos, CBR.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

En el transcurso del tiempo, la sociedad utilizó innumerables métodos para conectar vías de comunicación entre comunidades, solo para el intercambio social, cultural, comercial y económico en beneficio de la sociedad. Para tales accesos, el ciudadano estableció elementos para lograr la estabilidad y durabilidad de las estructuras terrestres.

En relación con los avances en la construcción, existe un aumento significativo en mejorar geotécnicamente las condiciones de los suelos. Estos estratos cumplen un papel importante para cualquier tipo de estructura, ya sea como, por ejemplo, una subrasante para pavimentos flexibles y rígidos. Para el caso de los suelos arenosos según Cañar y Pérez (2017) citada por Castillo y Saucedo (2019) mencionan que su origen es a partir de la erosión de las rocas entre cuarzos y/o granito, siendo transportadas por el viento, éstas se ubican en zonas costeras o áridas, de esto se produce arenas gruesas o finas (pág. 14). Específicamente, estos suelos tienen la particularidad de poseer pocos nutrientes, así como baja capacidad de retención hídrica, principalmente, si se considera como medio de transporte. Además, se debe tener en cuenta, incluso qué otros factores pueden intervenir para mejorar y/o estabilizar una subrasante. Cabe mencionar que, según American Association of State and Transportation Officials [AASHTO], (1993) citado de Amaya e Hilario (2021) especifican que la subrasante es una capa que se conforma de material ya sea natural o de préstamo, permitiendo mejorar la conformación del pavimento.

A su vez para Ramón (2013) citado por Leiva (2016) alega que se presencia tres características básicas para el comportamiento de una subrasante, las cuales se interrelacionan, como son: la capacidad portante que debe sostener las cargas transmitidas

por la estructura del pavimento. También el contenido de humedad, que afecta la capacidad de carga y que puede provocar contracciones o expansiones indeseables. Por último, la contracción y/o expansión que depende de su plasticidad y contenido de humedad, para ello, se evita que exceda el peso máximo transmitido al suelo de acuerdo con el estudio establecido previamente por CBR y que factores se ejecuta para el mejoramiento.

Se considera que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014a), describe el lugar de estudio como el camino afirmado que posee una capa compactada de material ya sea natural o procesada, y que soporte directamente las cargas del tránsito. (p.25). Para este caso se estableció el lugar de estudio en el Distrito de Alto Trujillo ay que visualmente la vía está deteriorada, no hubo conservación ni mantenimiento en los últimos años; por lo que, se debe tener en cuenta las dificultades que posee el suelo in-situ, además de revisar si el suelo está afectado por baja resistencia o se puede adicionar algún agregado estabilizante.

Al mismo tiempo, se reúne información de un problema que impacta a escala mundial, como es el caso del plástico. Se afirma que, la producción a nivel global de este producto solamente un 14% es recolectado para reciclaje, y al menos el 6% del petróleo a nivel mundial se destina en producir plástico, con una estimación para el 2050 puede aumentar al 20% a más (Ellen Macarthur Foundation and McKinsey & Company, 2016).

En relación con Economy and Recycling in Peru (2020), menciona que solo se recuperó el 3,4% de los residuos aprovechables, es decir el 18% de los residuos aprovechables. Sin embargo, este porcentaje se redujo considerablemente en la actualidad. En la coyuntura actual, en muchos distritos, los PSF/RS ya no funcionan y, en la mayoría, solo se recupera el 50% o el 60% de los residuos reciclables en comparación con los datos de recuperación antes de la pandemia (p. 282).

Es así como, en esta investigación se presentan métodos de construcción sustentable, es decir, usaremos materiales reciclables como son los residuos PET. La finalidad de la investigación es mejorar el suelo arenoso a nivel de subrasante al utilizar Pet reciclado y triturado como estabilizador biotécnico, estableciéndose un grupo con cuatro (4) dosificaciones de PET.

En el entorno internacional, el país de Colombia deduce que por persona se manufactura 1 kilo de basura, siendo solo el 70% reutilizable o reciclado. Una parte de ello se dirige al relleno sanitario se acumula que se desperdicia espacio. (Carvajal y Garzon, 2019).

Adicionalmente, Arteaga (2018) asegura que, el PET reciclado en Colombia se manufactura en gran cantidad, debido a eso, es una amenaza ambiental. Es por lo que, reciclar botellas de plástico y triturarlos beneficia para usarlo como estabilizador para suelos siendo una opción favorable y económica, además de considerar el aumento de resistencia al suelo.

De igual manera, en Chile anualmente producen un aproximado de 57000 toneladas de PET sin embargo, solamente 9600 toneladas sólo son recicladas. Aunque tienen conciencia de que esta recolección se hace a pequeña escala, no alcanza para cubrir la capacidad instalada en las pocas empresas que se dedican al reciclaje, optando por importar botellas y otros residuos a los demás países de la región en dónde tienen mejores mercados de reciclaje. (Campos, 2017).

Ahora bien, hay que considerar las dimensiones de PET reciclado si beneficia o minimiza la estabilización para los pavimentos en Chile, siendo (Carreño, 2020) quien extrajo de otros estudios dos tamaños importantes para una buena dosificación, definió para

tamaño pequeño (0.5 – 2.0 mm) demuestra porcentajes óptimos de adición, mientras que para tamaño grande (5.0 mm) llega a reducir la estabilidad conforme aumenta la cantidad de plástico (p. 12).

En el ámbito nacional, Castillo y Saucedo (2019), mencionaron que, para la estabilización del suelo en Chimbote con plástico PET reciclado presenta una densidad de 1.3 a 1.4 g/cm³, teniendo en cuenta que mientras sea mayor la densidad que se aporta al suelo, mayor será la resistencia. Con respecto a las propiedades mecánicas, la dureza y la resistencia a la tracción son las propiedades que aportan una elevada resistencia debido a la presencia del ácido tereftálico. Para validar los datos de las características del PET, llevaron a cabo la realización de un análisis químico en un laboratorio especializado. Con relación a los ensayos y muestras de suelo arenoso más la adición de PET, lograron estabilizar el suelo y mejorar su densidad a una sub-rasante regular teniendo en cuenta las bases de las normas ASTM. (p. 30).

En algunos estudios realizado por Flores (2019), para Chiclayo en el 2017 desecharon 31999.76 kg de plástico aproximadamente, con un diario aproximado de 87.67 kg, que son recolectados y enviados a diferentes recicladoras en otras regiones.

Para agregar a la temática del PET, los autores Gonzales y Lozano (2020), citaron: Estos autores analizaron 10 botellas PET para determinar sus debidas propiedades, ya con sus resultados le brinda a su suelo natural importante mejora (p. 24).

Por otra parte, Aquino y Miranda (2021), mencionan en sus resultados que en el ensayo de Proctor salió 1.663 g/cm³ y con Humedad de 11.70%. Para estos datos, los autores establecieron que la adición con que trabajarían es de 2%, 5% y 7% de PET. Para la parte de clasificación y granulometría del suelo natural, determinaron el tipo de suelo A-2-4 con

poca presencia de grava y humedad. Cabe agregar que, se determinaron para CBR un 7.75% clasificándolo como “regular” que necesita una cantidad de agua considerable y compactación para volverse un suelo trabajable (p. 41).

Cardoza (2021), presenta los siguientes argumentos para CBR sujeta a una penetración de 0.1” al 95% y 100% se especifica que en sus calicatas para su suelo natural no sobrepasan del 5.9% perteneciendo a la categoría “insuficiente”. Por el contrario, el autor al usar PET reciclado al 3% obtuvo 4.9% y 6.1%, en cambio con el 6% de dosificación aumenta a 6% y 7.5% y al final con el 9% PET obtienen 7.1% y 8.7%, es así como definen que su categoría de subrasante como muy regular (p. 69).

Esto demuestra claramente que los beneficios de PET reciclado mejora significativamente una subrasante, pasando de la categoría de Insuficiente, que sería un CBR de 3% - 5% a la categoría de Subrasante Regular.

En el ámbito local, Castro y Cruzado (2021) en su tesis realizaron una serie de ensayos con la adición de PET a la subrasante, aumentando el CBR cuando agregaron al 2.5% de fibra PET, mientras que con los porcentajes de 5% y 7% disminuyen gradualmente. Además, en su clasificación de suelos determinaron como arena mal graduada y también es un A-3 (0), con 96.04% de arena y 3.96% de finos, siendo un suelo no cohesivo. En términos simples, la elaboración de estos ensayos con el uso porcentual del polímero PET, hace que el suelo arenoso se estabilice, logrando que la subrasante para esa zona mejore y procediendo al diseño del pavimento flexible bajo la normativa de Suelos y Pavimentos, siempre y cuando cumpla con los requisitos previos de SUCS y ASSHTO.

De modo que, se opta por trabajar con los siguientes porcentajes de adición PET a la muestra natural: 1%, 2.5%, 5% y 7%. Así que, en esta investigación se requiere como

estabilización biotécnica el uso de este aditivo plástico, más conocido como PET, ya que mejora la resistencia suelo, reduciría los costos, materiales y/o mano de obra y también beneficiaría a la población del Distrito de Alto Trujillo, siendo eco-amigable con el medio ambiente.

Por otra parte, Amaya y Toribio (2023) en su tesis expresa que en granulometría, por su tipo de clasificación de suelos es A-3(0) o conocida por arena fina mal graduada con porcentaje de arena promedio de 96.6%. También, no presentan Índice de plasticidad por contener alta concentración de arena. A la par, en CBR en estado de suelo natural se obtuvo para la avenida Dos el 9.8% y la calle 50 de 9.9% que por categoría de subrasante es Regular (pág. 61-65).

Bases Teóricas

Suelos

Este término ha sido definido por varios investigadores dependiendo el tipo de estudio, ya sea para lo ambiental, en la construcción, en lo agrario, entre otros. El suelo se considera como un manto sobre la corteza terrestre, ya que se compone de la desintegración de rocas y/o por alteración físico- química como consecuencia de una variedad de actividades del ser humano (Requejo, 2020).

Para Duque y Escobar (2016a) afirma que, este material es el más concentrado en el mundo. El ingeniero al utilizar este sustrato para la construcción debe realizar una cuidadosa selección y su tipo de suelo, además de qué método debe controlar en obra.

Otra manera de explicar el término de suelo según Duque y Escobar (2016b) cuando utilizan este estrato para material de construcción en una obra.

Con una similar definición lo identifican Flores y Mayta (2022) como un agregado con integración de partículas provenientes de origen mineral y más aun con material orgánico que viene acompañado de agua y gases que llenan las aberturas o espacios libres (pág. 18).

Tipos de Suelos

Para Duque y Escobar (2016c) clasifica las diferencias de los suelos como tres grandes categorías, debido a esto, se identifica de la siguiente manera:

Gravas y arenas. Cuando presencia agua en las arenas su comportamiento cambia con una ligera cohesión y aumenta su resistencia en comparación con las gravas.

Limos. Poseen un tamaño más pequeño que las arenas. En consecuencia, no se puede maniobrar, pueden ser relativamente impermeables y es mínima su resistencia.

Arcillas. Aunque son menores del 0,002 mm en tamaño, se consideran partículas planas con facilidad de moldeo cuando hay presencia de agua que llegan a expandirse y a contraerse, además de ser impermeables y en seco presentan alta resistencia.

Relación entre arcillas, arenas y limos

Tabla 1

Diferencias entre los Tipos de suelo

ARENAS	ARCILLAS	LIMOS
Volumen de los poros hasta 50 % máximo	Volumen de los poros hasta 98 % máximo	La resistencia seca es baja, aún seca al horno.
No es plástica	Es plástica	Desprende polvo de la superficie.
No se retrae al secarse	Se retrae al secarse	Es fácilmente desmenuzable con los dedos.
No es compresible o lo es muy poco	Muy compresible	Plasticidad: Los rollitos del límite plástico son frágiles. Seca rápido y se agrietan con presencia de humedad bajo el estado plástico. Tienen resistencia baja.
Se comprime rápidamente	Por carga aplicada se comprime lentamente	Reacción rápida frente a la vibración o dilatación. La superficie se vuelve húmeda por la vibración y se opaca al presionarla.
La humedad la afecta poco	Se ve afectada por la humedad	
Tamaño de las partículas mayor de 0.06 mm	Tamaño menor de 0.002 mm	Dispersión: Se asienta entre 15 y 60 minutos. La arena tarda entre 30 y 60 segundos.
No presenta cohesión	Presenta cohesión	

Nota: Adaptado de Duque y Escobar (2016).

Clasificación del suelo

Sistema Unificado de Suelos (SUCS)

Para el Manual de Carreteras (2014b), hace referencia de que su sistema divide en 3 grupos como gruesos, finos y orgánicos, de los cuales depende de sus dimensiones en sus partículas para categorizarlas. En el caso de las partículas gruesas poseen 0.075mm de tamaño y están las gravas y arenas (G) y (S). Además, se subdivide en 4 categorías según la gradación. En el caso de los suelos finos se subdivide como limo, arcilla y sales orgánicas. También hay que considera la plasticidad e indicar si es plástico bajo, mediano o alto (p. 33).

Tabla 2

Clasificación según el tipo de Materiales

GRUPO	NOMBRES DE LOS MATERIALES
GW	Grava bien graduada
GP	Grava mal graduada
GM	Grava Limosa
SW	Arena bien graduada
SP	Arena mal graduada
SM	Arena limosa
SC	Arena arcillosa
CL	Arcilla de plástico bajo
CI	Arcilla de plástico mediano
CH	Arcilla de plástico superior
ML	Limo de plástico mediano
MI	Limo de plástico mediano
MH	Limo de plástico superior
OL	Limo orgánico y arcillas de plástico bajo
OI	Limo orgánico y arcillas de plástico mediano
OH	Limo orgánico y arcillas de plástico alto

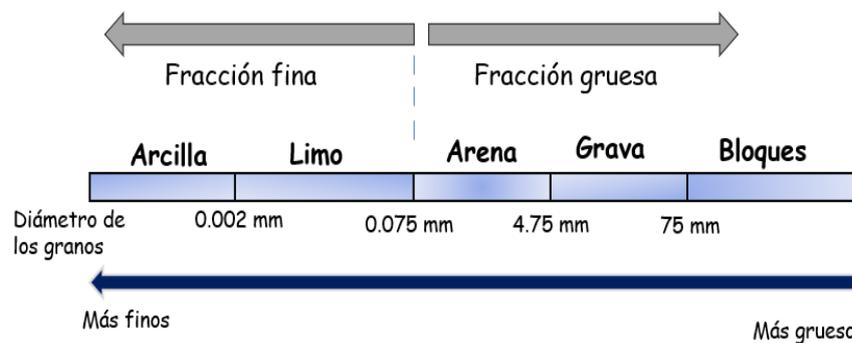
Nota: Adaptado de Manual de Carreteras (SUCS)

Los suelos que poseen partículas finas se han subdividido en tres como la compresibilidad baja, media y alta. SUCS (Manual de Carreteras, 2014c)

Para Borcelli, L. (2021), hace referencia que el suelo comprende de varios componentes como son las grava, limo, arena y arcilla, y les brindan una representación descriptiva que son letras o números, que depende de las características y propiedades de la plasticidad del terreno.

Figura 1

Clasificación de Suelos



Nota: Adaptado de Lorenzo Borcelli [Fotografía], por Geotecnia I, 2022.

El Sistema AASHTO (The American Association of State Highway and Transportation Officials)

Es el sistema más usado para los estudios de carreteras, siendo una clasificación de 7 grupos (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7) y que depende del porcentaje de los tamices N° 200, 40 y 10 y del Índice de Plasticidad; para ello, los suelos granulares deben ser menor al 35 % pasante del tamiz N° 200; en cambio, los limo-arcillosos mayor al 35 % pasante. En el MTC adaptado por Moale y Rivera (2019), menciona los siguientes parámetros en la presente Figura N° 2:

Figura 2

Clasificación por AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)						Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)				
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B			40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	
Índice de plasticidad	6 máx.	NP.	...	B			10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B	
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno						Regular a malo				

Nota: Adaptado de Manual de Carreteras por Moale y Rivera, 2019

Comparaciones Volumétricas y Gravimétricas de los suelos

Subrasante. Según MTC (2014d), la menciona como la zona terminada de la carretera a través de la movilización de tierra que viene del corte y relleno, siendo la parte superior la composición del pavimento o afirmado. Se refiere a que es una capa primordial del terraplén, que se presenta en el fondo del terreno natural, y debe soportar el pavimento, cumpliendo los objetivos predeterminados.

Considerando otros parámetros para la subrasante, para Moale y Rivera (2019) define en base a MTC EM 115, como la capa alta del terraplén, su capacidad de soporte, y el tránsito junto con los materiales de construcción de la superficie de rodadura, conformen lo esencial para el diseño de

pavimento. En la etapa de ejecución, deben ser compactados los últimos 0.30 m por debajo de la subrasante teniendo en cuenta la compactación al 95 % de la MDS de Proctor Modificado.

Condiciones de la subrasante. Existe dos condiciones para los que están por debajo del nivel superior de la subrasante que se sitúa una profundidad no menor a 0.60 m:

- $CBR \geq 6 \%$, es decir, son suelos aptos y estables.
- $CBR < 6 \%$, es decir, subrasante pobre o inadecuada.

Para esta última condición, se requerirá alternativas de estabilización, ya sea química, aumentar la rasante, modificar el diseño vial; ante todas estas opciones se elige la más adaptable y con costo módico. (MTC, 2014e).

Para Romero y Sañac (2019), relacionado con el manual de Carreteras considera que los suelos aptos para subrasante los que tengan un CBR mayor o igual a 6 %, de lo contrario se procede al cambio del material in situ o una estabilización.

Se presenta la siguiente categoría de subrasantes, dependiendo el soporte del suelo en porcentaje:

Tabla 3*Categorías de Subrasante por ensayos CBR*

Categorías	CBR
S ₀ : Subrasante inadecuada	CBR < 3 %
S ₁ : Subrasante insuficiente	CBR ≥ 3 % A CBR <6 %
S ₂ : Subrasante regular	CBR ≥ 6 % A CBR <10 %
S ₃ : Subrasante buena	CBR ≥ 10 % A CBR <20 %
S ₄ : Subrasante muy buena	CBR ≥ 20 % A CBR <30 %
S ₅ : Subrasante excelente	CBR ≥ 30 %

Nota: Adaptado de Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos
- MTC, 2014

Caracterización de la Subrasante. En la obtención de las propiedades que se compone la subrasante, se realiza la excavación de calicatas. Como mínimo debe tener 1.50 m de profundidad, detallando el número de estas en la Tabla N° 4:

Tabla 4

Número de calicatas por tipo de Carretera

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
		Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido	
		Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido	
		Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido	
		Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	4 calicatas x km	
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	3 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 calicata x km	

Nota: Adaptado de Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos

- MTC,2014

Registro de Excavación. Para el MTC (2014f) especifica que, visualizadas las capas de cada una de las calicatas, se obtienen las muestras ejemplares, estas son identificadas con una breve descripción, además, cada calicata debe ser geolocalizada (coordenadas UTM WGS84), luego guardas en sacos que mantengan sus propiedades intactas para ser trasladadas al laboratorio de suelos.

En la Tabla N° 5 brinda el número de CBR dependiendo del tipo de carretera:

Tabla 5

Número de CBR por tipo de carretera

Tipos de Carretera	Nº M_R y CBR
	- Calzada 2 carriles por sentido: 1 M _R cada 3km x sentido y 1 CBR cada 1km x sentido
Autopistas: carreteras de IMDA de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	- Calzada 3 carriles por sentido: 1 M _R cada 2km x sentido y 1 CBR cada 1km x sentidos - Calzada 4 carriles por sentido: 1 M _R cada 1km x sentido y 1 CBR cada 1km x sentidos
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	- Calzada 2 carriles por sentido: 1 M _R cada 3km x sentido y 1 CBR cada 1km x sentido - Calzada 3 carriles por sentido: 1 M _R cada 2km x sentido y 1 CBR cada 1km x sentidos - Calzada 4 carriles por sentido: 1 M _R cada 1km x sentido y 1 CBR cada 1km x sentidos
Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada con dos carriles	- 1 M _R cada 3km y 1 CBR cada 1km
Carreteras de Segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles	- Cada 1.5km se realizará un CBR - (*)
Carreteras de Tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles	- Cada 2 km se realizará un CBR - (*)
Carreteras con un IMDA =< 200 veh/día, de una calzada	- Cada 3 km se realizará un CBR - (*)

Nota: Adaptado de Manual de Ensayo de Materiales del MTC, 2014

Perfil Estratigráfico. Es a partir de la información que se encuentra en los trabajos de campos para extraer las muestras, las cuales son verificadas con sus respectivas descripciones incluyendo las pruebas de laboratorio. Después de ser clasificado por SUCS y AASHTO se elabora un perfil estratigráfico para cada calicata de estudio, determinándose que suelo posee cada calicata y la programación de ensayos para CBR (MTC: Suelos y Pavimentos, p. 39).

Ensayos Físico-mecánicos

En esta etapa se definen los tipos de ensayos, ya sea en campo y en laboratorio, además de qué métodos como investigadores se debe plantear, entre ellas el traslado y conservación de muestras, la ubicación del laboratorio y el cronograma de actividades. (Villanueva, 2021).

En el caso de los Trabajos de Campo, se inicia con la visita al campo de estudio, la ejecución manual o mecánica de las exploraciones, y de ser necesario se realiza ensayo in situ. Cada calicata va de 500m a 1km dependiendo lo que corresponda en las Tabla N° 04 y Tabla N°05.

Según Infinita Industrial Consulting (2023a) aseguran que las características de un material se alteran su capacidad al aplicar una fuerza, es decir posee un material relacionado con sus posibilidades de transmitir, resistir fuerzas o deformaciones.

Cabe agregar que, la misma entidad define "las propiedades físicas tienen como finalidad evaluar los materiales ante la actuación de agentes físicos como pueden ser el volumen o el peso. Entre este tipo de pruebas destacan las de

resistencia como unas de las más comunes" (Infinita Industrial Consulting, 2023b).

Polietileno de Tereftalato (PET)

Definición

El PET es un material que presenta ligereza y resistencia mecánica a la compresión, con un alto grado de transparencia, conservando los alimentos y bebidas e incluso el sabor y aroma, es 100 % reciclable y con envases reutilizables que deja de lado a otros materiales. Con este plástico se elaboran los envases para bebidas gaseosas y aguas minerales y al final con destino a los botaderos de basura donde se depositan los residuos domiciliarios (Ecoembes, 2021a).

Unos investigadores Elias y Jurado (2012) citado por Suasnavas (2017) presenta "el tereftalato de polietileno o comercialmente nombrado PET, es un polímero que se produce por la polimerización del etilenglicol con ácido tereftálico. Entre sus características puede ser amorfo o parcialmente cristalizado y depende de cuan rápido enfríe.

Además, Santillán (2018), define al polímero representado de la unión de miles de átomos para formar moléculas de gran tamaño, llamadas macromoléculas.

Propiedades Físicas

Cabe destacar que, existen diferentes asociaciones que describen las características del PET, tal es el caso de Acoplásticos (2022), algunas de ellas son reciclables, contienen cristalinidad y transparencia, así como resistencia al desgaste y buena resistencia química.

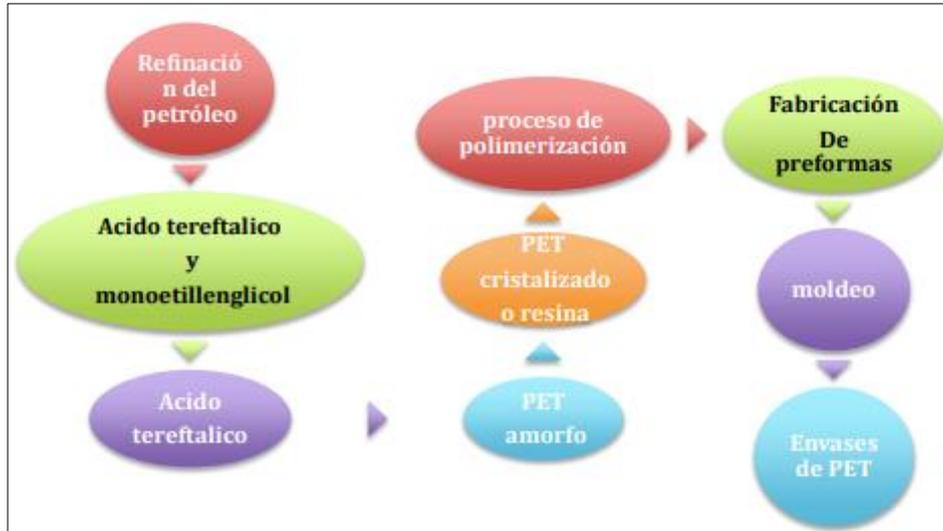
Propiedades químicas

Para Flores (2019), este material se reconoce por su ligereza, resistencia mecánica a la compresión y los impactos, por ser transparente y de barrera para los gases, siendo un producto reciclable. En su código es el N° 1 junto a las siglas PET, o "PETE" en inglés, rodeado por tres flechas en el fondo de este recipiente (p. 17).

Como se sabe, Sánchez, Peña y Rico (2018) el proceso para obtener PET a partir de ácido tereftálico y etilenglicol, lo demuestra a través del siguiente gráfico que inicia desde la refinación hasta los envases PET:

Figura 3

Proceso de obtención del tereftalato de Polietileno (PET)



Nota: Adaptado de Peña, Rico y Sánchez, 2018

Tipos de PET

Se considera una amplia gama de tipos de plástico, para ello se detalla que códigos, propiedades y usos comunes que los autores Gil y Nuñez (2018) detalla en la siguiente Figura N° 4:

Tabla 6

Código, Propiedades y Usos del Plástico

Símbolo	Tipo de Plástico	Propiedades	Usos Comunes
	PET Polietileno Tereftalato (Polyethylene Terephthalate)	Contacto alimentario, resistencia física, propiedades térmicas, propiedades barreras, ligereza y resistencia química.	Bebidas, refrescos y agua, envases para alimentos (aderezos, mermeladas, jaleas, cremas, farmacéuticos, etc.)
	HDPE Polietileno de alta densidad (High Density Polyethylene)	Poco flexible, resistente a químicos, opaco, fácil de pigmentar, fabricar y manejar. Se suaviza a los 75°C.	Algunas bolsas para supermercado, bolsas para congelar, envases para leche, helados, jugos, shampoo, químicos y detergentes, cubetas, tapas, etc.
	PVC Policloruro de vinilo (Plasticised Polyvinyl Chloride PCV-P)	Es duro, resistente, puede ser claro, puede ser utilizado con solventes, se suaviza a los 80°C.	Envases para plomería, tuberías, "blíster packs", envase en general, mangueras, suelas para zapatos, cables, correas para reloj.
	LDPE Polietileno de baja densidad (Low Density Polyethylene)	Suave, flexible, traslúcido, se suaviza a los 70°C, se raya fácilmente.	Película para empaque, bolsas para basura, envases para laboratorio.
	PP Polipropileno (Polypropylene)	Difícil pero aún flexible, se suaviza a los 140 °C, traslúcido, soporta solventes, versátil.	Bolsas para frituras, equipo para jardinería, cajas para alimentos, cintas para empacar, envases de uso veterinario y farmacéutico.
	PS Poliestireno (Polystyrene)	Claro, rígido, opaco, se rompe con facilidad, se suaviza a los 95°C, afectado por grasas y solventes.	Cajas para discos compactos, cubiertas de plástico, imitaciones de cristal, juguetes, envases cosméticos.
	OTHER Otros (SAN, ABS, PC, Nylon)	Incluye de otras resinas y materiales. Sus propiedades dependen de la combinación de los plásticos.	Autopartes, hieleras, electrónicos, piezas para empaques.

Nota: Adaptado de Gil y Nuñez, 2018, p. 201.

Procesamiento del PET

Para la Agencia Informativa Conacyt (2017a), argumenta que:

El proceso del PET inicia con cortes mecánicos con el uso de cuchillas para obtener hilos o triturados, estos pueden ser introducidos en la construcción como material de agregado, sin embargo gran parte de las personas tienen la idea de que es basura, algunas entidades realizan proyectos y lo usan como materia prima. En algunos casos realizan el proceso de forma artesanal siendo un grupo de personas que ejecutan dicho trabajo para dar un nuevo uso al PET reciclado.

El Reciclaje de PET en el Perú

En el territorio peruano, existen algunas instituciones dedicadas a la fabricación y reciclaje de plástico, entre ellas la Empresa San Miguel Industrias PET, que realiza la fabricación de recipientes y afirma que 2729622624 envases de plástico PET son fabricados en el país (Reciclando plástico PET en el Perú, 2016).

Para la Empresa Peruana de Servicios Editoriales S. A. EDITORA PERÚ, (2023) considera que para el 2023 el objetivo es simple, saber cuánto reciclarán para evolucionar discusiones sobre modelos, sistemas, trazabilidad y responsabilidad. Es decir, la Asociación civil Recíclame recaudó 569 mil Kg de residuos debido a que incluyó a 78 proveedores entre recicladores y microempresas.

Aplicaciones de Pet en la ingeniería

En el rubro de la ingeniería, en especial para la construcción se ha dedicado no solo a construir, sino a buscar nuevos materiales que gradualmente mejoren y/o solucionen los procesos de: elaboración de morteros, estabilización de las capas para un pavimento, edificaciones entre otras estructuras que requieren gran explotación de recursos naturales o material de préstamo de sitios remotos que causan a gran escala el impacto ambiental que sus desechos ocasionan (Agencia Informativa Conacyt, 2017b).

Entre lo más estudiado por estos especialistas está:

Elaboración de Losas y Paneles. La empresa Greenit Innovation S.A. (3 de junio 2016), es una empresa mexicana que se ha encargado del estudio de nuevas losas a partir de residuos, siendo de bajo impacto ambiental. La finalidad es de carácter sostenible para la construcción de viviendas. Las denominan Ecolosas de Plástico cumplen un periodo de vida útil, además de pesar un tercio de lo que pesa una loseta tradicional.

Ladrillos PET, avances en la construcción ecológica. Para la empresa argentina Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) han realizado a lo largo de los años el diseño de reutilizar los recipientes de bebidas que desechan las personas para fabricar componentes de construcción. Algunos de ellos son los ladrillos PET poseen ligereza, resistencia al fuego y son 5 veces más aislantes térmicos que un ladrillo convencional. Además, hay que considerar que su fabricación no requiere de cocción (Sanz, 2019).

Figura 4

Modelo de Ladrillos PET



Nota: Adaptado de Agencia Informativa Conacyt, 2017

Justificación

Justificación Académica

Esta investigación se ha realizado en el Alto Trujillo, en la Ciudad de Trujillo, debido a la escasez de rutas pavimentadas y falta de propuestas para la estabilización de este tipo de estrato. También porque se requiere brindar un aporte en el ámbito de pavimentación y así facilitar un avance económico y social para el distrito, ya que usar nuevos materiales para la estabilización de una sub-rasante, mejorará su capacidad y así soportar cargas de los medios de transporte.

Se sabe que, la mayor parte de las vías del distrito de alto Trujillo son arenosas o semi afirmadas, y eso limita a los medios de transporte durante su recorrido. Por otra parte, existen pocas investigaciones en relación con este tema, pues gran parte de los investigadores prefieren estudios en suelos arcillosos adicionando otro tipo de aditivo. Ya conociendo este problema, se incorpora para la estabilización la adición de Polietileno de Tereftalato al 1 %, 2.5 %, 5 % y 7 %, teniendo como muestra patrón al suelo arenoso.

Por lo que esta investigación sea un antecedente para futuros investigadores, teniendo en cuenta las variables estudiadas y los insumos y ensayos requeridos.

Justificación ambiental

En la sociedad actual el impacto ambiental es primordial, ya que con esta problemática se lleva a cabo la investigación que con el uso de polietileno de tereftalato reciclado se colabora con el medio ambiente, es decir, que el PET en su mayoría se reutilizaría para estabilizar un suelo arenoso, mejorando la capacidad portante y evitando la acumulación excesiva en centros de reciclaje de la localidad.

Justificación Económica

En esta investigación, hay que considerar el aspecto económico, que resulta favorable en gastos para el mejoramiento el suelo con adición de polietileno de tereftalato; considerando que, la acumulación de PET es abundante por el lugar de estudio. Para Flores (2019b) en su estudio menciona que el valor del plástico reciclado por kilogramo tiene el costo de S/. 0.80, es decir, en comparación con los aditivos tradicionales, el precio es menor. Es así como, al reutilizar se disminuiría significativamente el precio de estabilizar una subrasante para futuras construcciones de carreteras.

Formulación del problema

Problema General

- ✓ ¿Cómo influye el uso de polietileno tereftalato reciclado en suelos arenosos aplicado a la sub-rasante en la prolongación Av. 1 del distrito de Alto Trujillo, Trujillo, La Libertad, 2023?

Problemas Específicos

- ✓ ¿Cómo caracterizar las propiedades físico-mecánicas de polietileno de Tereftalato?
- ✓ ¿De qué manera determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo natural de la Prolongación Av. 1 Alto Trujillo?
- ✓ ¿Qué ensayos aplicará la dosificación de PET al 1 %, 2.5 %, 5 % y 7 %?
- ✓ ¿Cómo evaluar el incremento del CBR del suelo natural y con la adición de PET?
- ✓ ¿Qué dosificación óptima de PET reciclado influye para el mejoramiento del suelo arenoso a nivel de subrasante?
- ✓ ¿Será rentable el presupuesto para la estabilización de suelos arenosos adicionando PET?

Objetivos

Objetivo General

- ✓ Analizar la influencia de la adición del polietileno de tereftalato reciclado en la estabilización de suelos arenosos a nivel de sub-rasante de la prolongación Av.1 del distrito de Alto Trujillo, Trujillo, La Libertad.

Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar las propiedades físico-mecánicas de polietileno de tereftalato mediante una búsqueda sistemática.
- ✓ Determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo natural de la prolongación Av. 1, Alto Trujillo.
- ✓ Realizar los ensayos de Proctor Modificado y CBR del suelo natural con la adición de PET al 1 %, 2.5 %, 5 % y al 7 %.
- ✓ Evaluar el incremento del CBR del suelo con la adición de 1 %, 2.5 %, 5 % y al 7 % de Polietileno de Tereftalato.
- ✓ Establecer la dosificación óptima de PET reciclado que influya en el mejoramiento del suelo arenoso a nivel de subrasante.
- ✓ Elaborar un presupuesto factible para la estabilización de suelos arenosos para la prolongación Av. 1 con la adición óptima del polietileno de tereftalato.

Hipótesis

Hipótesis General

- ✓ El uso de Polietileno de Tereftalato reciclado como adiconante, influye positivamente en la estabilización de suelos arenosos a nivel de subrasante de la Prolongación Av. 1, Distrito de Alto Trujillo – Trujillo.

Hipótesis específica

- ✓ A través de la recopilación sistemática, se busca presentar rasgos característicos que comparten otros autores por medio de sus trabajos de

investigación, que permita la comprensión de cada proceso físico-mecánico que posee el polietileno de tereftalato, conocido comercialmente como PET.

- ✓ Con el proceso de ensayos físicos (contenido de humedad y granulometría), así como mecánicos (proctor modificado y CBR) se obtiene datos relevantes que comprueben las propiedades del suelo arenoso en estado natural de la Prolongación Av. 1 de Alto Trujillo.
- ✓ Con los ensayos de Proctor modificado y CBR se obtiene cuantitativamente valores numéricos para establecer las dosificaciones adecuadas acorde a investigaciones previas.
- ✓ La utilización de ciertos porcentajes de PET reciclado como polímero estabilizador biotécnica, mejora las propiedades mecánicas, aumentando la capacidad de soporte del suelo arenoso a nivel de subrasante de la Prolongación Av. 1, Distrito de Alto Trujillo – Trujillo.
- ✓ La dosificación óptima de PET para influir en el mejoramiento de la subrasante de un suelo arenoso es de 5 %, a partir de la elaboración de ensayos tanto Proctor modificado como CBR de la presente investigación.
- ✓ La elaboración del presupuesto para la estabilización de suelos arenosos a nivel de subrasante es rentable y viable para reemplazar un suelo de baja calidad, teniendo en cuenta el ámbito económico y técnico.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Por el propósito

La investigación aplicada se centra en la resolución de problemas en un contexto determinado, se busca la aplicación y uso de conocimientos ya sea en una o varias áreas especializadas para implementar de forma práctica y satisfacer necesidades concretas (Biblioteca: Investigación Aplicada, s. f.).

Otra manera de mencionar el propósito de la metodología con base en Cano (2019) citado por Castro, Gómez y Camargo (2022) la investigación aplicada es cuando se establecen procedimientos, se planten estrategias, se desarrollan y prueban modelos físicos y se estima su valor pragmático (p. 13).

De tal manera, la actual investigación es de tipo aplicada, ya que se hizo uso de conocimientos teóricos existentes y normativas establecidas. Al ponerlos en práctica el propósito fue de solucionar la problemática existente y con ello mejorar mediante la adición del polietileno tereftalato la calidad del suelo arenoso.

Enfoque de investigación

Empleando las palabras de Cohen y Gómez (2019) afirma que "los datos cuantitativos se trabajan con magnitudes absolutas y con medidas estadísticas que representan el comportamiento de las variables y sus variaciones, puede aplicar modelos y cálculos que contribuyen a comprender el comportamiento de un conjunto de hechos".

Es por lo que, en esta investigación se utiliza la variable cuantitativa, debido a que se estimó y midió numéricamente parte de los objetivos de la investigación, siguiendo una estructura secuencial.

Diseño de investigación

A juicio de Baptista, Fernández y Hernández (2014a) el diseño experimental "requiere la manipulación intencional de una acción para analizar posibles resultados" (p. 129). Es decir, utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que lo manipula (p.130).

En pocas palabras, se rige la variable independiente para analizar el impacto que tiene sobre la variable dependiente lo que significa mejorar la capacidad portante de la subrasante adicionando el polietileno tereftalato.

Según el nivel diseño de investigación

Como expresa Baptista, Fernández y Hernández (2014b) los diseños cuasi-experimental es, no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, ya que estos están conformados antes del experimento (grupos intactos) (p. 151).

Por lo que, es necesario observar el efecto variable independiente sobre variable dependiente. A su vez, al encontrarse dentro de un diseño experimental, el lugar de donde se extraerán las muestras a analizar estará definido por los investigadores.

Población y muestra

Población

La población de estudio contempla los suelos arenosos a nivel de Sub-rasante de la Prolongación Av. 1 del distrito del Alto Trujillo, la cual en su totalidad se encuentra a nivel de afirmado, sin asfaltar y compuesta por 3.7 km. En esta vía se realizaron una cantidad determinada de calicatas, de las cuales se sacaron muestras significativas relevantes de cada una de ellas para así proceder a realizar los ensayos respectivos para efectuar el propósito del objetivo principal de la presente investigación.

Figura 5

Punto de inicio y punto final de la vía, fotografía satelital



Fuente: Adaptado de Google Earth (2023)

Muestra

Para la muestra se consideró la totalidad de la longitud de la vía a analizar, es decir, los 3.7 Km. De acuerdo con el MTC, (2014), señala que el número de calicatas a explorar es conforme al tipo de carretera a evaluar, para ello se realizó un conteo vehicular obteniendo el promedio de vehículos por día para identificar el tipo de carretera a la que pertenece la investigación, la cual se visualiza en la Tabla N° 7.

Tabla 7

Conteo vehicular Prolongación Av. 1 - Promedio de vehículos diarios

FECHA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS			CAMION			TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E		
														
LUNES (06-02-23)	134	170	45	35	0	44	6	3	2	20	7	0	466	
MARTES (07-02-23)	102	112	31	27	0	29	3	3	2	17	6	0	332	
MIÉRCOLES (08-02-23)	111	116	42	32	0	27	2	2	2	11	4	0	349	
JUEVES (09-02-23)	128	167	40	51	0	23	1	1	2	15	9	0	437	
VIERNES (10-02-23)	145	189	29	55	0	36	3	2	2	25	11	0	497	
SÁBADO (11-02-23)	177	177	30	45	0	40	7	3	2	22	7	0	510	
DOMINGO (12-02-23)	126	154	36	43	0	32	5	3	2	16	4	0	421	
TOTALES	923	1085	253	288	0	231	27	17	14	126	48	0		
IMDs =	131.86	155.00	36.14	41.14	0.00	33.00	3.86	2.43	2.00	18.00	6.86	0.00		
IMDA = 2023	69	81	19	21	0	17	2	2	1	11	4	0	227	

Nota: Se especificó el conteo vehicular para fines de investigación, siguiendo criterios normativos se estableció el número de vehículos que transitan diariamente. Se necesitó realizar el conteo por una semana para saber la transitabilidad de estos.

Según la Tabla N° 7, se aprecia que el N° de automóviles que circulan por la vía de estudio se encuentra entre el rango 201 – 400 veh/día, refiriéndose a que la vía es de Tercera clase. Cabe recalcar que es necesario identificar el tipo de carretera para establecer cuantas calicatas que se deben realizar, como se observa en la Tabla N° 4.

Desde esta manera, la muestra de estudio es la Prolongación Av. 1 del Alto Trujillo y para efectuar dichas excavaciones, se realizaron de forma alternada el total de 8 calicatas en toda la vía longitudinal. Cada calicata tiene una dimensión de 1m x 1m y un fondo que se especifica en la Tabla N° 08, extrayendo una prueba representativa por excavación para llevar a cabo los ensayos programados.

Tabla 8

Profundidad y Ubicación de las calicatas de la Prolongación Av. 1 - Alto Trujillo

Progresiva (Km)	Progresiva (km)	N° Calicatas	Profundidad (m)	Lado	Coordenadas	
					Norte	Este
Km 0+000	Km 0+000	C1	3.00 m	Derecho	9107201	716642
	Km 0+500	C2	2.10 m	Izquierdo	9107299	717155
Km 1+000	Km 1+000	C3	1.95 m	Izquierdo	9107392	717646
	Km 1+500	C4	2.20 m	Derecho	9107486	718150
Km 2+000	Km 2+000	C5	1.74 m	Derecho	9107577	718640
	Km 2+500	C6	1.90 m	Derecho	9107665	719136
Km 3+000	Km 3+000	C7	1.80 m	Izquierdo	9107761	719674
	Km 3+700	C8	2.20 m	Derecho	9107859	720302

Nota: Se utilizó Google Earth para identificar las coordenadas de cada calicata, además de ubicar alternadamente a cada una de ellas, se extrajo una muestra representativa.

Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnicas de recolección de datos

Observación. A través de esta técnica, se obtuvo un registro visual con el fin de identificar la situación actual real del fenómeno de estudio y a la vez observar en laboratorio el comportamiento del suelo natural frente a la aplicación del polietileno del tereftalato en distintos porcentajes añadidos.

Análisis documentario. Mediante esta técnica, se recopiló información bibliográfica existente y necesaria respecto a estudios relacionados al tema de investigación; para ello se recurrió a fuentes originales, como tesis de investigación, libros, artículos de investigación, reglamento y normas vigentes nacionales e internacionales, con el propósito de ampliar conocimientos generales relevantes con el tema en investigación. Asimismo, tener conocimiento verídico sobre el procedimiento de los ensayos a realizar.

Instrumentos de recolección de datos

Guía de Observación: este método consiste en observar detalladamente cada característica en cada uno de los ensayos contemplados y que vaya acorde con los protocolos y lineamientos establecidos por las normas vigentes siendo plasmados en documentos establecidos por los investigadores (Oblitas, 2016, p.38).

Ficha de Resumen: Esta herramienta es un instrumento de trabajo en donde se colocan las ideas o conceptos principales ya sea de un libro, una tesis o un artículo de investigación con datos mínimos para identificar el origen de la información. Es necesario escribir frases breves y comprensibles. En este caso,

para la investigación se describió el proceso de las excavaciones de todas las calicatas realizadas a lo largo de vía en estudio.

Instrumento de análisis de datos

Microsoft Excel. Se utilizó para efectuar los cálculos correspondientes, obteniendo resultados estadísticos los cuales se plasmarán en tablas de frecuencias, diagramas de barras estadísticas con el fin de analizar los datos obtenidos de los ensayos y obtener los resultados con el propósito de cumplir los objetivos de la presente investigación.

Microsoft Word. Herramienta de utilidad para la elaboración del informe final.

S10 Presupuestos. Se utilizó dicho programa para obtener el presupuesto adecuado para la estabilización del suelo con PET.

Validez y confiabilidad del instrumento

Validez

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos están validados por las normas internacionales ASTM (American Society for Testing and Materials) y por la NTP (Norma Técnica Peruana). A través de estas normativas se verifica la validez para la ejecución de cada ensayo. Además, los ensayos realizados fueron para cumplir con los objetivos de la presente investigación, llevados a cabo en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, la cual cuenta con la certificación adecuada de equipos que avala la correcta ejecución de ensayos.

Confiabilidad

La confiabilidad de los instrumentos utilizados en esta investigación tiene relación con los certificados de calidad de los equipos, asimismo como con la calibración de estos, utilizados en cada ensayo de laboratorio, con el propósito de avalar la precisión y exactitud de los resultados. Para dichos ensayos, como se mencionó anteriormente, se utilizó las instalaciones del laboratorio de la Universidad Privada del Norte, el cual cuenta con dichos certificados y calibración de sus equipos.

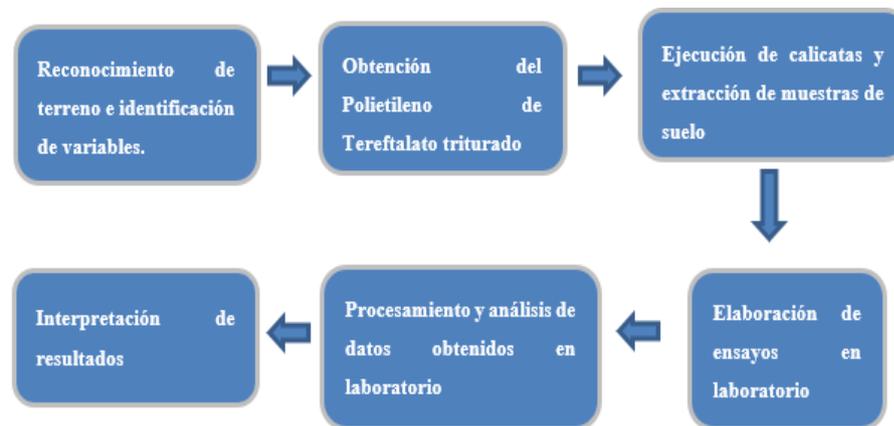
Aspectos Éticos

Para la elaboración de la presente investigación, se utilizó las normas teniendo en cuenta al Manual de Transportes y Carreteras y la Norma Técnica Peruana. También fue redactado bajo la Norma APA Séptima Edición. En el proceso se consideró diferentes referencias como apoyo teórico y práctico para la investigación, citando a sus respectivos autores, siendo aprobados por el instrumento Turnitin.

Procedimiento

Figura 6

Procedimiento para la verificación de variables



Nota: Se inició identificando cada variable y obtener cada insumo para clasificarlos adecuadamente en los ensayos, y finalmente producir resultados que definan nuestro objetivo de estudio.

Recolección de las muestras de estudio

Adquisición del Polietileno de Tereftalato

Para la presente investigación se utilizó la adición del Polietileno de Tereftalato reciclado y triturado, el cual se llevó a cabo a través de un proceso mecánico con una máquina trituradora. Inicialmente se adquirió el PET con un tamaño máximo de $\frac{1}{2}$ ", sin embargo, para fines de esta investigación y con base a estudios previos se decidió reducir el tamaño en partículas pasantes por el tamiz $\frac{1}{4}$ ".

Para la obtención de las muestras trituradas fue adquirido a través de la empresa INVERSIONES MULTIPLES LCA S.A.C. ubicada en la calle 02 Mz C18 Lt 10 Z.I. Campo Ferial, La esperanza.

La dosificación de Polietileno de Tereftalato triturado que se utilizará está dividida en distintos porcentajes del peso total, los cuales son: 1 %, 2.5 %, 5 % y 7 % y fueron aplicados a cada ensayo concerniente.

Figura 7

Pet triturado y reciclado



Nota: Se inició identificando cada variable y obtener cada insumo para clasificarlos adecuadamente en los ensayos, y finalmente producir resultados que definan nuestro objetivo de estudio.

Extracción de las muestras del suelo

Se lleva a cabo la excavación de ocho (8) calicatas las cuales tendrán una dimensión de 1m de largo x 1m de ancho x por una profundidad que se especifica en la Tabla N° 09, donde se extrajeron las muestras más representativas que posteriormente fueron llevadas a laboratorio para su análisis mediante los ensayos que se describen a continuación:

Procedimiento de ensayos de laboratorio

Contenido de Humedad (ASTM D2216 - MTC E108 - NTP 339.127)

Este método determina el peso de agua eliminada, la descripción del procedimiento se muestra a continuación.

Equipos y materiales.

- Balanza con precisión de 0.01gr.
- Horno de secado capaz de mantener temperaturas de 110 ± 5 °C
- Recipientes resistentes al cambio de peso y temperatura
- Guantes y sujetador para manipulación de recipientes

Procedimiento del ensayo.

- Colocar la muestra general extraída en un contenedor limpio y seco.
- Seleccionar la muestra representativa para el ensayo.
- Colocar la muestra representativa húmeda en un pocillo.
- Pesar la muestra húmeda más el recipiente.
- Introducir el pocillo con la muestra húmeda en el horno por 24h.
- Registrar el peso del material seco más el recipiente.

Cálculos. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 1: *Fórmula para contenido de humedad*

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

Análisis Granulométrico de suelos por Tamizado (ASTM D 422 – MTC E107 – NTP 339.128)

Este ensayo tiene como finalidad demostrar de manera cuantitativa la distribución de los distintos tamaños de partículas del suelo. Así mismo, dar a conocer los porcentajes del material que pasen por el juego de tamices hasta la malla N° 200 (74 mm).

Equipos y materiales.

- Balanza con precisión de 0.01gr.
- Estufa a temperaturas 110 ± 5 °C
- Juego de tamices de malla cuadrada + tapa y fondo
- Envases o bandejas
- Cepillo metálico y brocha para limpieza

Procedimiento del ensayo.

- Separar la muestra mediante un cuarteo
- Pasar previamente la muestra por el tamiz N°4 y lo pasante lavar utilizando el tamiz N°200 evitando la fricción con el tamiz para no perder partículas.
- Colocar el material en un recipiente y llevar al horno a una temperatura de 110 ± 5 durante 24h.
- Retirar la muestra del horno y enfriar la muestra al aire libre
- Verter la muestra seca por los tamices a utilizar y agitar manualmente
- Pesar el material retenido en cada tamiz y del fondo.

Cálculos.

Porcentaje de peso retenido.

Ecuación 2: *Fórmula para porcentaje de peso retenido*

$$\% \text{ retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} * 100$$

Porcentaje de peso retenido acumulado. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 3: *Fórmula para porcentaje de peso retenido acumulado*

$$\% \text{ Retenido acumulado} = \% \text{ retenido anterior} + \% \text{ retenido}$$

Porcentaje que pasa.

Ecuación 4: *Fórmula para porcentaje que pasa*

$$\% \text{ que pasa} = 100 - \% \text{ retenido acumulado}$$

Por último, se realiza la curva granulométrica, en el eje "x" se elabora en escala logarítmica donde se registra la abertura de los tamices en unidades de milímetros (mm) y en el eje de las "y" se elabora en escala natural donde se colocan los porcentajes acumulados pasantes por los tamices utilizados.

Límites de Atterberg (ASTM D-4318-84 - MTC E110-111 – NTP 339.129)

Este ensayo tiene como objetivo determinar el comportamiento del suelo fino, es decir si es un material plástico o no plástico y cuál es su reacción frente al agua.

Equipos y materiales

- Copa Casa Grande
- Acanalador

- Balanza con precisión de 0.01gr.
- Estufa a temperaturas 110 ± 5 °C
- Espátula
- Tamiz N°40
- Recipientes
- Agua destilada
- Superficie de rodadura

Procedimiento

Límite Líquido

- Tamizar la muestra seca por la malla N°40 hasta obtener una muestra representativa de 200 g aproximadamente.
- Mezclar la muestra representativa con agua hasta conseguir una pasta homogénea.
- Ocupar una pequeña cantidad de muestra húmeda en la copa Casagrande y enrasar.
- Pasar el ranurador a lo largo de la muestra separándola en dos partes
- Generar los golpes que sean necesarios hasta cerrar la ranura
- Tomar una muestra representativa de la parte del centro para obtener el contenido de humedad.

Límite Plástico

- Trabajar con el material tamizado por la malla N° 40, aproximadamente con 20 g.
- Combinar con agua y amasar hasta lograr una forma elipsoide.

- Formar con la muestra, pequeñas tiras en forma de cilindro sobre una superficie de rodadura, adelgazándolos hasta llegar a un diámetro aproximado de 3.2 mm.
- Colocar la muestra en forma de cilindros en recipientes, pesar y colocar al horno.
- Retirar del horno y pesar para determinar su contenido de humedad.

Cálculos

Límite Líquido.

Ecuación 5: *Fórmula para el Límite Líquido - LL*

$$LL = W^n * \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \quad o \quad LL = kW^n$$

Donde:

N = Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad

W^n = Contenido de humedad del suelo

K = factor dado (Ver Tabla N° 9)

Tabla 9

Factor K para el límite líquido

N (Número de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

Fuente: Manual de ensayo de materiales, 2016

Límite Plástico

Ecuación 6: *Fórmula para el Límite Plástico - LP*

$$\text{Límite plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} * 100$$

Índice de Plasticidad

Ecuación 7: *Fórmula para el Índice de Plasticidad*

$$I.P. = L.L - L.P.$$

Proctor Modificado (ASTM D1557 - MTC E115 – NTP 339.141)

Este ensayo determina la relación que existe entre el contenido de agua y peso unitario seco del suelo compactado. La compactación del suelo viene a ser el proceso mecánico donde su finalidad es mejorar las propiedades de resistencia, produciendo a la vez una reducción de vacíos.

Equipos y materiales.

- Moldes cilíndricos (4" o 6")
- Pisón con caída libre de 18"
- Balanza con un alcance de precisión de 0.01gr.
- Horno a temperaturas 110 ± 5 °C
- Juego de tamices (3/4", 3/8" y N°04)
- Envases o bandejas
- Regla metálica con una longitud no menor a 10"
- Herramientas de mezcla

Procedimiento del ensayo.

- Seleccionar el molde a utilizar de acuerdo con el método seleccionado
(A, B o C)

- Preparar como mínimo 4 muestras uniformemente mezcladas con diferentes contenidos de agua.
- Determinar la masa del molde a usar
- Colocar la extensión de collarín en la parte superior del molde con la base y asegurar.
- Realizar la compactación del material en el molde, la cual estará dividido en 5 capas de espesores aproximadamente similares
- Compactar cada capa con el N° de golpes respectivo de acuerdo con el método.
- Remover el collarín del molde y enrasar el material compactado utilizando la regla metálica en la parte superior para conformar una superficie plana
- Pesar el suelo compactado con el molde
- Extraer una muestra representativa del suelo compactado y llevar al horno para la determinación del contenido de humedad.
- Repetir el ensayo para las distintas pruebas con diferentes contenidos de agua.

Cálculos

Una vez obtenido los datos de cada muestra, se procede a cálculo de la densidad seca y la densidad húmeda del material, mediante las siguientes ecuaciones:

Densidad húmeda

Ecuación 8: *Fórmula para la Densidad Húmeda*

$$\rho_m = 1000 * \frac{(M_t - M_{md})}{V}$$

Donde:

ρ_m = Densidad húmeda de la muestra compactada (Mg/m³)

M_t = Peso de la muestra húmeda compactada con el molde (kg)

M_{md} = Peso del molde (kg)

V = Volumen del molde de compactación (m³)

Densidad seca

Ecuación 9: *Fórmula para la Densidad Seca*

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}}$$

Donde:

ρ_d = D. Seca de la muestra compactada (Mg/m³)

w = Contenido del Agua (%)

Por último, se grafica la curva de compactación, obteniendo así la máxima densidad seca y el contenido de humedad óptimo.

CBR de suelos (ASTM D1883 - MTC E132 - 339.145)

Este ensayo determina el índice de resistencia del suelo y se consigue evaluar la potencial resistencia de la subrasante y otras capas como subbase y base e inclusive de materiales reciclados que son utilizados en pavimentos.

Equipos y materiales.

- Prensa de penetración CBR
- Molde cilíndrico, provisto de un collarín metálico y de base una placa perforada.

- Disco espaciador metálico que contemple una circular, para ser insertado como fondo provisional en el molde cilíndrico durante la etapa de compactación.
- Aparato medidor de expansión conformado por:
 - a. Placa metálica perforada, provisto de un vástago con un sistema de tornillo situado en el centro.
 - b. Un trípode que pueda sostenerse en el filo del molde y deformímetro (dial)
 - Conjunto de sobrecargar metálicas anulares y ranuradas
 - Pistón metálico de penetración circular.
 - Dos diales que contemplen un recorrido mínimo de 25 mm (1").
 - Tanque o depósito con agua para la inmersión.
 - Horno con un alcance de temperatura constante de 110 ± 5 °C.
 - Balanzas, con sensibilidad de 1 g y 0,1 g.
 - Juego de tamices (N°4, 3/4" y 2")
 - Papel filtro, enrasador, espátula, pipeta, etc.

Procedimiento del ensayo.

Para la compactación

- Registrar la masa del molde incluyendo base.
- Colocar el collarín junto con el disco espaciador y por encima, un papel filtro con el mismo diámetro, para evitar el tapado de suelo en futuros ensayos.
- Colocar en 5 capas la muestra en el molde utilizando la dosificación de agua óptima y energía necesaria con diferentes

grados de compactación que son de 12, 25 y 56 golpes para cada capa.

- Culminado la compactación, retirar el collarín y proceder a realizar el rasado en la superficie del molde con la ayuda del enrasador
- Retirar el disco espaciador, colocar un papel filtro sobre la base e invertir el molde junto al material compactado, ajustar y registrar el peso de este.

Para la inmersión.

- Colocar una placa perforada con vástago ajustable sobre la muestra invertida y por encima, la sobrecarga que sea necesaria.
- Situar en conjunto, el trípode más el dial de deformación sobre el borde del molde.
- Registrar la primera lectura antes de sumergir al agua y se retira el trípode.

Para la expansión.

- Sumergir el molde con la sobrecarga en una recipiente, poza o tina con agua, durante 4 días (96 horas)
- Se irá tomando lectura al deformímetro para ver la expansión del suelo por día, es decir a cada 24 horas durante los 4 días
- Pasado los 4 días, retirar el molde del agua y dejar drenar 15 minutos.
- Retirar la sobrecarga, el papel filtro y la placa perforada e inmediatamente proceder a pesar la muestra más el molde.

Para la penetración.

- Colocar nuevamente las pesas de sobrecarga por encima de la muestra.
- Ubicar el pistón de penetración en el centro de la muestra
- Aplicar una carga aproximada de 50N. en el indicador de presión para que el pistón asiente.
- Tomar nota de las diferentes lecturas de la presión a distintas pulgadas de penetración
- Para terminar, desmontar el molde y extraer de la parte superior una muestra representativa para determinar el contenido de humedad.

Cálculos.

Para calcular la expansión, se realiza mediante una diferencia de lecturas del deformímetro antes y después de ser sumergidos al agua, referidos en porcentajes (%).

Expansión del suelo

Ecuación 10: *Fórmula para la expansión del suelo*

$$\% \text{ Expansión} = \frac{(L_2 - L_1)}{127} * 100$$

CAPÍTULO III: RESULTADOS

En este capítulo se entrega los resultados que se han obtenido en la investigación, estos se hallaron a través de ensayos realizados en el laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte, sede San Isidro – Trujillo, a excepción de las propiedades físicas-mecánicas del PET, que fueron obtenidas de estudios previos por otros investigadores. A continuación, se entrega los datos obtenidos:

Propiedades físicas-mecánicas del PET

Los datos técnicos de las propiedades físicas y mecánicas del PET fueron obtenidos bajo una búsqueda sistemática, obteniendo los siguientes resultados detallados de las siguientes tablas:

Tabla 10

Propiedades físicas del PET

	Propiedades	Método	Unidad	Resultados	Parámetros
	Densidad	ISO 1183	g/cm ³	1.36	1.3 - 1.4
Físicas	Absorción de Agua	ASTM D570	%	0.08	< 0.1
	Permeabilidad	ASTM D3985	cc/m ² , Día	9.7	10

Nota: Adaptado de Castillo y Saucedo, 2019

Tabla 11

Propiedades Mecánicas del PET

Propiedades	Método	Unidad	Valores
Dureza Rockwell*	ASTM D795	-	M94 - M101
Mecánicas Resistencia a la Compresión 1 % / 2 %	ISO 604	Mpa	21 / 38
Resistencia a la Flexión	ISO 178	Mpa	134
Resistencia a la Tracción	ISO 527	Mpa	91

Nota: Adaptado de Ensinger, 2020, con excepción de la propiedad de Dureza* que fue extraída de Castillo y Saucedo, 2019.

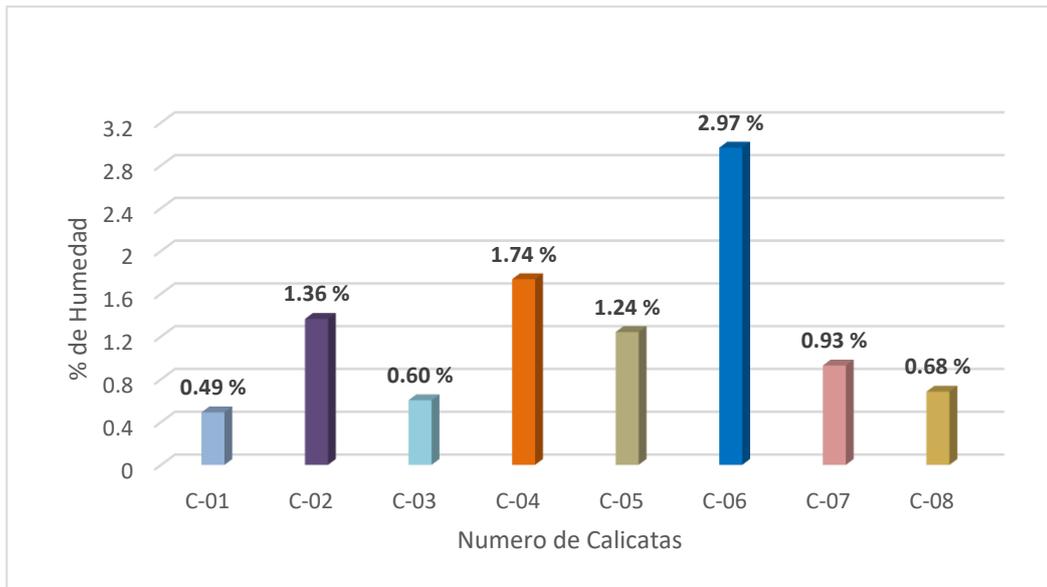
Propiedades físicas y mecánicas del suelo natural

En esta sección se detalla los resultados de las propiedades físico-mecánicas de las ocho (8) calicatas analizadas del suelo natural de la Prolongación Av. 1 Alto Trujillo. Para las propiedades físicas se realizaron los ensayos de Contenido de Humedad y Granulometría, basadas en las normas NTP 339.127, NTP 339.128 respectivamente. De igual modo, para la realización de las propiedades mecánicas se tuvieron en cuenta los siguientes ensayos: Proctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR), bajo las normas NTP 339.141, NTP 339.145 respectivamente.

Propiedades Físicas

Figura 8

Análisis de Contenido de Humedad



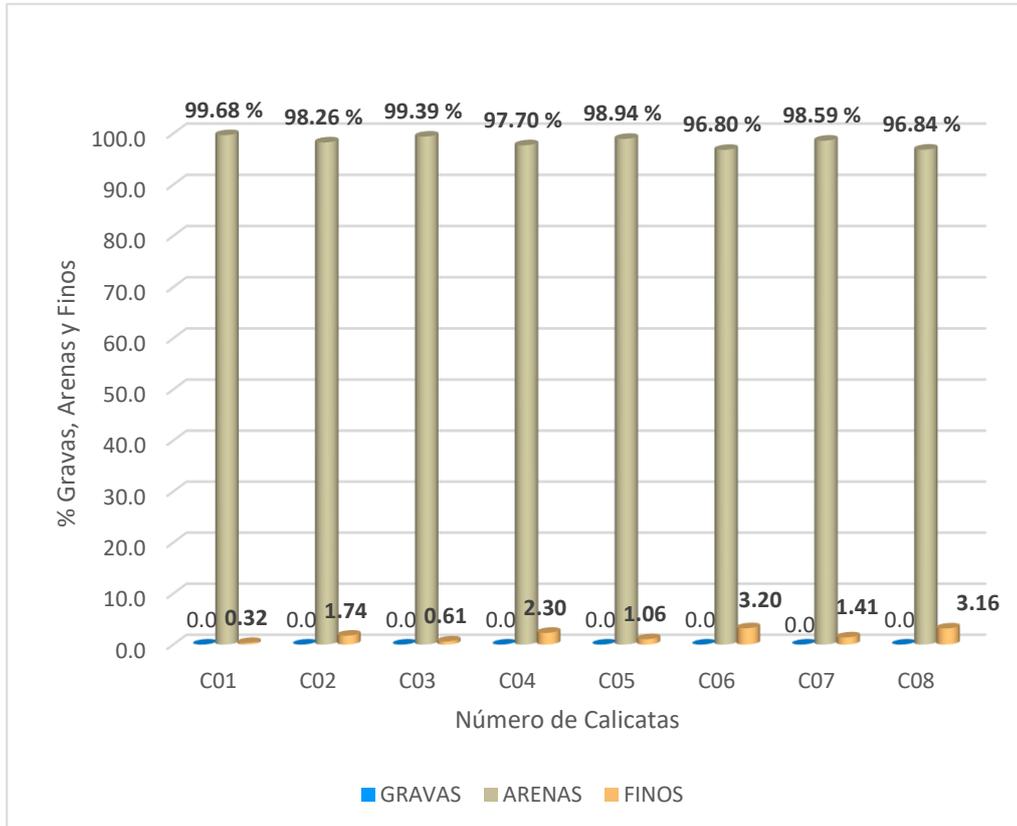
Nota: Los valores presentados son los porcentajes de humedad de cada calicata en toda la vía, la variación se debe a que en dichas zonas presenta abundante vegetación, es por lo que, la calicata C6 y la C4 tienen 2.97 % y 1.74 % respectivamente.

INTERPRETACIÓN

Al visualizar la Figura N° 8, se demuestra un aumento significativo en la calicata C - 06 con un porcentaje de humedad de 2.97 %, debido a que en la zona estudiada presenta gran vegetación y riego continuo, mientras que en la calicata C - 01 con 0.49 % de contenido de humedad y con escasez de vegetación. Dado que se requiere el promedio general de humedad de la vía con el valor de 1.25 %.

Figura 9

Resultado de Análisis Granulométrico



Nota: Los valores representativos de cada calicata arrojan que cada ensayo está por encima de los 96 % de arenas, mientras que oscila entre 0.32 % y 3.16 % de finos.

INTERPRETACIÓN

En la Figura N° 9, se visualiza los porcentajes de grava, arena y finos de las ocho (8) calicatas analizadas. En cada una de ellas, se observa un porcentaje predominante de arenas superando 98.28 %, y con valores bajos en finos. Cabe resaltar que, en la vía de estudio no presentó gravas. Para mayor detalle se realizó los perfiles estratigráficos correspondientes. Ver Anexo N° 7.

Tabla 12

Clasificación y coeficientes del Suelo

CALICATA	PROGRESIVA (KM)	Coeficiente de Uniformidad	Coeficiente de Curvatura	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
C - 01	0 + 000	1.96	0.94		
C - 02	0 + 500	1.75	1.24		
C - 03	1 + 000	2.22	1.05		
C - 04	1 + 500	1.45	1.69	SP - Arena pobremente gradada	A - 3 (0)
C - 05	2 + 000	0.72	2.83		
C - 06	2 + 500	0.62	4.5		
C - 07	3 + 000	0.63	3.6		
C - 08	3 + 700	1.73	1.6		

Nota: Los datos se muestran un resumen de todas las calicatas que se realizaron el ensayo granulométrico para obtener la clasificación por SUCS y AASHTO.

INTERPRETACIÓN

En la Tabla N° 12, se observa que la vía analizada presenta los porcentajes de coeficiente de Uniformidad y de Curvatura para la determinación del suelo. Además, se aprecia la clasificación de suelos según el Sistema SUCS y AASHTO, obteniendo los resultados de SP (Arena pobremente graduada) y A – 3(0) se considera arena fina correspondientemente.

Tabla 13

Resultados de los Límites de Consistencia

Calicata	Progresiva	Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad
C - 1	Km 0 + 000	muestra única	N. P.	N. P.	N. P.
C - 2	Km 0 + 500	muestra única	N. P.	N. P.	N. P.
C - 3	Km 1 + 000	muestra única	N. P.	N. P.	N. P.
C - 4	Km 1 + 500	muestra única	N. P.	N. P.	N. P.
C - 5	Km 2 + 000	muestra única	N. P.	N. P.	N. P.
C - 6	Km 2 + 500	muestra única	N. P.	N. P.	N. P.
C - 7	Km 3 + 000	muestra única	N. P.	N. P.	N. P.
C - 8	Km 3 + 700	muestra única	N. P.	N. P.	N. P.

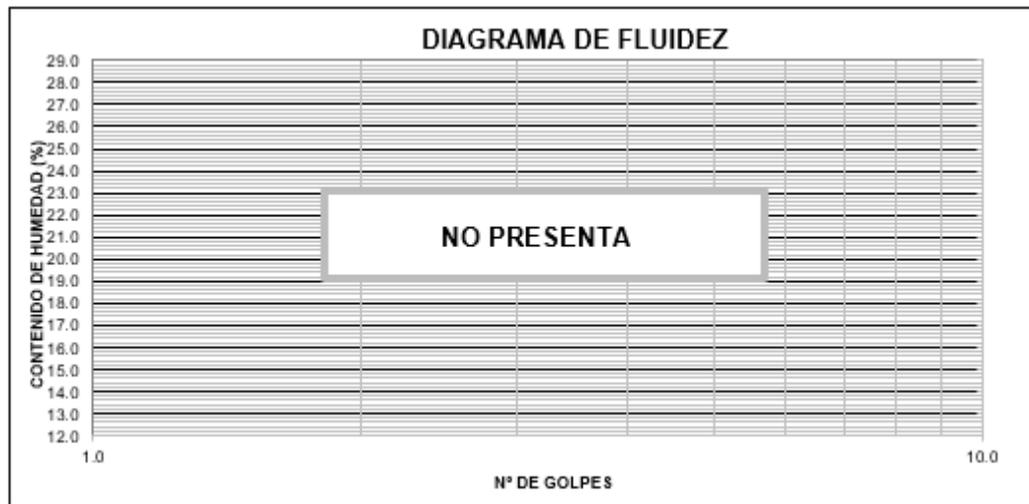
Nota: En estos datos, las muestras representativas de cada calicata fueron únicas, es decir solo se presentó un solo tipo de suelo independientemente de la progresiva en la que se encontraba cada excavación.

INTERPRETACIÓN:

En la Tabla N° 13, los resultados presentados y ensayados en las muestras del suelo arenoso no demuestran límites de consistencia en toda la extensión de la carretera.

Figura 10

Límite de Consistencia



Nota: Esta imagen representaría el diagrama de Fluidez para el ensayo de Consistencia, sin embargo en ninguna de las calicatas presentó suelo arcilloso.

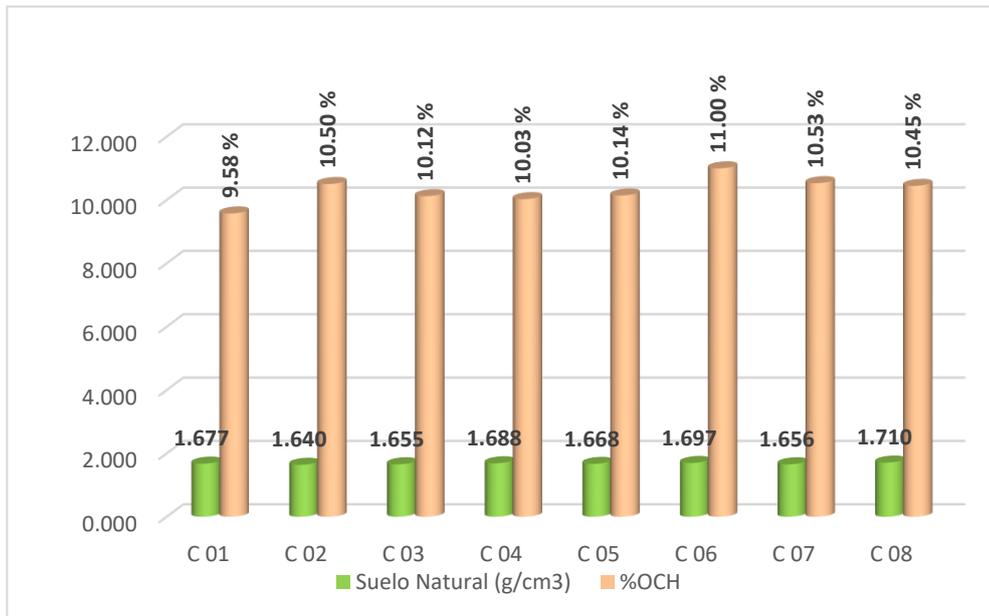
INTERPRETACIÓN:

En la Figura N° 10, no presenta Límites de Consistencia.

Propiedades Mecánicas

Figura 11

Relación de Densidad seca y Óptimo Contenido de Humedad del suelo natural



Nota: Los datos mostrados expresan las densidades del suelo natural de la vía en estudio, y los OCH oscilan entre 9.58 % y 11%, ya que se trabajó con humedades de 7 %, 9 %, 11 % y 13 %.

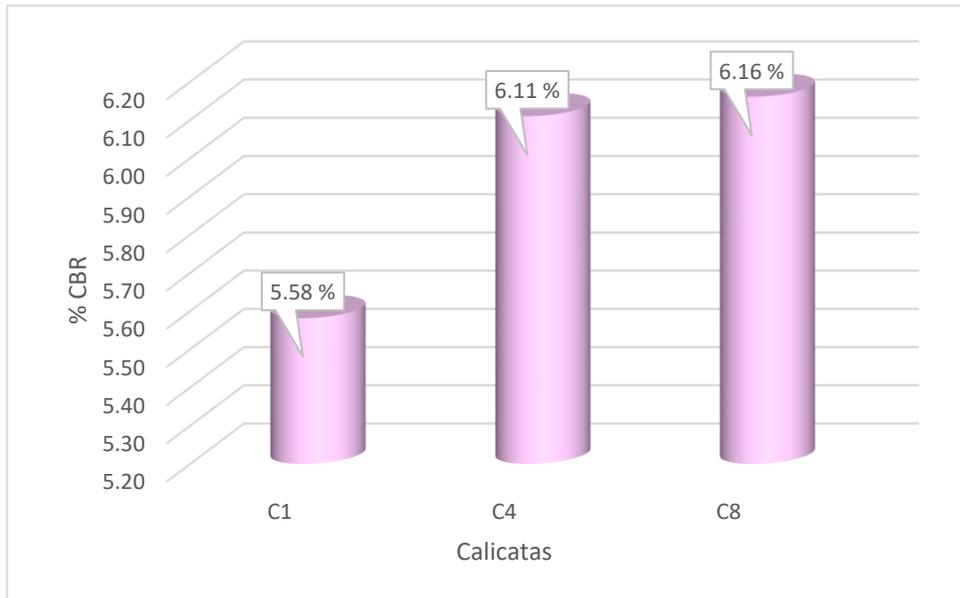
INTERPRETACIÓN:

En la Figura N° 11, se detalla la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo natural de las ocho calicatas ejecutadas visualizando que el mayor valor de humedad es de 11 % para la calicata C-6 en comparación con la calicata C-1 con un valor de 9.58 %, de igual manera, para la densidad arroja un valor mínimo de 1.64 g/cm³ en la C02 y 1.71 g/cm³ para la C08. Para los promedios en

toda la vía de 1.674 g/cm³ de la máxima densidad seca y 10.29 % de óptimo contenido de humedad.

Figura 12

California Bearing Ratio de suelo natural



Nota: Los datos de CBR mostrados representan la capacidad de soporte que posee el suelo natural en toda la vía.

INTERPRETACIÓN:

En la Figura N° 12, se estima los porcentajes obtenidos en el ensayo de CBR para suelo natural. Para este ensayo se trabajó con respecto a la máxima densidad seca al 95 %, obteniendo así un valor promedio general para toda la vía de 5.95 %.

Propiedades mecánicas del suelo natural adicionado con PET

En esta sección se detalla los resultados de las propiedades mecánicas del suelo natural con la adición de PET de la Prolongación Av. 1 Alto Trujillo. Los porcentajes de PET triturado que se adicionaron al suelo natural fueron 1 %, 2.5 %, 5 % y al 7 %. Para las propiedades mecánicas se toma en consideración los siguientes ensayos: Proctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR), bajo las normas NTP 339.141, NTP 339.145 respectivamente.

Tabla 14

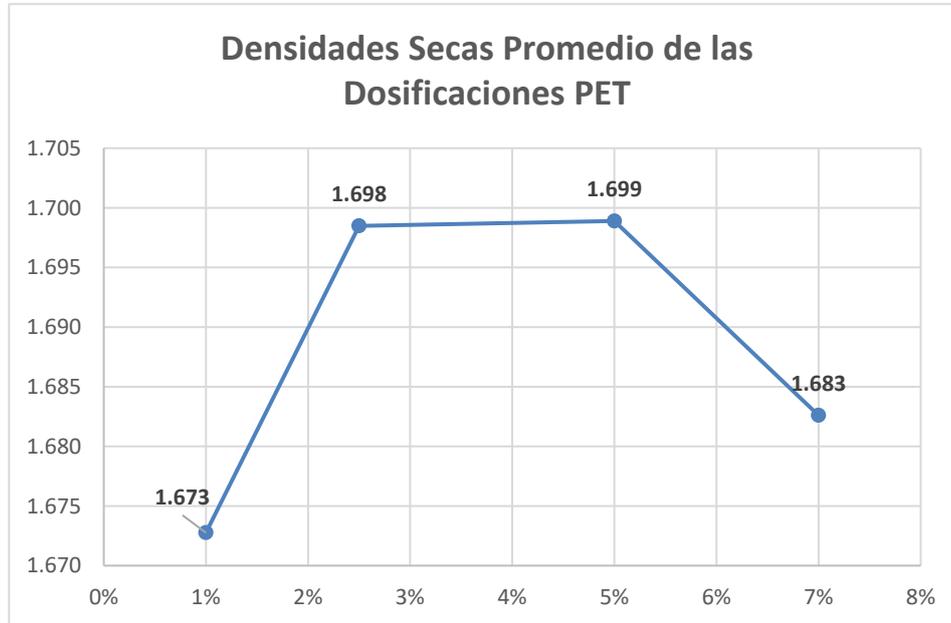
Máxima Densidad Seca de Suelo Natural adicionando Porcentajes de PET

N° CALICATA	1 %	2.50 %	5 %	7 %
C 01	1.692	1.696	1.699	1.689
C 02	1.635	1.658	1.663	1.643
C 03	1.647	1.660	1.675	1.658
C 04	1.661	1.698	1.711	1.702
C 05	1.661	1.703	1.685	1.674
C 06	1.723	1.747	1.726	1.699
C 07	1.640	1.670	1.688	1.667
C 08	1.722	1.754	1.744	1.730
Promedio	1.673	1.698	1.699	1.683

Nota: Se clasificó los datos de las 8 calicatas con sus respectivos porcentajes de PET, obteniendo los promedios adecuados de la Máxima Densidad Seca.

Figura 13

Promedio de Densidades Secas del suelo natural adicionando Porcentajes de PET



Nota: Con los datos promedios de la MDS se visualiza el aumento en 2.5 % PET y también el 5 % PET.

INTERPRETACIÓN

En la Tabla N° 14 se visualiza los porcentajes de densidades secas máximas de las ocho (8) calicatas analizadas con las adiciones de PET del 1 %, 2.5 %, 5 % y 7 % para obtener los datos promedio de la Máxima Densidad Seca, obteniendo 1.673 g/cm³, 1.698 g/cm³, 1.699 g/cm³ y 1.683 g/cm³ respectivamente. En tal manera, se refleja en la Figura N° 13 que al 5 %, la Máxima Densidad Seca Promedio incrementa con respecto a los otros porcentajes con un valor de 1.699 g/cm³.

Tabla 15

Óptimo Contenido de Humedad de suelo natural adicionando Porcentajes de PET

N° Calicata	% PET			
	1 %	2.5 %	5 %	7 %
C 01	10.50	11.11	10.70	11.23
C 02	10.56	11.88	11.25	10.76
C 03	10.43	10.97	11.06	10.28
C 04	10.53	10.30	10.97	10.07
C 05	11.29	10.87	11.00	11.07
C 06	10.96	11.22	11.16	11.03
C 07	11.27	11.57	11.32	10.92
C 08	10.35	11.27	10.83	11.57
Promedio	10.74	11.15	11.04	10.87

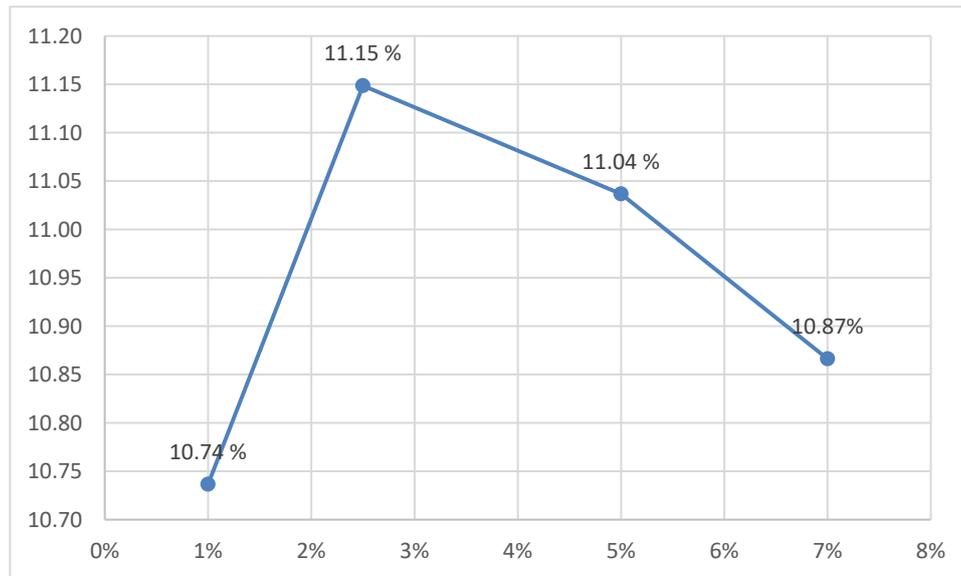
Nota: Se presenta los datos del ensayo de Proctor para obtener el Óptimo Contenido de Humedad de cada calicata con porcentajes de PET. Tales datos promedios servirán para trabajar el ensayo de CBR.

INTERPRETACIÓN

En la siguiente Tabla N° 15 se visualiza los porcentajes de contenido de humedad óptima de las ocho (8) calicatas analizadas con sus dosificaciones correspondientes, consiguiendo los valores promedio de 10.74 %, 11.15 %, 11.04 % y 10.87 %.

Figura 14

Promedio de Óptimo Contenido de Humedad de suelo natural adicionando Porcentajes de PET



Nota: Los datos promedios del OCH presenta un alto valor de humedad en el 2.5 %. Todos estos valores serán utilizados en cada porcentaje de PET para el ensayo de CBR.

INTERPRETACIÓN

En la Figura N° 14 se demuestra que al 1 % PET contiene un OCH de 10.74 %, mientras que al 2.5 % de PET la humedad aumenta a 11.15 % que lo diferencia con los otros porcentajes de PET. Sucesivamente este OCH va disminuyendo conforme aumenta la dosificación de PET.

Tabla 16*Comparación de CBR al 95 % de C01, C04 y C08*

COMPARACIÓN AL 95 % (0.1") DE LA C-01, C-04 Y C-08				
	1 %	2.5 %	5 %	7 %
C - 01	6.31	10.87	16.90	7.24
C - 04	6.55	10.62	17.48	8.66
C - 08	6.79	10.78	17.76	7.43
Promedio	6.55	10.76	17.38	7.78

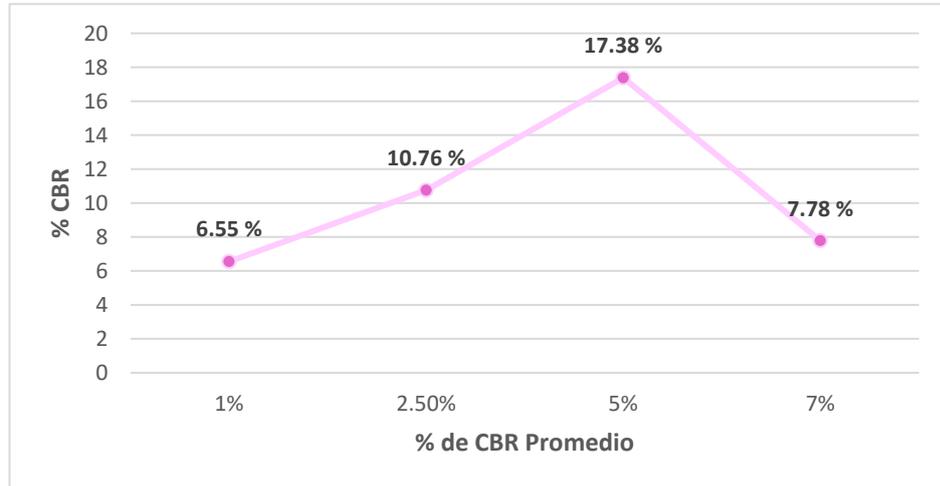
Nota: Se realizó el promedio de CBR de cada calicata mostrada en la tabla anterior para visualizar si existe un aumento relevante en la capacidad de soporte, siendo el 5% PET el que mejor se comporta.

INTERPRETACIÓN

En la siguiente Tabla N° 16 se seleccionó los datos que destacan de las 3 calicatas seleccionadas para obtener un promedio de cada una de ellas, con la finalidad de ver el comportamiento de un suelo estabilizado con diferentes dosificaciones, siendo el que más mejora el 5 % con un CBR de 17.38 % lo cual la vuelve en la categoría de subrasante buena.

Figura 15

CBR promedio al 95 % (0.1")



Nota: En el presente gráfico se destaca que aumento el CBR a 17.38 %, siendo el 5 % PET el que mejor trabaja para un suelo estabilizado.

INTERPRETACIÓN

En la Tabla N° 16, se visualiza los porcentajes de CBR al 95 % de la Máxima Densidad Seca obteniendo promedios de 7.20 %, 10.76 %, 17.38 % y 7.78 % con respecto a los porcentajes adicionados de PET. Agregando a lo anterior, en la Figura N° 15 se aprecia que al 5 % de PET, el porcentaje de CBR aumenta significativamente con respecto a los demás porcentajes, alcanzando un valor de 17.38 %.

Presupuesto General de la Estabilización de la Subrasante

En las siguientes figuras se presenta los presupuestos de la estabilización de subrasante tanto de suelo natural como la adición de PET Óptimo:

Tabla 17

Presupuesto General de la Prolongación Av. 1 Alto Trujillo - Suelo Natural

Presupuesto	1101001	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"			
Subpresupuesto	001	SUELO NATURAL			
Cliente	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			Costo al	12/09/2023
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO				
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	CONFORMACIÓN DEL PAVIMENTO				927,969.25
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				301,744.25
01.01.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO NATURAL HASTA NIVEL DE SUBRASANTE	m3	9,250.00	15.21	140,692.50
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	10,637.50	15.14	161,051.75
01.02	PAVIMENTACIÓN				626,225.00
01.02.01	CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE CON MATERIAL PROPIO	m2	18,500.00	6.63	122,655.00
01.02.02	SUB-BASE GRANULAR e=0.25 m	m2	18,500.00	12.30	227,550.00
01.02.03	BASE GRANULAR E=0.20 m	m2	18,500.00	14.92	276,020.00
Costo Directo					927,969.25

SON: NOVECIENTOS VEINTISIETE MIL NOVECIENTOS SESENTINUEVE Y 25/100 NUEVOS SOLES

Nota: Los datos presentados solo son de Costo Directo, por lo que el monto solo es para comparar el aumento entre el suelo sin estabilizar y uno estabilizado con PET.

INTERPRETACIÓN:

Se elaboró el presupuesto general que abarca las partidas de movimiento de tierras y pavimentación. En la Tabla N° 17, especifica el metrado y los precios de cada subpartida, obteniendo un total de costo directo de S/. 927 969.25 solo para el pavimento sin estabilizar.

Tabla 18

Presupuesto General de la Prolongación Av. 1 Alto Trujillo - Suelo Natural + 5 %

PET

Presupuesto	1101001	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"			
Subpresupuesto	002	SUELO NATURAL + 5 % PET			
Cliente	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Costo al	12/09/2023		
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO				
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	CONFORMACIÓN DEL PAVIMENTO + ADICIÓN DE PET				1,503,630.98
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				211,220.98
01.01.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO NATURAL HASTA NIVEL DE SUBRASANTE	m3	6,475.00	15.21	98,484.75
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7,446.25	15.14	112,736.23
01.02	PAVIMENTACIÓN				1,292,410.00
01.02.01	CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE CON ADICIÓN DE 5 % PET	m2	18,500.00	48.84	903,540.00
01.02.02	SUB-BASE GRANULAR e=0.15 m	m2	18,500.00	8.72	161,320.00
01.02.03	BASE GRANULAR E=0.15m	m2	18,500.00	12.30	227,550.00
Costo Directo					1,503,630.98

SON: UN MILLON QUINIENTOS TRES MIL SEISCIENTOS TREINTA Y 98/100 NUEVOS SOLES

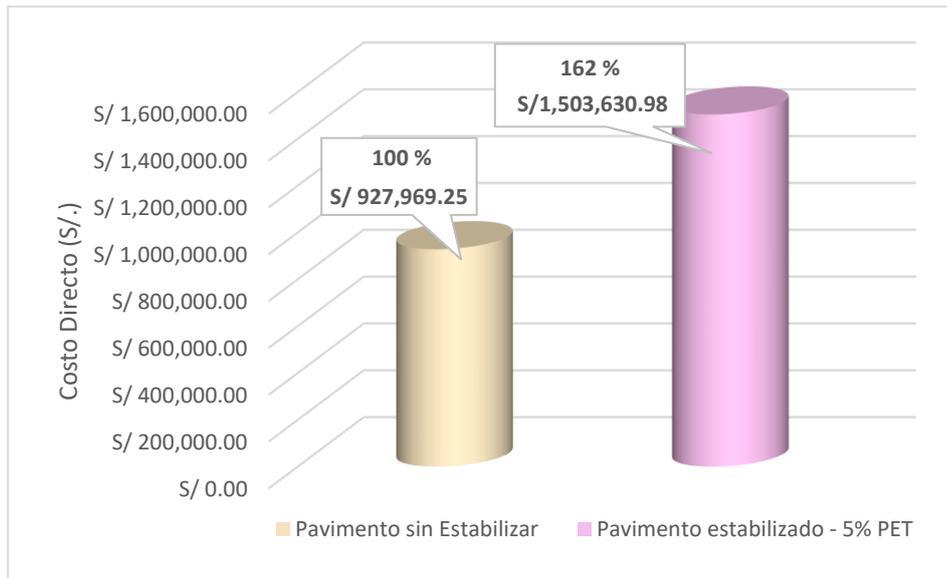
Nota: Hay que aclarar que este valor solo es Costo Directo, no se agrega gastos generales ni IGV.

INTERPRETACIÓN

Se elaboró el presupuesto general de la estabilización a nivel de subrasante con la óptima dosificación de PET, siendo al 5 %. En la Tabla N° 18 se establece las partidas y subpartidas para la conformación del pavimento, además se obtuvo un costo directo de S/. 1 503 630. 98 para toda la vía de estudio.

Figura 16

Comparación de Costos Directos para la Prolongación Av. 1 - Sin estabilizar y con estabilización al 5 % PET



Nota: Los valores obtenidos de la comparativa presupuestal es entre un suelo estabilizado con PET y uno sin estabilizar, es decir presenta un aumento importante de 62 %.

INTERPRETACIÓN

En la comparación de los costos para la Conformación del pavimento se aprecia en la Figura N° 16 un aumento significativo, es decir que para la vía tiene un costo de 927 969.25 nuevos soles; en cambio, con la estabilización de la subrasante y la aplicación de 5 % PET como la óptima dosificación aumentó el costo en un 162 % con respecto al terreno natural sin estabilizar, siendo el costo de 1 503 630.98 nuevos soles.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Limitaciones

En relación con las limitaciones para esta investigación, la principal fue la obtención del PET reciclado dado que, en primer lugar, se compró PET de una recicladora artesanal obteniéndose los residuos en diferentes tamaños que, al aglomerarlos en volumen, estos generan espacios en los ensayos mecánicos, aunque aumentan su volumen, se tomó otras medidas con respecto al tamaño de este PET reciclado.

En segundo lugar, se decidió por una recicladora artesanal, ya que no solo es presentar una investigación de ingeniería viable para estabilizar una carretera de tercera clase, sino contribuir y minimizar el impacto con el medio ambiente. Esta recicladora artesanal se ubica en La Esperanza. En la recicladora se tritura todo tipo de botellas PET, en su mayoría proporciona partículas de $\frac{1}{2}$ ", y con 25 kilos se inició el proceso de los ensayos en el laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte sede Trujillo – San Isidro. Al realizar los ensayos de Proctor Modificado y CBR para el nivel de subrasante con adición de PET y también añadiendo PET, se visualizó que presentaba vacíos en las muestras compactadas por el tamaño del PET haciendo que minimice la capacidad de subrasante.

Para concluir, al revisar lo mencionado anteriormente se mejoró el pet cortando en partículas más pequeñas hasta tamizarlo por la malla $\frac{1}{4}$ ". Ver Anexo N° 13.

- Se analizó a través de ensayos el uso óptimo de PET para comprobar la mejora de la subrasante, y se dio de varios énfasis en que aumentó significativamente la densidad seca en los ensayos de proctor modificado con adición al 1 %, 2.5 %, 5 % y 7 % PET. También, se estableció los valores de CBR tanto en suelos naturales como con adición con PET. En estos casos, se realizó los ensayos para comprobar la máxima densidad seca, el óptimo Contenido de Humedad y por último la capacidad de soporte a nivel de subrasante tanto para suelo natural como con sus respectivas dosificaciones. Para finalizar, en el CBR al 95 % se obtuvo en suelo natural 5.95 % y a su vez con la óptima adición del 5 % PET se obtuvo el 17.38 % como categoría de subrasante de "buena".
- La caracterización de las propiedades físico-mecánicas de PET estuvo basada en una búsqueda sistemática, enfocada en obtener las características principales del PET avalado por un laboratorio especializado. Para ello, (Castillo y Saucedo, 2019) de la mano del laboratorio Slab, elaboró una serie de ensayos relativos regidos bajo las normas ASTM e ISO, donde se extrajo la información de las propiedades físicas del PET las cuales fueron absorción, densidad y permeabilidad como se observa en la Tabla N° 10, y la propiedad mecánica del mismo como la dureza. Asimismo, para una mayor extensión de información con respecto a las propiedades mecánicas, se recurrió a la ficha técnica del PET de la revista brasileña (Ensinger Plastics, 2023) donde se afirma que el PET alcanza una alta resistencia a las propiedades mecánicas de compresión, tracción y flexión como se presenta en la Tabla N° 11, y a su vez aporta una elevada resistencia a la rigidez y al desgaste.

En comparación con Castillo y Saucedo (2019), agregaron a su investigación la composición química y como factor principal para las propiedades físicas, la que más se beneficia para la estabilización de suelo es la densidad que esta es proporcionada por un compuesto químico, el etilenglicol. Al mismo tiempo, estos autores consideran que ácido tereftálico aportan mayor resistencia a la tracción y dureza (propiedades mecánicas) al envase PET.

También para Gonzales y Lozano (2020), hace referencia a los estudios físicos y mecánicos de 10 botellas de plástico, de los cuales presentan similitud en cuanto a sus resultados con Castillo y Saucedo, ya que en el ensayo de absorción de agua presenta el 0.1 %; mientras que en el ensayo de Dureza es de M96 (p.24). Sin embargo, difiere en relación con el ensayo de resistencia a la Tracción que en la revisión sistemática arroja 67MPa y para estos autores demuestran 123.41 Mpa.

- Las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural para la Prolongación Av. 1 de Alto Trujillo se determinaron a partir de los siguientes ensayos, tales como contenido de humedad donde se visualiza en la Figura N° 8, donde se obtuvo que en la calicata seis (6) tiene 2.97 % en comparación con la calicata uno (1), con un valor de 0.49 % y en un promedio de 1.25 % en toda la carretera. También se estableció que en el análisis granulométrico en la Figura N° 9 presenta un predominante de arenas, superando el 98.8 % para todas las calicatas, mientras que en limos el valor mínimo es 0.32 %. En relación con los Límites de Atterberg: el suelo estudiado no cuenta con límite líquido, ni límite plástico por ser un suelo arenoso Ver Tabla N° 13 y Figura N° 10. Además, para su clasificación de

determinó en la Tabla N° 12 que en SUCS es un SP y para AASHTO la clasifica como A-3(0), es decir un suelo pobremente graduado. En el caso de Proctor Modificado, en la Figura N° 13 se determinó 1.67 g/cm^3 de la máxima densidad seca para toda la carretera y con un Óptimo Contenido de Humedad promedio de 10.29 %; mientras que, en el ensayo de CBR al 95 % de suelo natural la Figura N° 11, señala los valores para las calicatas C1, C4 y C8 con valores de 5.58 %, 6.11 % y 6.16 %, consecutivamente, con la obtención de un promedio de 5.95 % para toda la vía.

Según Infinita Industrial Consulting (2023), definen que la finalidad de evaluar las propiedades físicas es ver la reacción de los agentes físicos para destacar la resistencia de las muestras estudiadas. De igual manera, para las propiedades mecánicas las definen para ver si afectan la resistencia mecánica de un material y también la manera de aplicar una fuerza.

En comparación con el trabajo de investigación de Aquino y Miranda (2021) afirma que en su suelo natural del Asentamiento Humano Santa Rosa del Sur – Nuevo Chimbote presenta mayor porcentaje de arena y porcentajes de limos, así como en sus Límites de Consistencia no cuenta ni con límite líquido ni límite plástico.

En relación con el ensayo de CBR, Aquino y Miranda (2021), establecen para Proctor Modificado a 1.663 g/cm^3 y con un valor de 11.70 % de Óptimo Contenido de Humedad. Además, para el ensayo de CBR al 95 % (0.1") para suelos naturales, Mariños y Pérez (2022), se contempla que las Calicatas C – 1 y C – 3 tienen 17.67 % y 19.69 %, correlativamente. En este caso no concuerda

con nuestros resultados, ya que nosotros presentamos un CBR a nivel de subrasante promedio de 5.95 % al 95 % lo cual es denominado como "pobre", mientras que para estos investigadores se encuentra en la categoría de "buena".

- La realización de los ensayos mecánicos (Proctor Modificado y CBR) se estableció los porcentajes de la adición de PET con 1 %, 2.5 %, 5 % y 7 %, amparado bajo las normas de NTP 339.141 y NTP 339.145 respectivamente. Para el caso de Proctor Modificado, se estableció parámetros numéricos para la dosificación de los cuales corresponden a 1 % PET con un promedio de 1.673 g/cm³ de la máxima densidad seca, al 2.5 % PET demuestra 1.698 g/cm³, al 5 % PET es 1.699 g/cm³ y al 7 % PET es 1.683 g/cm³. Con estos valores demuestran que la compactación con el agregado PET es uniforme ya que sus valores varían mínimamente con una compactación del suelo natural que arrojó 1.674 g/cm³. Además, se considera las Humedades Óptimas para cada dosificación con un promedio de 10.74 %, 11.15 %, 11.04 % y 10.87 %, en comparación con la humedad del suelo natural que es de 10.29 %. Estos datos presentados anteriormente se visualizan en la Figura N° 14. En el caso de CBR con adición de PET, siendo de base para el suelo natural y al 95 % un 5.95 %, en contraste con las dosificaciones que arrojaron 6.55 %, 10.76 %, 17.38 % y 7.78 %. Estos datos se visualizan en la Tabla N° 16 donde llega a su punto máximo de compactación para una categoría de subrasante "Buena".

Para Castro y Cruzado (2021) mencionan que realizaron los ensayos de Proctor modificado y CBR tanto para su muestra natural como con adición con PET. En sus ensayos plasmados indicaron dosificaciones al 2.5 % PET, 5 % PET

y 7.5 % PET y fueron estudiadas para sus 8 calicatas, donde su densidad máxima al 2.5 % PET fue 1.68 g/cm^3 . Mientras que, para 5 % y 7.5 % PET obtienen 1.36 y 1.23 g/cm^3 . Esto quiere decir que, el polímero agregado disminuye la capacidad de compactación cuando aumenta la dosificación. Por otro lado, en CBR realizaron los ensayos, siendo el 2.5 % PET al 95 % de máxima densidad seca un 22.4 %, en cambio disminuye si es 5 % PET y 7.5 % PET con 9.7 % y 6.7 % consecutivamente.

En el caso de Aquino y Miranda (2021) presenta un suelo granular con MDS de 1.663 g/cm^3 y su óptima humedad de 11.70 % y en su capacidad de soporte en CBR arrojó 7.75 %. Esto se refiere a que al realizar los ensayos con PET mejoran satisfactoriamente los suelos, ya que el polímero demuestra resistencia y dureza concluyendo que mejora la estabilidad de los suelos.

Para concluir, Mariños y Pérez (2022), realizaron los ensayos con el fin de ver mejora, siendo el 7 % un valor de 1.658 g/cm^3 , con adición de 11 % 1.619 g/cm^3 y al 13 % 1.607 g/cm^3 , en cambio en CBR presentan valores altos siendo el 11 % en fibras PET con un 29.51 % de la máxima densidad seca para su primera calicata, y para su calicata 2 al 95 % DMS arrojó 35.10 %. Esto se refiere a que aumenta considerablemente sin embargo coincidimos en que usar PET mejora la calidad de soporte de CBR.

- En cuanto a los incrementos presentados por las dosificaciones de PET, se obtuvieron en el ensayo de CBR al 95 % para la muestra natural más 1 % PET aumentó un 11 % con respecto a la muestra natural, es decir de 5.95 % a 6.55 %, se puede hacer mención que en la Tabla N° 4 para las Categorías de la subrasante,

donde se establece que al ser 7.2 % está en la categoría de "Subrasante regular". En el caso de 2.5 % PET continua el incremento en un 81 % con respecto al suelo natural, se refiere a que de 5.95 % a 10.76 % que se presenta en la categoría "Subrasante Buena" y al 5 % PET aumenta en un 192 % con un 17.38 % de la máxima densidad seca. Por último, para el 7 % PET resultó en el CBR al 95 % el 7.78 %, es decir descendió en 161.3 % comparándolo con 5 % PET.

Del mismo modo, Castro y Cruzado (2021) determinaron que la dosificación de PET en su suelo natural presentó al 95 % un 14.1 % de la máxima densidad seca y al 2.5 % aumentó a 22.4 %, quiere decir que incrementó el 59 %, mientras que al 5 % PET disminuyó en 31.2 % con respecto del suelo natural y en el caso de 7.5 % PET disminuyó al 52.5 %, esto quiere decir que a mayor aumento de PET reduce significativamente la resistencia a la máxima densidad seca en los ensayos de CBR, es por eso que a menor presencia gravas es que interviene las partículas de PET.

Por otro lado, Mariños y Pérez (2022), trabajaron con dosificaciones diferentes a los anteriores investigadores, siendo al 7 % PET con un CBR al 95 % dio 28.51, es decir incremento en 53 % de su suelo natural que fue 18.68 %. Mientras que al 11 % PET continuó el incremento en un 72.9 % a comparación del 13 % PET que disminuye su CBR al 95 % en 25.8, siendo un 34.8 % con respecto al 11 % PET.

- Del resultado obtenido por las dosificaciones PET, al visualizar la Figura N° 19 el porcentaje de CBR al 95 % solo para muestra natural y la Tabla N° 17 indica las dosificaciones de PET para el ensayo de CBR al 95 %, cabe resaltar que el

valor que aumenta significativamente es al 5 % PET con 17.38 %, es decir aumenta en un 192.1 % el índice de CBR con respecto al suelo natural siendo un 5.95 %.

Según Castro y Cruzado (2021) su porcentaje óptimo de PET en su investigación para sus ensayos de CBR al 95 % es al 2.5 % PET con un valor de 22.4, aunque refieren que aumenta un 59.1 % el valor de su índice de CBR con respecto a su suelo original que fue de 14.1 %, eso demuestra que los resultados de estos investigadores difieren de los resultados anteriores porque recalcan que su dosificación óptima fue al 2.5 %. Aunque el porcentaje de PET es diferente, hay que considerar qué factores pueden contribuir como la forma del PET, la dosificación e incluso la compactación durante el proceso del ensayo CBR puede generar algún cambio al momento de la toma de datos.

En el caso de Mariños y Pérez (2022), su dosificación óptima es al 11 % PET con un valor de 29.51 % respecto al 95 % de la máxima densidad seca en comparación con su suelo natural que fue de 17.67 % solo para la calicata 01 y en la calicata 02 al 11 % PET arrojó 35.10 % respecto al 95 % de la máxima densidad seca en contraste con su suelo natural que presentó un 19.69 %. De esta manera, se presenta que ya al 5 % PET brinda la máxima densidad seca a diferencia de los investigadores que en el 11 % PET arroja su máximo valor, pero si se coincide en que al utilizar el aditivo PET llega a mejorar la calidad y estabilidad de la subrasante, y una vez más es necesario considerar el tamaño de la fibra y la cantidad, ya que esto mal dimensionados puede perjudicar los cálculos para el mejoramiento de la subrasante. Para finalizar, hay que considerar

que el PET como un polímero estabilizador sirve para mejorar, con las dosificaciones adecuadas, la calidad de la subrasante y a través de estos ensayos se determina la resistencia cumpliendo los parámetros establecidos por las normas NTP, MTC.

- Se elaboró el presupuesto de la estabilización del suelo arenoso a nivel de subrasante considerando únicamente la conformación del pavimento. Al adicionar el porcentaje óptimo de PET, siendo el 5 %, se obtuvo como resultado un costo directo de S/. 1,503,630.98. Además, se realizó el presupuesto de la conformación del pavimento con terreno natural sin estabilizar obteniendo un costo de S/. 927,236.35. Cabe mencionar que, al realizar la estabilización de subrasante con PET, los espesores de base y subbase reducen su espesor, sin embargo, pese a que el precio disminuye, la subrasante estabilizada tiende a aumentar el costo notablemente, presentando un 162.03 % de incremento con respecto a un terreno sin estabilizar. Así mismo, se elaboró un presupuesto con la dosificación de 2.5 % PET, ya que se ubica con categoría de subrasante "buena", con un CBR menor al óptimo, con un costo de S/. 1 116 980.98, lo que quiere decir que al adicionar el 2.5 % PET genera un mayor beneficio en relación costo-técnica y presenta un incremento de 120.37 % con respecto al presupuesto de estabilización de suelo natural a diferencia del 5 % PET donde su costo es más elevado, pero a su vez genera un mayor beneficio mecánicamente por su alto valor de CBR.

Según Flores (2019) su costo de conformación de pavimento al realizar la estabilización de subrasante es de S/. 103,876.91 mientras que su costo sin la

estabilización es de S/. 54,249.59, obteniendo un incremento de 191.48 % lo que quiere decir que su costo aumenta significativamente. Además, señala que al añadir el 1.15 % de PET al terreno natural el espesor de la capa de base disminuye lo que genera una reducción de precio, sin embargo, el costo de la capa de subrasante estabilizada lo aumenta considerablemente, esto se debe por la adición de un material adicional (PET).

Según Gonzales y Lozano (2020) el costo a estabilizar la subrasante de suelo natural con una aplicación de 4 % PET con dimensiones de 5x0.5cm es de S/. 45,167 para una carretera de un kilómetro y 5.00 m de ancho. Esto demuestra que los resultados difieren con los de la presente investigación debido a factores como el porcentaje y dimensiones de PET, consideraciones al momento de realizar el presupuesto y precios unitarios de mano de obra, materiales y equipo.

Implicancias

Este estudio da inicio para futuras investigaciones acerca de la estabilización de subrasantes para pavimentos. Se puede realizar nuevas indagaciones con el porcentaje de PET triturado o minimizando su tamaño, así como el uso de otros aditivos para reforzar la estabilización no solo a nivel de subrasante también para aplicar a otras capas, como la base y la sub-base, teniendo en cuenta los requerimientos necesarios dados por las normas nacionales como internacionales.

Al elaborar un estudio con PET u otros derivados del plástico es contribuir con la reutilización de estos desechos plásticos que minimizan significativamente la contaminación y generan la conservación de recursos naturales, contribuye a la

reducción de energía y más aún, una reducción económica en el uso de aditivos estabilizadores para pavimentos.

Finalmente, este material PET se puede reutilizar en varios proyectos en el rubro de la construcción, con la oportunidad de dar un segundo uso a estos plásticos.

CONCLUSIONES

- Se analizó la influencia del PET reciclado y triturado en 1 %, 2.5 %, 5 % y 7 % mejorando las propiedades mecánicas del suelo arenoso, se obtuvo un CBR al 95 % de la máxima densidad seca de 6.55 %, 10.76 %, 17.38 % y 7.78 % en comparación con el suelo natural que arrojó 5.95 %.
- Se caracterizó bajo una revisión sistemática las propiedades físico-mecánicas del PET como su densidad con un valor de 1.36 g/cm³, en absorción del agua fue de 0.08 % y la permeabilidad fue 9.7 cc/m², Día, así como resistencia a la compresión con 21/38 MPa, a la tracción con 91 MPa, a la flexión con 134 MPa y también su dureza con un valor de M94 – M101.
- Se determinó las propiedades físicas y mecánicas del suelo para toda la Prolongación Av. 1 del Distrito de Alto Trujillo, identificando que es un suelo A-3(0) para AASHTO y (SP) para SUCS. A la par en su granulometría predomina la arena con un promedio en toda la carretera de 98.28 % y no presenta límites de consistencia (N.P.), y en su contenido de humedad promedio es de 1.25 %. Finalmente, se elaboraron los ensayos mecánicos para el suelo natural de Proctor Modificado fue 1.674 g/cm³ y el Óptimo Contenido de Humedad de 10.45 %. Mientras que, en el soporte de CBR al 95 % salió 5.95 % considerando como categoría de subrasante “pobre”.
- Al realizar los ensayos para los suelos arenosos de Proctor Modificado y Soporte de CBR con PET se estableció ciertos valores en dosificaciones de 1 %, 2.5 %, 5 % y 7 % con densidades de 1.673 g/cm³, 1.698 g/cm³, 1.699 g/cm³ y 1.683

g/cm³ consecutivamente. Mientras que en el Óptimo Contenido de Humedad se encontró 10.35 %, 11.27 %, 10.83 % y 11.57 % respectivamente. En el caso de CBR al 95 % de la máxima densidad seca se obtuvo 6.55 %, 10.76 %, 17.38 % y 7.78 % respectivamente.

- Se evaluó el incremento de CBR de suelo natural con las dosificaciones. En 1 % y 2.5 % PET aumentó un 10 % y 81 % respectivamente con respecto al suelo natural. En cambio, al 5 % PET tuvo un incremento máximo con un aumento de 192.1 % con respecto al suelo natural y para finalizar, al 7 % PET ya hubo un descenso de 161.3 % con respecto a la dosificación de 5 % PET. Se logró aumentar y mejorar el CBR, esto se debe a la unión de partículas de las arenas con las fibras de PET en su porcentaje óptimo debido al tamaño de estos que fueron los pasantes al tamiz ¼". Asimismo, se comporta como relleno de los espacios vacíos que podrían generarse en las arenas. Esto fue visualizado al momento de realizar los ensayos en laboratorio, notándose que al adicionar las fibras de PET generaba una mejor compactación.
- Se estableció la dosificación óptima de PET para toda la subrasante con un valor de 5 % PET, es decir al 95 % de la máxima densidad seca se obtuvo 17.38 %, encontrándose en la categoría de la subrasante "Buena".
- Se elaboró el presupuesto factible para la estabilización de los suelos arenosos, con relación a un suelo natural sin estabilizar, siendo el costo directo de 927,969.25 nuevos soles, mientras que, en el presupuesto con la dosificación óptima de PET con 5 % de material plástico reciclado, dio el valor de

1,503,630.98 nuevos soles. Así mismo, adicionando un 2.5 % PET se obtuvo un costo directo de 1 116 980.98 nuevos soles.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de PET molido para futuras investigaciones, en relación con el porcentaje que se adicione considerando también el tipo de suelo de estudio.
- Se recomienda utilizar PET con la suma de otros aditivos plásticos, así se contribuye en disminuir el alza de la contaminación de estos residuos.
- Se recomienda la ampliación del lugar de estudio para la estabilización de suelos arenosos de la localidad, ya que la mayoría de la zona aún falta pavimentar y requiere estudios previos.
- Se recomienda seleccionar apropiadamente el tamaño del PET reciclado para evitar y/o minimizar los vacíos en los ensayos de compactación.
- Se recomienda verificar que el material obtenido en la investigación siempre esté seco, así se puede evitar la alteración de los datos y los cálculos de futuras investigaciones.
- Se recomienda establecer presupuestos para generar la viabilidad del uso de PET en la estabilización de subrasantes, sub-base o bases, tanto para futuros investigadores como entidades públicas.
- Se recomienda según los costos del 2.5 % y 5 % PET utilizar el uso del 2.5 % para mitigar los precios y hacerlo más factible el uso, pero recomendamos el uso del 5 % debido a que se triplica el CBR en función al suelo natural.

REFERENCIAS

ACOPLASTICOS ORG. (2022). ¿Qué es el PET? COLOMBIAPLAST 2022.

<https://www.acoplasticos.org/index.php/mnu-pre/opm-bus-pref/36-opc-fag-pre4>

Agencia Informativa Conacyt. (6 de julio de 2017). *Fibras de pet reciclado para materiales de construcción. Residuos Profesional.*

<https://www.residuosprofesional.com/fibras-pet-reciclado-construccion/>

Amaya Toribio, M., Hilario Gonzales, H. (2021). *Diseño Estructural del Pavimento Flexible de la Prolongación Avenida Dos con Calle 50 del Centro Poblado Alto Trujillo, El Porvenir, Trujillo, Perú 2021.* [Título profesional, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio de la Universidad Privada Antenor Orrego. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/9106>

Aquino Apestequi, H., Miranda Obregón, B. (2021). *Estabilización de pista no pavimentada usando PET reciclado en el Asentamiento Humano Santa Rosa del Sur - Nuevo Chimbote – Ancash – 2021.* [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72984>

Arteaga Villamarin, J. (2018). *Análisis del comportamiento de la base- cemento para pavimentos con adición PET reciclado.* [Tesis de Grado, Universidad Católica de Colombia].

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/579c6b6e-04cf-43f1-b94f-0ac55106c03e/content>

Baptista Lucio, M.; Fernández Collado, C.; Hernández Sampieri, R. (2014).

Metodología de la Investigación. (6ta ed.) Editorial McGraw-Hill Education.

https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia_para_que.pdf

Biblioteca: Investigación aplicada: *Definición y Propósito de la Investigación*

Aplicada. (s. f.). [https://bibliotecas.duoc.cl/investigacion-](https://bibliotecas.duoc.cl/investigacion-aplicada/definicion-proposito-investigacion-aplicada)

[aplicada/definicion-proposito-investigacion-aplicada](https://bibliotecas.duoc.cl/investigacion-aplicada/definicion-proposito-investigacion-aplicada)

Campos Pinochet, M. (2017). *Ingeniería de perfil de una planta de pretratamiento*

de botellas PET y un sistema de recolección de residuos. [Tesis de Grado,

Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/144513>

Cañar Tiviano, E.; Pérez Maldonado, R. (2017). *Análisis comparativo de la*

resistencia al corte y estabilización de Suelos arenosos finos y arcillosos

combinadas con ceniza de carbón [en línea]. Ecuador: Universidad Nacional

de Ambato, 2017. 167p. [fecha de consulta: 19 de julio, 2023]. Disponible

en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25266>

Carbajal Yate, A., Garzon Novoa, R. (2019). *Evaluación de la Resistencia de un*

suelo Areno arcilloso con refuerzos de fibras PET. Universidad Piloto de

Colombia.

[http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6482/Trab-](http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6482/Trabajo%20final%20monografia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[ajo %20final%20monografia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6482/Trabajo%20final%20monografia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cardoza Cordova, J. (2021). *Uso de polímeros PET triturados para estabilizar la*

subrasante del centro poblado de Marcavelica – Piura 2021. [Tesis de

Grado, Universidad Cesar Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84135>

Carreño Cornejo, F. (2020). *Análisis Técnico-Económico del uso de PET reciclado como reemplazo parcial de áridos finos en hormigones*. [Título profesional, Universidad de Chile]. Repositorio de la Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/177847>

Castillo Ravelo, E. y Saucedo Caldas, Y. (2019). *Estabilización de suelo con PET reciclado con fines de pavimentación, Asentamiento Humano Miraflores Alto- Chimbote – Ancash – 2019*. [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35882>

Castro Álvarez, A., Cruzado Carranza, T. (2021). *Influencia de la adición de fibras de polímeros reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible, Alto Trujillo - Barrio I, 2021*. [Título profesional, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27572/Castro%20Alvarez%2c%20Alexa%20Pamela%20-%20Cruzado%20Carranza%2c%20Tomas%20Jamilet.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castro Maldonado, J.; Gómez Macho, L. y Camargo Casallas, E. (2022). *La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI*. Tecnura, 27(75). <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v27n75/0123-921X-tecn-27-75-8.pdf>

Cohen, N.; Gómez Rojas, G. (2019). *Metodología de la Investigación, ¿para qué? - La Producción de los Datos y los Diseños*. Editorial Teseo.
https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia_para_que.pdf

Córdova, D. G., Flores, E. N., García, R. R., & Salvador, J. C. R. (2018). *Una vida de plástico*. Ciencia UNAM. Recuperado el 12 de febrero de 2023, de <https://ciencia.unam.mx/leer/766/una-vida-de-plastico>

Duque Escobar, Gonzalo (2016). *Origen y Constitución del suelo, fisicoquímica de las arcillas*. Colombia.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57121/introduccion.pdf>

Ecoembes. (2021). *¿Qué es exactamente el PET?*
<https://ecoembesdudasreciclaje.es/que-es-exactamente-el-pet/#:~:text=El%20PET%2C%20que%20responde%20a,es%20un%20derivado%20del%20petr%C3%B3leo.>

Ellen Macarthur Foundation and McKinsey & Company (2016). *The new plastics Economy Rethinking the future of Plastics*.
<https://ellenmacarthurfoundation.org/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>

Empresa Peruana de Servicios Editoriales S. A. EDITORA PERÚ. (7 marzo de 2023). *Reciclaje a nivel nacional ¿Cuál es el reto para el 2023?*
<https://andina.pe/agencia/noticia-reciclaje-a-nivel-nacional-cual-es-reto-para-2023-931642.aspx>

Ensinger Plastics. (2023). *Fichas técnicas*. <https://www.ensingerplastics.com/es-br/fichas-tecnicas>

Flores Cruz, P., Mayta Calci, R. (2022). *Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas incorporando PET y cal en la subrasante de la carretera Unocolla, Puno - 2022*. [Título profesional, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98809>

Flores León, P. (2019). *Evaluación de la adición de fibras PET provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del suelo, en el área de estacionamiento de la Clínica USAT, 2018-2019*. [Tesis de Grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2125>

Gonzales Portocarrero, F., Lozano Rengifo, A. (2020). *Diseño de una subrasante, aplicando plástico reciclado PET para mejorar la capacidad de carga, del Sector Santa Ana 2020*. [Título profesional, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66344>

Infinita Industrial Consulting. (2023). *Laboratorio de Ingeniería Industrial. Propiedades Físicas y Mecánicas*. <https://www.infinitiaresearch.com/laboratorio-ingenieria-industrial/caracterizacion-materiales/>

Leiva Gonzales, R. (2016). *Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, Progresiva km 0+000 - km 0+100, Distrito de Orcotuna, Concepción*. [Título profesional,

Universidad Nacional Del Centro del Perú]. Repositorio de la Universidad Nacional Del Centro del Perú.
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1181>

Mariños Gutierrez, D., Pérez Espinal, L. (2022). *Efecto de la adición de polímeros reciclados PET en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del AA. HH Las Flores (Km 3) - C.P. Tangay, Nuevo Chimbote, 2021*. [Título profesional, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98564>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras, Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos*. R.D. N°10-2014 – MTC/14
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html

Moale Quispe, A. y Rivera Justo, E. (2019). *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú]. <http://hdl.handle.net/10757/648846>

ONG Ciudad Saludable. (2020). *Circular Economy and Recycling in Peru*.
https://ca8faf2a-f6ca-4b03-87d1-c7335b9c9013.usrfiles.com/ugd/ca8faf_e7769aeda4c247a7b6b3f8af0cb7f1a9.pdf

Peña Ruiz, J., Rico Leguizamón, L., Sánchez Herrera, C. (2018). *Identificación de los usos actuales del tereftalato de polietileno (PET) Reciclado en la Ingeniería Civil*. [Título profesional, Universidad Cooperativa de Colombia].

Repositorio de la Universidad Cooperativa de Colombia.
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/1f478396-d08a-4408-b078-6849b76b67d7/content>

Requejo Carrillo, R. (2019). *Estabilización de suelos arenosos utilizando Oryza Sativa (arroz), pueblo joven Las Dunas – Lambayeque- Perú 2019*. [Título profesional, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio de la Universidad Señor de Sipán. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7706>

Residuos Profesional. (2 junio de 2016). *Losas y paneles para construcción a partir de residuos*. Residuos Profesional. <https://www.residuosprofesional.com/losas-paneles-construccion-residuos/>

Romero Romero, R., Sañac Vilca, C. (2016). *Evaluación comparativa mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub-rasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco*. [Título profesional, Universidad Andina de Cusco]. Repositorio de la Universidad Andina de Cusco. https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/721/Rocio_Cinthia_Tesis_bachiller_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Suasnavas Flores, D. (2017). *Degradación de materiales plásticos "PET" (polyethylene terephthalate), como alternativa para su gestión*. [Título profesional, Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio de la Universidad Católica del Ecuador.

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13224/Degradaci%C3%B3n%20Qu%C3%ADmica%20del%20PET.pdf>

Vargas Quispe, N. (2017). *Efecto de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor del CBR de suelos granulares en pavimentos*. [Título profesional, Universidad Continental]. Repositorio de la Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/3371/1/INV_FIN_105_TE_Vargas_Quispe_2017.pdf

Villanueva Flores, S. (mayo de 2021). *La importancia de la mecánica de suelos en obras de carreteras*. <https://coovias.com/la-importancia-de-la-mecanica-de-suelos-en-obras-de-carreteras/>

Sanz Bohigues, M. (2016). *Ladrillos PET, avances en la construcción ecológica*. Arquitectura y Empresa COCINET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). Argentina <https://arquitecturayempresa.es/noticia/ladrillos-pet-avances-en-la-construccion-ecologica>

ANEXOS

ANEXO N° 1

Matriz de Operacionalización de Variables

Tipo de Variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnicas e Instrumentos de medición
INDEPENDIENTE	Polietileno de Tereftalato (PET)	El PET es un plástico conformado por polímero no biodegradable que en condiciones normales no se conocen organismos que puedan consumir sus moléculas relativamente grandes. La biodegradación del PET requiere realizar un proceso complejo y costoso. (Campos M., 2017)	El Polietileno de Tereftalato pasará por un proceso de triturado en partículas pequeñas y se adicionará al suelo natural en porcentajes proporcionales de 1 %, 2.5 %, 5 % y 7 %.	Propiedades Físicas	- Densidad	Razón	Especificaciones Técnicas
					- Absorción al agua	Razón	Ficha técnica
					- Permeabilidad	Razón	
				Propiedades Mecánicas	- Dureza		Especificaciones Técnicas
					- Resistencia a la tracción	Razón	
	- Resistencia a la tensión						
	- Resistencia a la compresión		Ficha técnica				
	Dosificación	SN + 1 % (PET)					Balanza de medición de peso
		SN + 2.5 % (PET)					
		SN + 5 % (PET)					
		SN + 7 % (PET)					

Tipo de Variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnicas e Instrumentos de medición
DEPENDIENTE	Estabilización de suelos arenosos	La estabilización de un suelo consiste en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas a través de procedimientos mecánicos más la adición de otros productos (MTC, 2014)	Por medio de los ensayos de laboratorio se determinará las propiedades físicas, identificando el estado del suelo natural y también las propiedades mecánicas tanto del suelo natural como adicionando porcentajes de PET para identificar su capacidad de soporte máximo del suelo	Propiedades Físicas	Contenido de Humedad	Porcentaje (%)	ASTM D2216, MTC E108
					Granulometría	Tamiz: 0.08 - 75 (mm)	ASTM D 422, MTC E107
					Límites de consistencia	Porcentaje (%)	ASTM D 4318, MTC E110-111
				Propiedades Mecánicas	Proctor modificado (g/cm ³)	Intervalo	ASTM D-1557, MTC E 115
CBR (%)	ASTM D1883, MTC E132						
			Economía	Presupuesto	Intervalo	S10 Presupuesto	

ANEXO N° 2

Matriz de Consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general				
¿Cómo influye el uso de polietileno tereftalato reciclado en suelos arenosos aplicado a la sub-rasante en la prolongación Av. 1 del distrito de Alto Trujillo, Trujillo, La Libertad, 2023?	Analizar la influencia de la adición del polietileno de tereftalato reciclado en la estabilización de suelos arenosos a nivel de sub-rasante de la prolongación Av.1 del distrito de Alto Trujillo, Trujillo, La Libertad.	El uso de Polietileno de Tereftalato reciclado como adicinante, influye positivamente en la estabilización de suelos arenosos a nivel de Subrasante de la Prolongación Av. 1, Distrito de Alto Trujillo – Trujillo.	Dependiente		Contenido de Humedad	Tipo de investigación
			Estabilización de suelos arenosos	Propiedades Físicas	Granulometría		Por el propósito: Aplicada
	Límites de consistencia	Por el enfoque: Cuantitativa				
Propiedades Mecánicas	Proctor Modificado			Diseño de la investigación		
	CBR	- Experimental				
	Económica	Presupuesto	Nivel según el Diseño de la investigación			
					Granulometría	- Cuasi-Experimental
	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Independiente		Densidad	Población
	- Caracterizar de las propiedades físico-mecánicas de polietileno de tereftalato mediante una búsqueda sistemática. - Determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo	- A través de la recopilación sistemática, se busca presentar rasgos característicos que comparten otros autores por medio de sus trabajos de investigación, que permita la comprensión de cada proceso físico-mecánico que posee el polietileno de tereftalato, conocido comercialmente como PET.	Polietileno de Tereftalato (PET)	Propiedades Físicas	Absorción al agua		- La población de estudio está comprendida por los suelos arenosos a nivel de Subrasante de la Prolongación Av. 1 del distrito del Alto Trujillo,
				Propiedades Mecánicas	Permeabilidad	Dureza

natural de la prolongación Av. 1, Alto Trujillo.

- Realizar los ensayos de Proctor Modificado y CBR del suelo natural con la adición de PET al 1 %, 2.5 %, 5 % y al 7 %.

- Evaluar el incremento del CBR del suelo con la adición de 1 %, 2.5 %, 5 % y al 7 % de Polietileno de Tereftalato.

- Establecer la dosificación optima de PET reciclado que influya en el mejoramiento del suelo arenoso a nivel de subrasante.

- Elaborar un presupuesto factible para la estabilización de suelos arenosos para la prolongación Av. 1 con la adición

- Con el proceso de ensayos físicos (contenido de humedad y granulometría), así como mecánicos (proctor modificado y CBR) se obtiene datos relevantes que comprueben las propiedades del suelo arenoso en estado natural de la Prolongación Av. 1 de Alto Trujillo.

- Con los ensayos de Proctor modificado y CBR se obtiene cuantitativamente valores numéricos para establecer las dosificaciones adecuadas acorde a investigaciones previas.

- La utilización de ciertos porcentajes de PET reciclado como polímero estabilizador biotécnica, mejora las propiedades mecánicas, aumentando la

Resistencia a la tracción

Resistencia a la tensión

Resistencia a la compresión

Dosificación

SN + 1 % (PET)

SN + 2.5 % (PET)

SN + 5 % (PET)

SN + 7 % (PET)

la cual en su totalidad se encuentra a nivel de afirmado, sin asfaltar y está compuesta por 3.7 km.

Muestra

- Se ejecutará un total de 8 calicatas, ubicadas de forma alternada a los extremos de la vía con una dimensión de 1x1x1.50m de profundidad, extrayendo una muestra representativa de cada calicata para realizar sus ensayos respectivos.

óptima del polietileno de tereftalato.

capacidad de soporte del suelo arenoso a nivel de subrasante de la Prolongación Av. 1, Distrito de Alto Trujillo – Trujillo.

- La dosificación óptima de PET para influir en el mejoramiento de la subrasante de un suelo arenoso es de 5 %, a partir de la elaboración de ensayos tanto Proctor modificado como CBR de la presente investigación.

- La elaboración del presupuesto para la estabilización de suelos arenosos a nivel de subrasante es viable para reemplazar un suelo de baja calidad, teniendo en cuenta el ámbito económico.

ANEXO N° 3

Normas



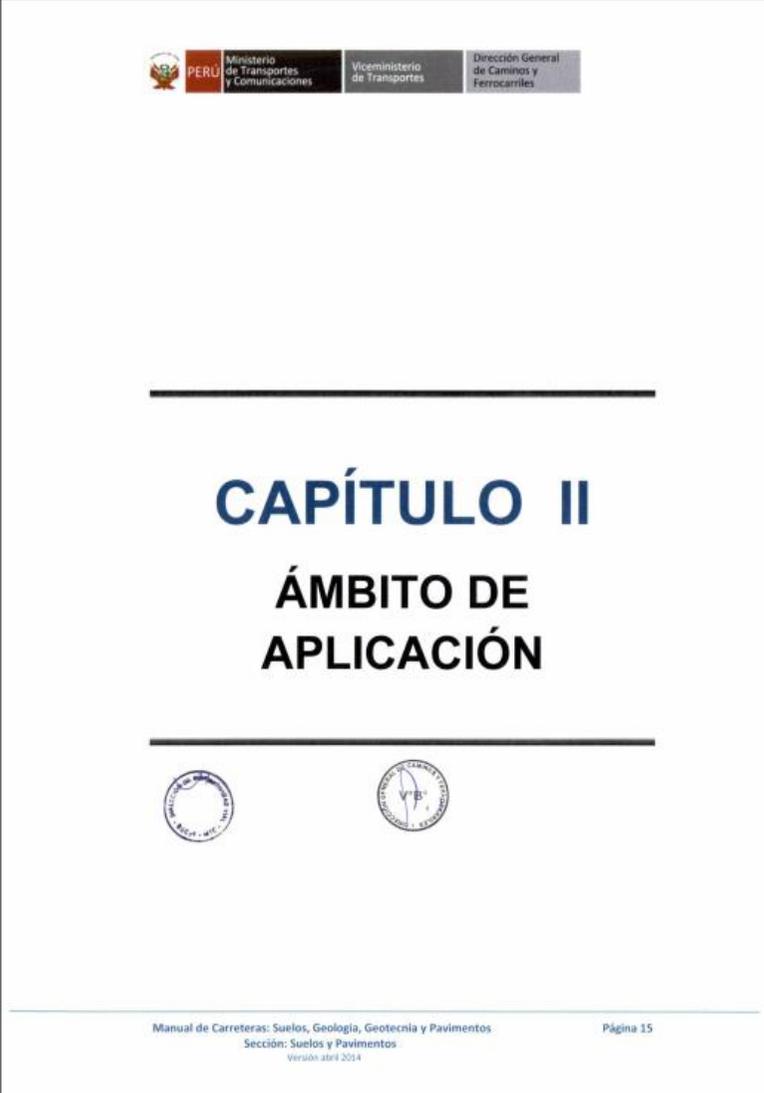
PERU	Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Viceministerio de Transportes	Dirección General de Caminos y Ferrocarriles
MTC E 107			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO			
1.0 OBJETO			
1.1 Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.			
3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS			
3.1 ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.			
MTC E 108			
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
1.0 OBJETO			
1.1 Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.			
3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS			
3.1 ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.			
MTC E 110			
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS			
1.0 OBJETO			
1.1 Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.			
Discusión: Se considera que la resistencia al corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi).			
1.2 El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.			
3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS			
3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.			
MTC E 111			
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)			
1.0 OBJETO			
1.1 Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo			
3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS			
3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.			

MTC E 115	
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)	
1.0	OBJETO
1.1	Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m ³ (56 000 pie-lbf/pie ³)).
2.3.1	METODO "A"
2.3.1.1	Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)
2.3.1.2	Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4,75 mm (Nº 4).
2.3.1.3	Número de capas: 5
2.3.1.4	Golpes por capa: 25
2.3.1.5	Uso: Cuando el 20 % ó menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4).
2.3.1.6	Otros Usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B ó C.
3.0	REFERENCIAS NORMATIVAS
3.1.1	NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m ³ (56 000 pie-lbf/pie ³)).
3.1.2	ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m/m ³ (56 000 pie-lbf/pie ³)).
MTC E 132	
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	
1.0	OBJETO
1.1	Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.
3.0	REFERENCIAS NORMATIVAS
3.1	ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Viceministerio de Transportes
Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

MANUAL DE CARRETERAS
SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS
R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Viceministerio de Transportes
Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

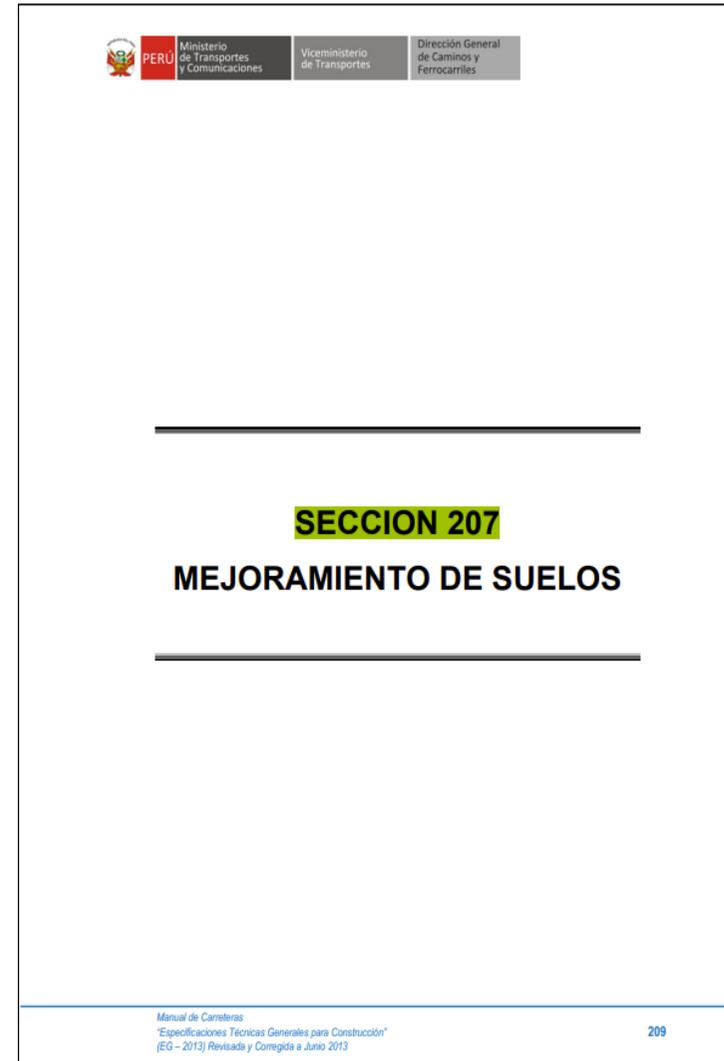
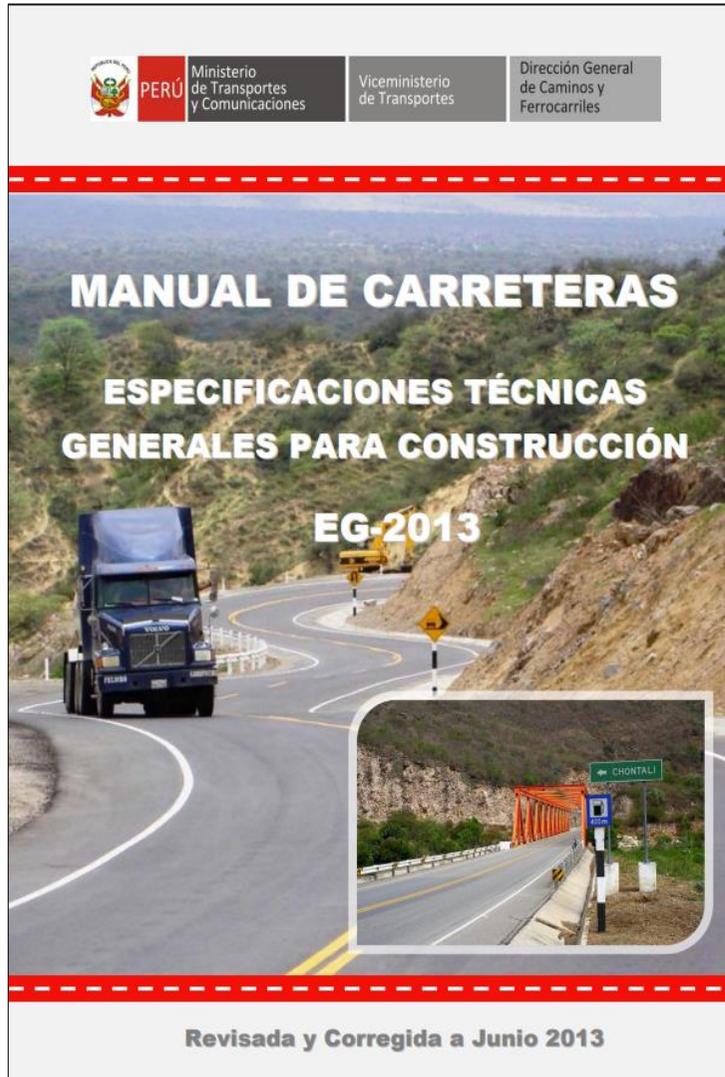
CAPÍTULO II
ÁMBITO DE APLICACIÓN

Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos
Sección: Suelos y Pavimentos
Versión abril 2014

Página 15





ANEXO N° 4

Fichas Técnicas de PET



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB

Laboratorio de ensayo e investigación

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Nombre de Producto	Composición
Botella Plástica 600 ml.	PET

6. RESULTADOS

Tabla 1: Propiedades Mecánicas

Parámetro	Método	Unidad	Resultados
Absorción de Agua (24 horas)	ASTM D570	%	0.08
Densidad	ISO 1183	g/cm ³	1.36
Permeabilidad al Oxígeno	ASTM D3985	ccm ² /dia	9.70
Dureza Rockwell	ASTM D795	-	M85
Coefficiente de Fricción	ASTM D1894	-	0.21
Resistencia a la Tracción	ASTM D882	MPa	97
Elongación	ASTM D882	%	136

Tabla 2: Propiedades de Migración Contacto Alimentario

Parámetro	Método	Unidad	Resultados
Determinación de Etanoligol	NTP 399.163-13	mg/kg	< 3.00
Determinación de Ácido Tereftálico	NTP 399.163-12	mg/kg	< 0.20

Los Resultados pertenecen a los muestras entregadas al laboratorio
 - Queda permitida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.


NOELIA MORÁN CORREA
 QUÍMICA
 CQP. 1291

Página 3 de 2



TECADUR PET CMP natural - División de semielaborados

Designación química
PET (Tereftalato de polietileno)

Color
blanco opaco

Densidad
1.39 g/cm³

Los valores de esta ficha técnica están realizados en un material cuyas dimensiones están fuera de las dimensiones referencia estándar (barra Ø40-60 mm).

Características principales
 → alta resistencia mecánica
 → buenas propiedades tribológicas
 → buena resistencia al desgaste
 → buena adhesividad y soldabilidad
 → no resistente al agua caliente por encima de 60°C
 → Alta tenacidad
 → buena resistencia química
 → alta rigidez

Sectores estratégicos
 → tecnología semiconductor

Propiedades mecánicas	parámetro	valor	unidad	norma	comentario
Resistencia a tracción	50mm/min	91	MPa	DIN EN ISO 527-2	(1) Para ensayo de tracción: probeta tipo 1b
Módulo de elasticidad (ensayo a tracción)	1mm/min	3300	MPa	DIN EN ISO 527-2	1) (2) Para ensayo de flexión: distancia entre apoyos 64mm, probeta normalizada
Tensión límite elástico	50mm/min	91	MPa	DIN EN ISO 527-2	(3) Probeta 10x10x10mm
Elongación a la fluencia	50mm/min	4	%	DIN EN ISO 527-2	(4) Probeta 10x10x50mm, rango del módulo entre 0.5 y 1% de compresión
Elongación a rotura	50mm/min	14	%	DIN EN ISO 527-2	(5) Para el ensayo Charpy: distancia entre apoyos 64mm, probeta normalizada
Resistencia a flexión	2mm/min, 10 N	134	MPa	DIN EN ISO 178	2) (6) Probeta espesor 4mm
Módulo de elasticidad (ensayo a flexión)	2mm/min, 10 N	3400	MPa	DIN EN ISO 178	
Resistencia a compresión	1% / 2% 5mm/min, 10 N	21 / 38	MPa	EN ISO 604	3)
Módulo de compresión	5mm/min, 10 N	2800	MPa	EN ISO 604	4)
Resistencia al impacto (Charpy)	max. 7.5J	150	kJ/m ²	DIN EN ISO 179-1eU	5)
Dureza por indentación de bola		194	MPa	ISO 2039-1	6)

Propiedades térmicas	parámetro	valor	unidad	norma	comentario
Temperatura de transición vítrea		81	°C	DIN EN ISO 11357	1) (1) Obtenido de fuentes externas.
Temperatura de fusión		244	°C	DIN EN ISO 11357	(2) Obtenido de fuentes externas. Debe probarse el material en las condiciones de la aplicación.
Temperatura de servicio corto tiempo		170	°C		2)
Temperatura de servicio servicio continuo		110	°C		
Expansión térmica (CLTE)	23-60°C, long.	8	10 ⁻⁶ K ⁻¹	DIN EN ISO 11359-1,2	
Expansión térmica (CLTE)	23-100°C, long.	10	10 ⁻⁶ K ⁻¹	DIN EN ISO 11359-1,2	

Propiedades eléctricas	parámetro	valor	unidad	norma	comentario
Resistencia superficial específica		10 ¹⁴	Ω	DIN IEC 60093	
Resistencia volumétrica específica		10 ¹⁴	Ω·cm	DIN IEC 60093	

Otras propiedades	parámetro	valor	unidad	norma	comentario
Absorción de agua	24h / 96h (23°C)	0.02 / 0.03	%	DIN EN ISO 62	1) (1) Ø ca. 50mm, h=13mm
Resistencia al agua caliente		-	-	-	2) (2) - poca resistencia
Resistencia a la intemperie		-	-	-	3) No aparece en el listado de UL (Ficha amarilla). La información se ha obtenido de una estimación. Debe probarse el material en las condiciones de la aplicación.
Resistencia a la llama (UL94)	corresponde a	HB		DIN IEC 60695-11-10;	3)

Toda nuestra información refleja el estado actual de nuestros conocimientos acerca de nuestros productos y sus aplicaciones. No aseguran ni garantizan la resistencia química, calidad de los productos y su comercialización de forma jurídicamente vinculante. No están diseñados para su uso en implantes médicos o dentales. Las patentes comerciales existentes han de ser respetadas. Los valores aportados son valores medios aproximados y solo se pueden emplear para la comparación entre materiales. Estos valores están dentro del rango de tolerancia del producto. Por lo tanto, no deben emplearse en aplicaciones con requisitos específicos. Desde Ensinger siempre recomendamos que se pruebe el material antes de utilizarlo en la aplicación. A menos que se indique lo contrario, estos valores se han determinado a partir de materiales fabricados por extrusión y posteriormente mecanizados (barra de 240-60mm acorde con la DIN EN 15860). Como las propiedades dependen de las dimensiones y de la orientación del material (especialmente los reforzados con fibra de vidrio), el material no puede utilizarse sin un ensayo aparte bajo circunstancias específicas. El cliente es el único responsable de la calidad e idoneidad de los productos para la aplicación y tiene que probar la viabilidad y procesamiento antes de su uso. Las fichas técnicas están sujetas a una revisión periódica, la actualización más reciente la encontrará en www.ensingerplastic.com. Se reserva el derecho a realizar cambios técnicos.

Ensinger Indústria Plástica Técnica Ltda. Rua Christopher Levalley, 153 - 93037-730 São Leopoldo-RS, Brasil
 Tel. +55 51 3579-8800 Fax +55 51 3588-3804
www.ensingerplastic.com.br

Fecha: 2017/03/28 Versión: AB

ANEXO N° 5

Constancia de Laboratorio - UPN



CERTIFICADO
DE ENSAYOS EN LABORATORIOS

El que suscribe, Wesley John Leonardo Carrasco, hace constar por medio de la presente que Lindasol Graciela Pacheco Garcia, con ID CARD N00119345 y Linet Stefany Vera Caipu con ID CARD N00158947, han realizado ensayos en las instalaciones del laboratorio de *Suelos* de esta universidad, requeridos para la tesis *"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV. 1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"*.

Se expide esta certificación a solicitud de los interesados, para los fines que estimen conveniente.

Trujillo, 15 de setiembre de 2023



Wesley J. Leonardo Carrasco
Supervisor de Laboratorio

ANEXO N° 6

Análisis Estadístico

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Hipotesis General  El uso de Polietileno de Tereftalato reciclado como adicinante, influye positivamente en la estabilización de suelos arenosos a nivel de subrasante de la Prolongación Av. 1, Distrito de Alto Trujillo – Trujillo.

CBR Subrasante Natural	CBR Subrasante con Adición de PET
5.58	16.90
6.11	17.48
6.16	17.76

<i>Descripción</i>			Estadístico
Suelo Natural	Media		5.95
	95% de interval de confianza para la media	Límite superior	5.58
		Límite inferior	6.16
	Mediana		6.11
	Varianza		0.1030
	Desviación Estándar		0.3209
	Mínimo		5.58
	Máximo		6.16
	Rango		0.58
	Suelo natural con Adición de PET	Media		17.38
95% de interval de confianza para la media		Límite superior	16.90
		Límite inferior	17.76
Mediana			17.48
Varianza			0.1924
Desviación Estándar			0.4386
Mínimo			16.90
Máximo			17.76
Rango			0.86

	Media	N	Desviación Estándar	Media de error Estándar
Suelo Natural	5.95	3	0.320917	0.185281537
SN + Adición PET	17.38	3	0.4386342	0.253245599

PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO WILKS

<i>Nº Datos</i>	<i>CBR al 95 %</i>	<i>fi</i>	<i>(fi)²</i>
1	6.31	-4.31	18.542
2	6.55	-4.07	16.533
3	6.79	-3.83	14.639
4	7.24	-3.37	11.367
5	7.43	-3.18	10.141
6	8.66	-1.96	3.839
7	10.62	0.00	0.000
8	10.78	0.16	0.027
9	10.87	0.25	0.064
10	16.90	6.28	39.488
11	17.48	6.86	47.113
12	17.76	7.14	51.036
$\Sigma =$			212.789

Media: 10.616

1. Establecer Hipótesis

Ho = El uso de Polietileno de Tereftalato reciclado como adiconante, influye positivamente en la estabilización de suelos arenosos a nivel de subrasante de la Prolongación Av. 1, Distrito de Alto Trujillo – Trujillo, siendo sus datos de una Distribución Normal.

H1 = El uso de Polietileno de Tereftalato reciclado como adiconante, influye en la estabilización de suelos arenosos a nivel de subrasante de la Prolongación Av. 1, Distrito de Alto Trujillo – Trujillo, siendo sus datos una Distribución NO normal

2. Seleccionar Prueba apropiada

Prueba de Normalidad de Shapiro Wilks

3. Establecer Nivel de Confianza y Nivel de Significancia

Nivel de Confianza: 95%
 Nivel de Significancia: 5%

4. Crear Tabla

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Pares	ai	X mayor	X menor	X mayor - X menor	2 * 5
1	0.5475	17.76	6.31	11.45	6.2689
2	0.3325	17.48	6.55	10.93	3.6342
3	0.2347	16.90	6.79	10.11	2.3728
4	0.1586	10.87	7.24	3.63	0.5750
5	0.0922	10.78	7.43	3.35	0.3087
6	0.0303	10.62	8.66	1.96	0.0595
				\sum	= 13.219
				$(\sum)^2$	= 174.745

5. Calcular el Estadístico W

$$w = \frac{[\sum_{i=1}^k a_i * (X_{\text{último}} - X_{\text{primero}})]^2}{\sum_{i=1}^n * (X_i - \bar{X})^2}$$

Vc = valor de tablas de *Shapiro - Wilks* con tamaños n y α conocidos

W = 0.82121208

6. Encontrar el Valor Crítico

VC = 0.859

7. Decidir si Ho se acepta o se rechaza

$W < VC$: Ho se rechaza

$W > VC$: Ho se acepta

$$W = 0.821$$

A través del Programa SPSS se obtuvo los siguientes valores:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SN_PET	,227	12	,088	,821	12	,017

a. Corrección de significación de Lilliefors

8. Conclusión

$0.017 < 0.05 \rightarrow$ Ho se rechaza

Los datos provienen de una distribución NO normal.

A partir de los resultados anteriores se aplica la siguiente prueba NO PARAMÉTRICA:

ENSAYO DE WILCOXON

Ho = El uso de Polietileno de Tereftalato reciclado como adiconante, influye positivamente en la estabilización de suelos arenosos a nivel de subrasante de la Prolongación Av. 1, Distrito de Alto Trujillo – Trujillo.

H1 = El uso de Polietileno de Tereftalato reciclado como adiconante, NO influye en la estabilización de suelos arenosos a nivel de subrasante de la Prolongación Av. 1, Distrito de Alto Trujillo – Trujillo.

Requisitos:

Nivel de Confianza: 95%

Nivel de Significancia: 5%

Bajo estas condiciones:

- Valor $p \leq \alpha$ La diferencia entre las medianas es significativamente diferente (Rechaza H_0)
- Valor $p > \alpha$ La diferencia entre las medianas no es significativamente diferente (No puede rechazar H_0)

Por el programa SPSS se obtuvo los siguientes valores:

Estadísticos de prueba^a

	Sn_PET - SN
Z	-1.604 ^b
Sig. asin. (bilateral)	.109

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Por lo tanto:

0.109 > 0.05 → H_0 se acepta

En conclusión

La Hipótesis establecida en el informe es aceptada, por lo que el uso del PET influye positivamente en las propiedades mecánicas del suelo.

ANEXO N° 7

Registro Estratigráfico



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO

PROYECTO : ANALISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV. 1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023

SOLICITANTES : Bach. Pacheco Garcia, Lindasol
Bach. Vera Caiyu, Stefany

UBICACIÓN : Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad **Fecha** : Abril de 2023

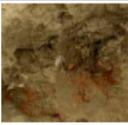
MUESTRA : Calicata N° 01

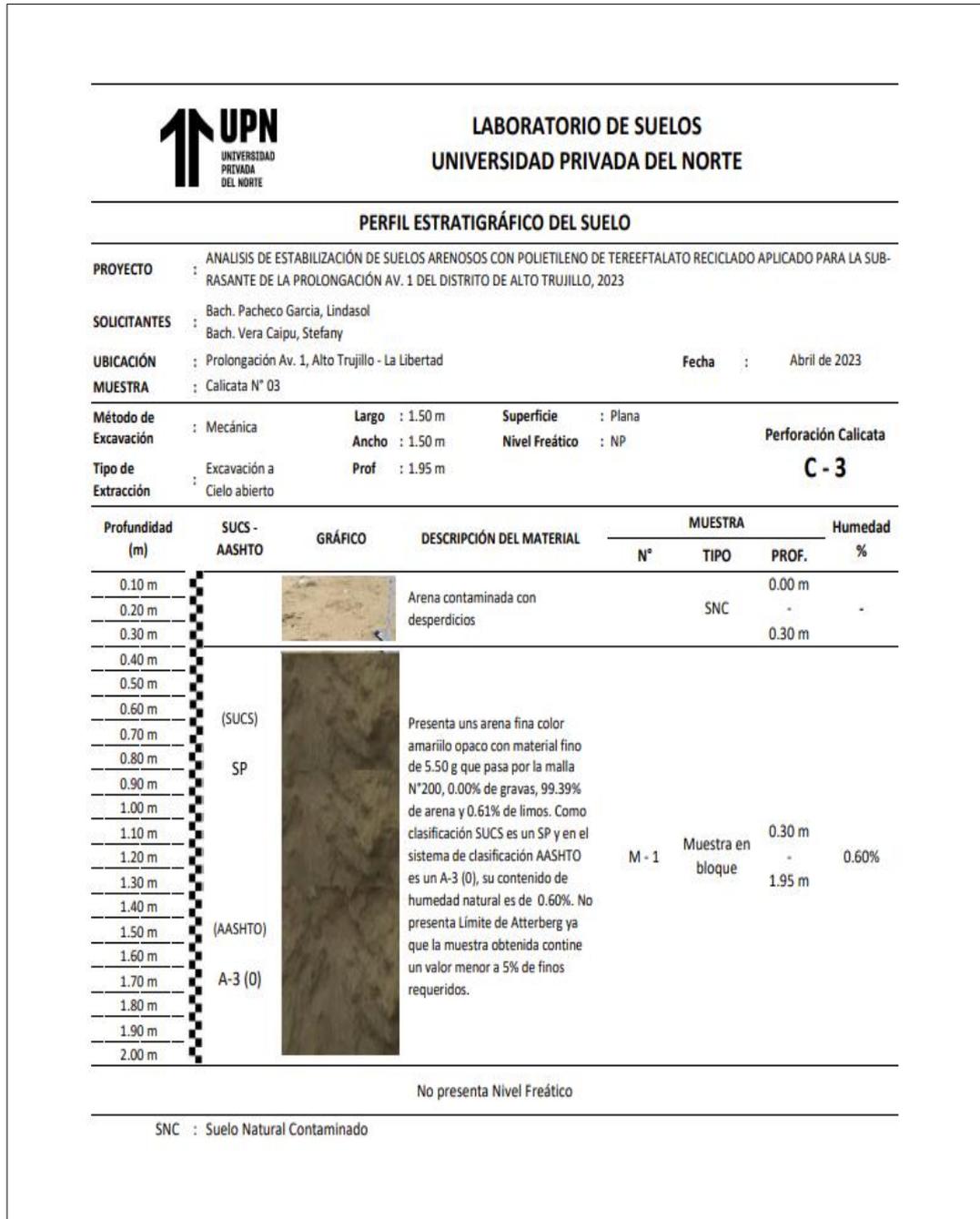
Método de Excavación : Mecánica **Largo** : 1.50 m **Superficie** : Plana
Tipo de Extracción : Excavación a Cielo abierto **Ancho** : 1.50 m **Nivel Freático** : NP **Perforación Calicata**
C - 1

Profundidad (m)	SUCS - AASHTO	GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Humedad %
				N°	TIPO	PROF.	
0.10 m			Terreno de relleno con residuos de construcción, basura. Además, no presentaba vegetación en la zona de la calicata	SNC	-	0.00 m	-
0.20 m							
0.30 m							
0.40 m							
0.50 m							
0.60 m							
0.70 m							
0.80 m							
0.90 m							
1.00 m							
1.50 m			Arena fina mal graduada, por poseer partículas uniformes que presenta un color amarillo mostaza, con material fino de 2.90 g que pasa por la malla N°200, 0.00% de gravas, 99.68% de arena y 0.32% de fino. Como clasificación SUCS es un SP y en el sistema de clasificación AASHTO es un A - 3(0), su contenido de humedad natural es de 0.49%. No presenta Límite de Atterberg ya que la muestra obtenida contiene un valor menor a 5% de finos requeridos.	M - 1	Muestra en bloque	1.50 m - 3.00 m	0.49%
1.60 m							
1.70 m							
1.80 m							
1.90 m							
2.00 m							
2.10 m							
2.20 m							
2.30 m							
2.40 m							
2.50 m							
2.60 m							
2.70 m							
2.80 m							
2.90 m							
3.00 m							

No presenta Nivel Freático

SNC : Suelo Natural Contaminado

UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO							
PROYECTO	ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV. 1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023						
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany						
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad			Fecha	Abril de 2023		
MUESTRA	Calicata N° 02						
Método de Excavación	Mecánica	Largo	1.50 m	Superficie	Plana		
Tipo de Extracción	Excavación a Cielo abierto	Ancho	1.50 m	Nivel Freático	NP		
		Prof	2.10 m		Perforación Calicata C - 2		
Profundidad (m)	SUCS - AASHTO	GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA		Humedad %	
				N°	TIPO		
0.10 m			Terreno de relleno y otros materiales contaminantes como basura, material organico y desechos de construcción	SNC			
0.20 m					0.00 m		
0.30 m					-		
0.40 m					0.20 m		
0.50 m							
0.60 m			Presenta arena fina un color amarillo ocre muy húmedo, con material fino de 15.70 g que pasa por la malla N°200, 0.00% de gravas, 98.26% de arena y 1.74% de finos. Como clasificación SUCS es un SP y en el sistema de clasificación AASHTO es un A -3, su contenido de humedad natural es de 1.36%. No presenta Limite de Atterberg ya que la muestra obtenida contiene un valor menor a 5% de finos requeridos.	M - 1	Muestra en bloque		
0.70 m						0.20 m	
0.80 m	(SUCS)					-	
0.90 m						1.36%	
1.00 m	SP						
1.10 m							
1.20 m							
1.30 m							
1.40 m							
1.50 m							
1.60 m	(AASHTO)						
1.70 m							
1.80 m	A-3 (0)						
1.90 m							
2.00 m							
2.10 m							
No presenta Nivel Freático							
SNC : Suelo Natural Contaminado							





LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO

PROYECTO : ANALISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV. 1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023

SOLICITANTES : Bach. Pacheco Garcia, Lindasol
Bach. Vera Caipu, Stefany

UBICACIÓN : Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad **Fecha** : Abril de 2023

MUESTRA : Calicata N° 04

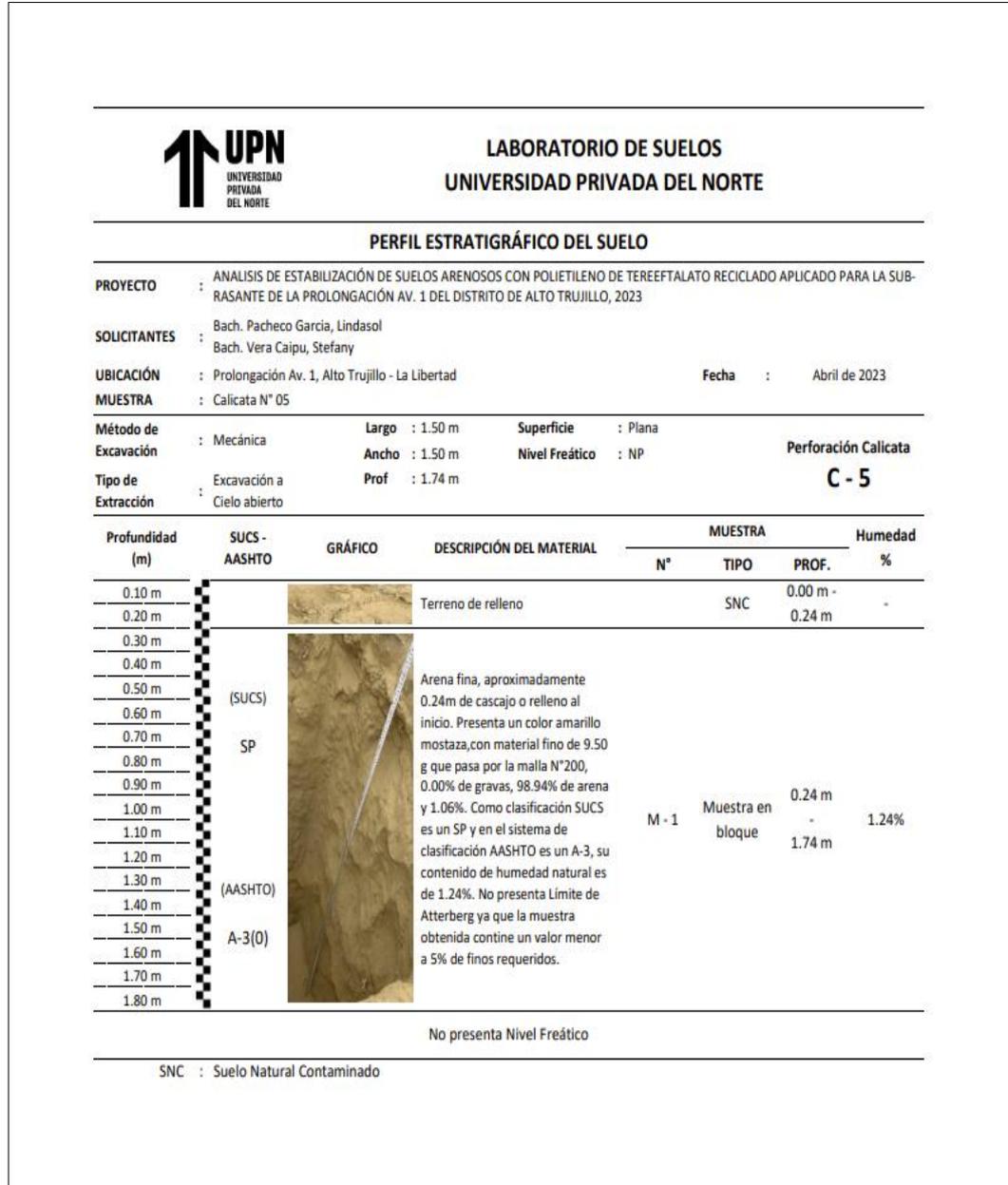
Método de Excavación : Mecánica **Largo** : 1.50 m **Superficie** : Plana

Tipo de Extracción : Excavación a Cielo abierto **Ancho** : 1.50 m **Nivel Freático** : NP **Perforación Calicata**
C - 4

Profundidad (m)	SUCS - AASHTO	GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Humedad %
				N°	TIPO	PROF.	
0.10 m			Terreno de relleno con presencia de vegetación		SNC	0.00 m - 0.20 m	-
0.20 m							
0.30 m			Se visualiza un color amarillo oscuro, presenta humedad debido a la ubicación de la calicata ,con material fino de 20.70 g que pasa por la malla N°200, 0.00% de gravas, 97.70% de arena y 2.30% de finos. Como clasificación SUCS es un SP y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-3(0), su contenido de humedad natural es de 1.74%. No presenta Limite de Atterberg ya que la muestra obtenida contine un valor menor a 5% de finos requeridos.	M - 1	Muestra en bloque	0.20 m - 2.20 m	1.74%
0.40 m	(SUCS)						
0.50 m							
0.60 m							
0.70 m	SP						
0.80 m							
0.90 m							
1.00 m							
1.10 m							
1.20 m							
1.30 m							
1.40 m							
1.50 m							
1.60 m	(AASHTO)						
1.70 m	A-3 (0)						
1.80 m							
1.90 m							
2.00 m							
2.10 m							
2.20 m							

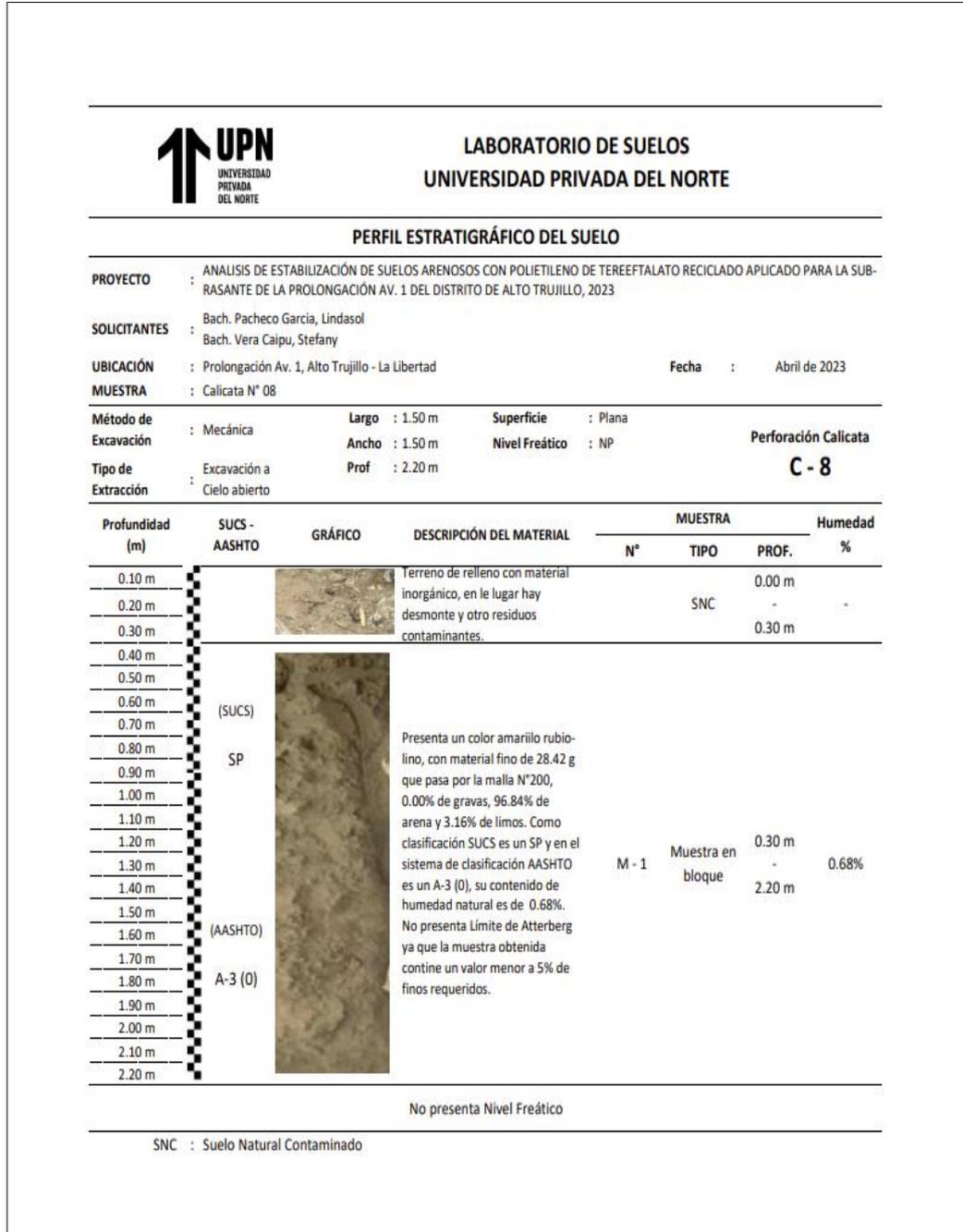
No presenta Nivel Freático

SNC : Suelo Natural Contaminado



		LABORATORIO DE SUELOS							
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE							
PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO									
PROYECTO	ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV. 1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023								
SOLICITANTES	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany								
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad					Fecha	Abril de 2023		
MUESTRA	Calicata N° 06								
Método de Excavación	Mecánica	Largo	1.50 m	Superficie	Plana				
		Ancho	1.50 m	Nivel Freático	NP				
Tipo de Extracción	Excavación a Cielo abierto		Prof	1.90 m		C - 6			
Profundidad (m)	SUCS - AASHTO	GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Humedad %		
				N°	TIPO	PROF.			
0.10 m			Terreno de relleno			0.00 m			
0.20 m					SNC		-	-	
0.30 m								0.30 m	
0.40 m									
0.50 m	(SUCS)		Presenta un color amarillo mostaza, con material fino de 28.80 g que pasa por la malla N°200, 0.00% de gravas y 96.80% de arena y 3.20% de limos. Como clasificación SUCS es un SP y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-3 (0), su contenido de humedad es de 2.97%, esto es debido a la amplia vegetación presente en la zona de estudio. No presenta Límite de Atterberg ya que la muestra obtenida contiene un valor menor a 5% de finos requeridos.	M - 1	Muestra en bloque	0.30 m			
0.60 m									
0.70 m	SP								
0.80 m									
0.90 m									
1.00 m									
1.10 m									
1.20 m									
1.30 m									
1.40 m	(AASHTO)								
1.50 m									
1.60 m	A-3(0)								
1.70 m									
1.80 m									
1.90 m									
No presenta Nivel Freático									
SNC : Suelo Natural Contaminado									

		LABORATORIO DE SUELOS		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO									
PROYECTO	ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV. 1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023								
SOLICITANTES	Bach. Pacheco Garcia, Lindsol Bach. Vera Caiyu, Stefany								
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad				Fecha	Abril de 2023			
MUESTRA	Calicata N° 07								
Método de Excavación	Mecánica	Largo	1.50 m	Superficie	Plana				
Tipo de Extracción	Excavación a Cielo abierto	Ancho	1.50 m	Nivel Freático	NP				
							Perforación Calicata		
							C - 7		
Profundidad (m)	SUCS - AASHTO	GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Humedad %		
				N°	TIPO	PROF.			
0.10 m			Terreno de relleno			0.00 m			
0.20 m									
0.30 m									
0.40 m								0.40 m	
0.50 m			Presenta un color amarillo mostaza, con material fino de 12.66 g que pasa por la malla N°200, 0.00% de gravas, 98.59% de arena y 1.41% de como. Como clasificación SUCS es un SP y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-3 (0), su contenido de humedad natural es de 0.93%. No presenta Límite de Atterberg ya que la muestra obtenida contiene un valor menor a 5 % de finos requeridos.						
0.60 m									
0.70 m	(SUCS)								
0.80 m									
0.90 m	SP								
1.00 m									
1.10 m									
1.20 m						M - 1	Muestra en bloque	0.40 m	
1.30 m								-	0.93%
1.40 m	(AASHTO)							1.80 m	
1.50 m									
1.60 m	A-3 (0)								
1.70 m									
1.80 m									
No presenta Nivel Freático									
SNC : Suelo Natural Contaminado									



ANEXO N° 8

Contenido de Humedad

Granulometría

Límites de Consistencia

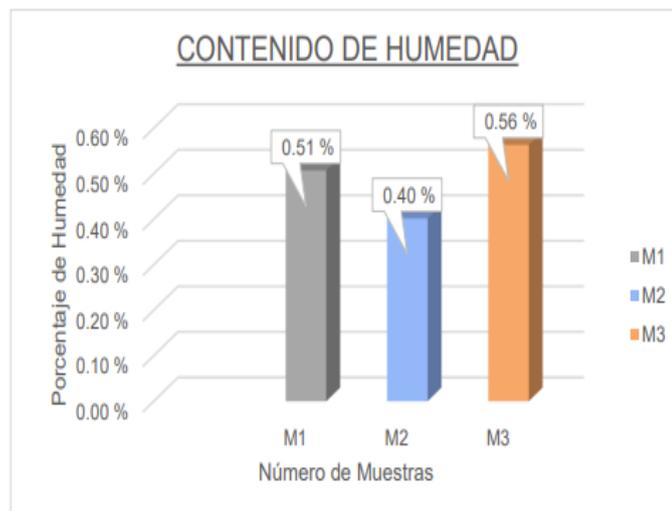


**LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE**

**ANÁLISIS DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(MTC E108 - ASTM D 2216 - NTP 339.127)**

TESIS	:	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	
SOLICITANTES	:	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany	FECHA DE ENSAYO : 13-04-2023
MATERIAL	:	Terreno natural - Suelo arenoso	PROFUNDIDAD : 3.00 m
UBICACIÓN	:	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROGRESIVA : KM 0+000

CALICATA N° 01	M1	M2	M3
Peso de la tara (g)	64.7	90.9	97.5
Peso suelo húmedo+tara (g)	314.56	340.9	347.5
Peso suelo seco + tara (g)	313.3	339.9	346.1
Peso suelo húmedo (g)	249.86	250	250
Peso suelo seco (g)	248.6	249	248.6
Peso del agua (g)	1.26	1	1.4
% de Humedad	0.51	0.40	0.56
Peso promedio (%)	0.49		





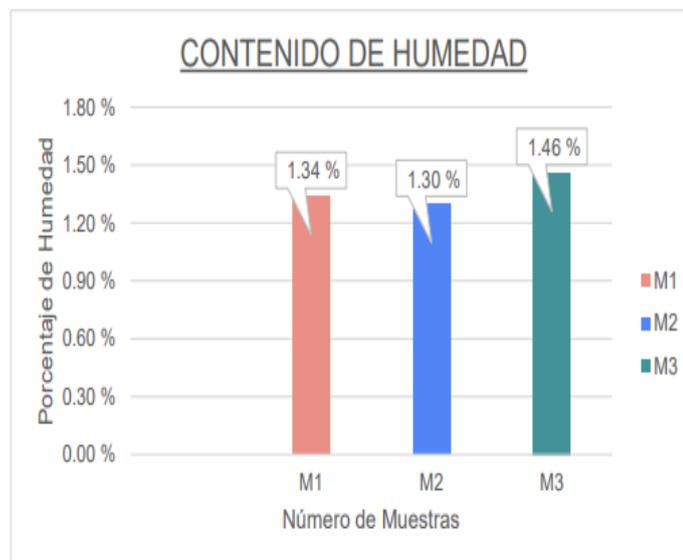
**LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA
DEL NORTE**

ANÁLISIS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E108 - ASTM D 2216 - NTP 339.127)

TESIS	:	“ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023”		
SOLICITANTES	:	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol	FECHA DE ENSAYO	: 13 de Abril 2023
	:	Bach. Vera Caipu, Stefany		
MATERIAL	:	Terreno natural - Suelo arenoso	PROFUNDIDAD	: 2.10 m
UBICACIÓN	:	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROGRESIVA	: KM 0+500

CALICATA N° 02	M1	M2	M3
Peso de la tara (g)	90.40	99.50	68.20
Peso suelo húmedo+tara (g)	340.40	349.50	318.30
Peso suelo seco + tara (g)	337.10	346.30	314.70
Peso suelo húmedo (g)	250.00	250.00	250.10
Peso suelo seco (g)	246.70	246.80	246.50
Peso del agua (g)	3.30	3.20	3.60
% de Humedad	1.34	1.30	1.46
Peso promedio (%)	1.36		



**LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA
DEL NORTE**

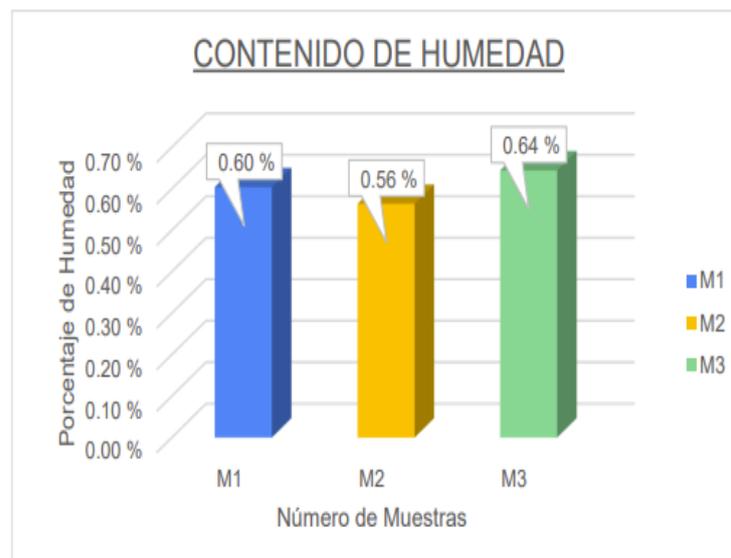


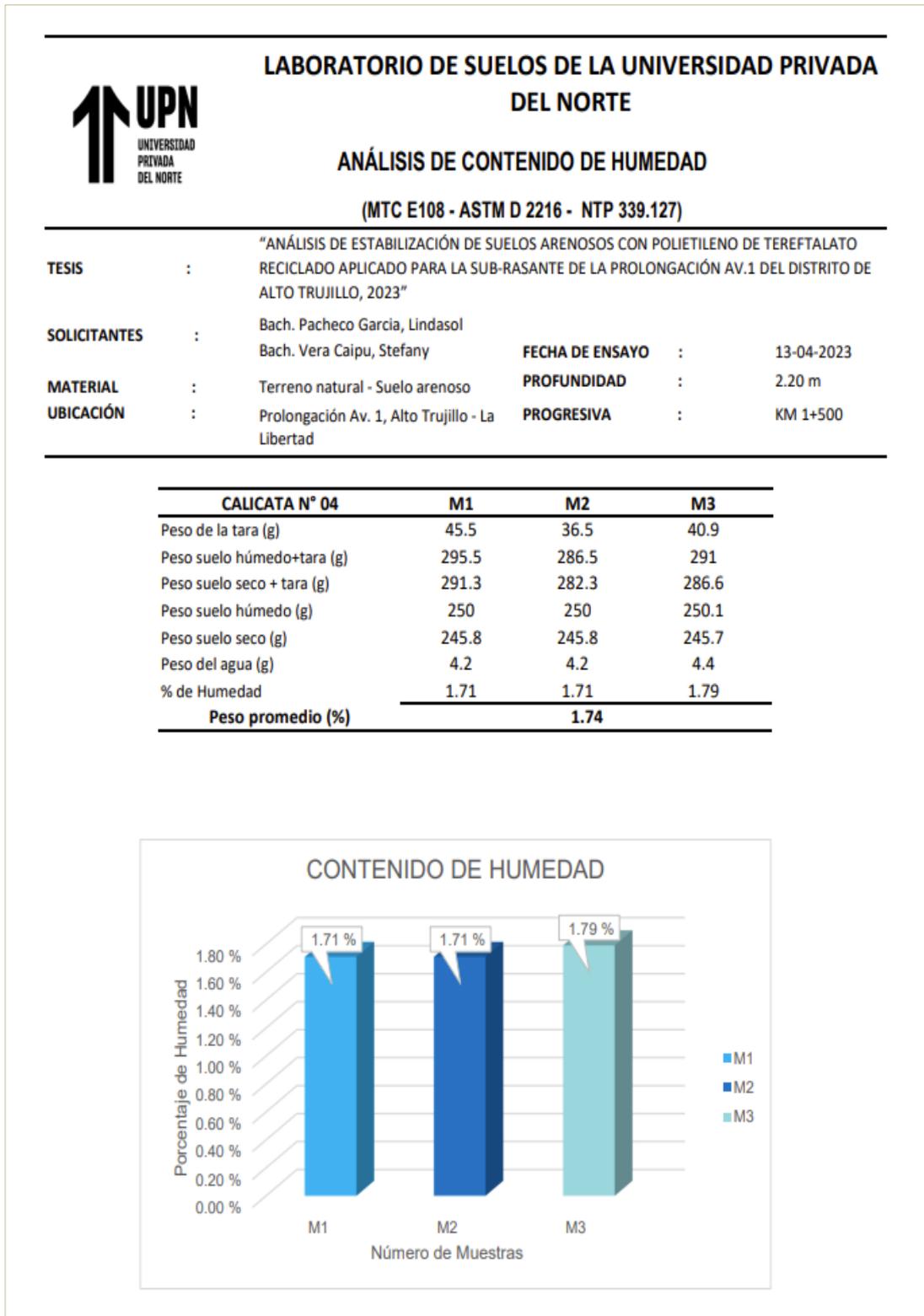
ANÁLISIS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E108 - ASTM D 2216 - NTP 339.127)

TESIS	:	“ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023”			
SOLICITANTES	:	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol	FECHA DE ENSAYO	:	13-04-2023
		Bach. Vera Caipu, Stefany	PROFUNDIDAD	:	1.95 m
MATERIAL	:	Terreno natural - Suelo arenoso	PROGRESIVA	:	KM 1+000
UBICACIÓN	:	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad			

CALICATA N° 03	M1	M2	M3
Peso de la tara (g)	203.70	78.50	68.70
Peso suelo húmedo+tara (g)	453.70	328.30	318.70
Peso suelo seco + tara (g)	452.20	326.90	317.10
Peso suelo húmedo (g)	250.00	249.80	250.00
Peso suelo seco (g)	248.50	248.40	248.40
Peso del agua (g)	1.50	1.40	1.60
% de Humedad	0.60	0.56	0.64
Peso promedio (%)	0.60		







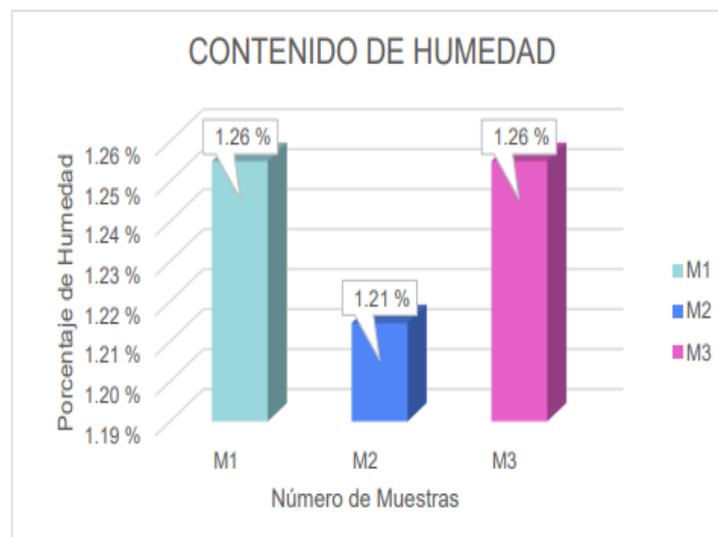
**LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA
DEL NORTE**

ANÁLISIS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E108 - ASTM D 2216 - NTP 339.127)

TESIS	: “ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023”		
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	FECHA DE ENSAYO	: 13-04-2023
MATERIAL	: Terreno natural - Suelo arenoso	PROFUNDIDAD	: 1.74 m
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROGRESIVA	: KM 2+000

CALICATA N° 05	M1	M2	M3
Peso de la tara (g)	172.70	168.80	173.80
Peso suelo húmedo+tara (g)	422.80	418.80	423.90
Peso suelo seco + tara (g)	419.70	415.80	420.80
Peso suelo húmedo (g)	250.10	250.00	250.10
Peso suelo seco (g)	247.00	247.00	247.00
Peso del agua (g)	3.10	3.00	3.10
% de Humedad	1.26	1.21	1.26
Peso promedio (%)	1.24		





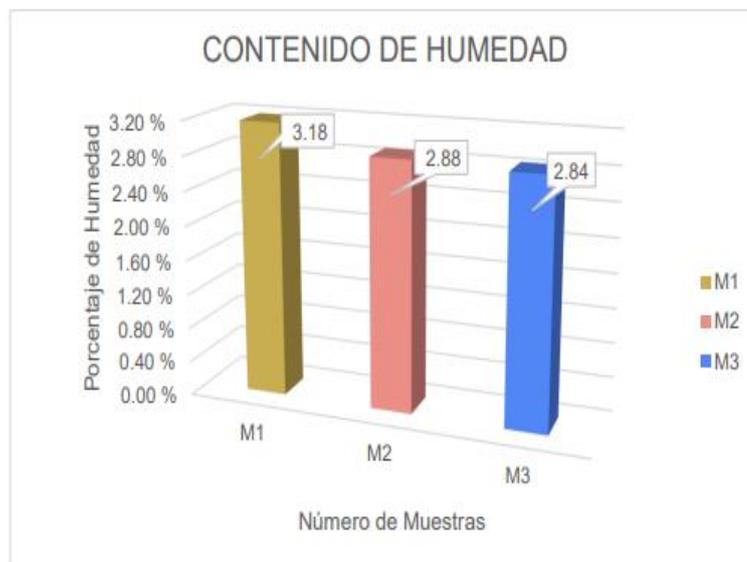
LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

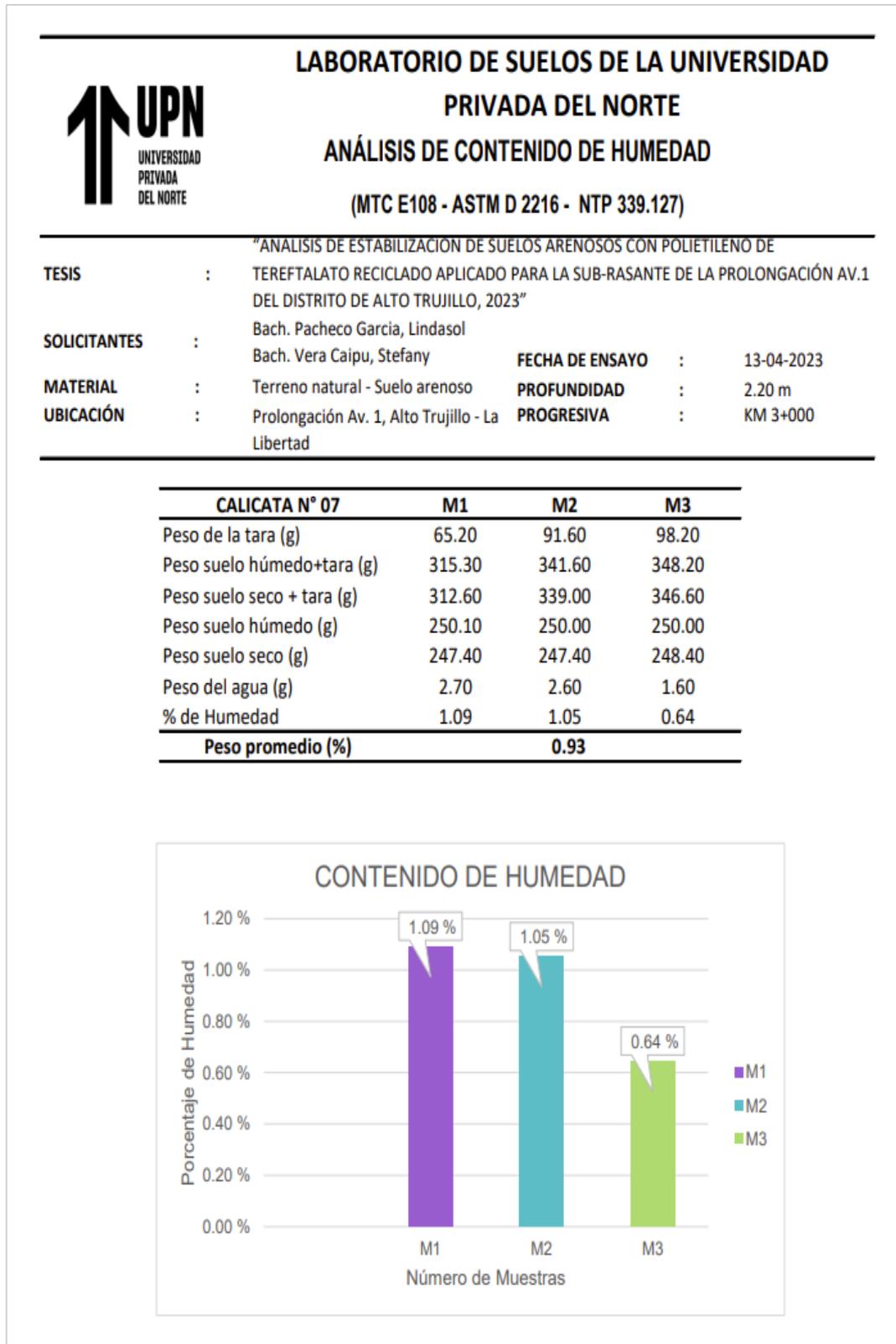
ANÁLISIS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E108 - ASTM D 2216 - NTP 339.127)

"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO			
TESIS	: RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindasol		FECHA DE ENSAYO : 13-04-2023
	: Bach. Vera Caipu, Stefany		PROFUNDIDAD : 1.90 m
MATERIAL	: Terreno natural - Suelo arenoso		PROGRESIVA : KM 2+500
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		

CALICATA N° 06	M1	M2	M3
Peso de la tara (g)	26.10	19.00	27.90
Peso suelo húmedo+tara (g)	276.10	269.00	277.90
Peso suelo seco + tara (g)	268.40	262.00	271.00
Peso suelo húmedo (g)	250.00	250.00	250.00
Peso suelo seco (g)	242.30	243.00	243.10
Peso del agua (g)	7.70	7.00	6.90
% de Humedad	3.18	2.88	2.84
Peso promedio (%)	2.97		







LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD

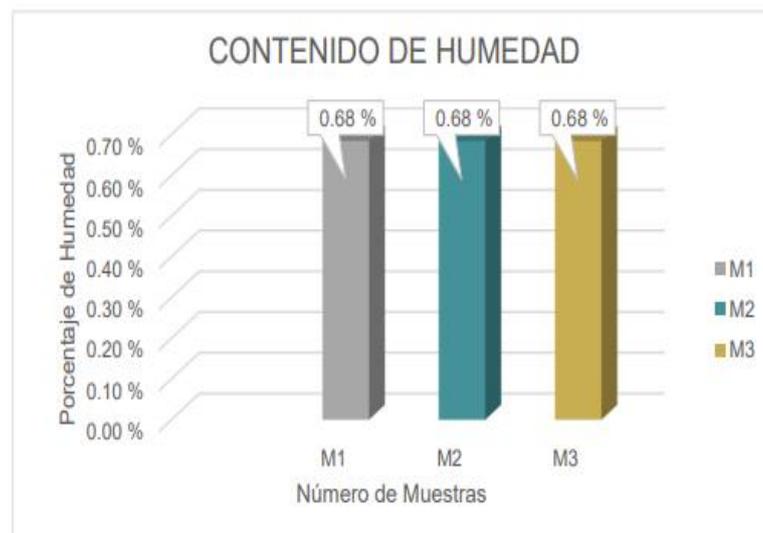
PRIVADA DEL NORTE

ANÁLISIS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E108 - ASTM D 2216 - NTP 339.127)

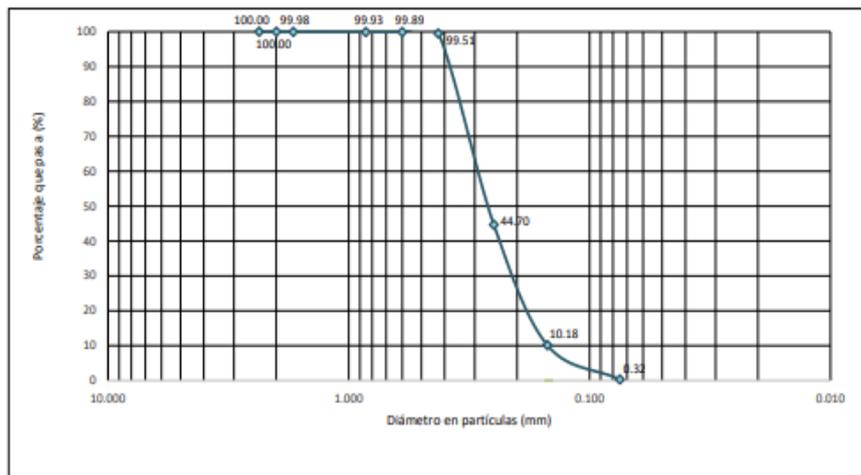
"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO			
TESIS	: RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany		FECHA DE ENSAYO : 13-04-2023
MATERIAL	: Terreno natural - Suelo arenoso	PROFUNDIDAD	: 1.70 m
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROGRESIVA	: KM 3+700

CALICATA N° 08	M1	M2	M3
Peso de la tara (g)	90.50	99.70	68.40
Peso suelo húmedo+tara (g)	340.50	349.70	318.50
Peso suelo seco + tara (g)	338.80	348.00	316.80
Peso suelo húmedo (g)	250.00	250.00	250.10
Peso suelo seco (g)	248.30	248.30	248.40
Peso del agua (g)	1.70	1.70	1.70
% de Humedad	0.68	0.68	0.68
Peso promedio (%)	0.68		



UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS					
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E 107 - ASTM D 2487 - NTP 339.128)					
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"						
SOLICITANTES	- Bach. Pacheco García, Lindsay Graciela - Bach. Vera Caiju, Stefany Linet	Progresiva: KM 0 + 000 Prof: 3.00 m	Fecha : Abril de 2023				
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo, Trujillo - La Libertad		Coordenadas : 716642 E				
DESCRIPCIÓN	Calicata N° 1	Material: Suelo natural	9107201 S				
TAMZ	ABERT. (mm)	PESO RET. (gr)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DATOS DE LA MUESTRA
12"	304.800					PESO TOTAL	= 900.0 gr
10"	254.000					PESO LAVADO	= 897.1 gr
8"	203.200					HUMEDAD NATURAL	= 0.49 %
6"	127.000					LÍMITES DE CONSISTENCIA:	
4"	101.600					Límite Líquido	= N.P.
3"	76.200					Límite plástico	= N.P.
2 1/2"	63.500					Índice Plástico	= N.P.
2"	50.800					CARACTERÍSTICAS	
1 1/2"	38.100					D10:	= 0.148 mm
1"	25.400					D30:	= 0.201 mm
3/4"	19.050					D60:	= 0.290 mm
1/2"	12.700					Coef. Uniformidad	= 1.96
3/8"	9.525					Coef. Curvatura	= 0.94
1/4"	6.350					Pot. de Expansión	= Bajo
# 4	4.760					CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA	
# 8	2.380					% Grava	= 0.00 %
# 10	2.000					% Arena	= 99.68 %
# 12	1.700	0.20	0.02	0.02	99.98	% Fino	= 0.32 %
# 20	0.850	0.40	0.04	0.07	99.93	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
# 30	0.600	0.40	0.04	0.11	99.89	AASHTO	= A-3 (0)
# 40	0.425	3.40	0.38	0.49	99.51	SUCCS	= SP
# 60	0.250	493.30	54.81	55.30	44.70	Descripción suelo: = Arena pobremente gradada	
# 100	0.150	310.70	34.52	89.82	10.18		
# 200	0.075	88.70	9.86	99.68	0.32		
FONDO		2.90	0.32	100.00	0.00		
TOTAL		900.0	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
(MTC E 107 - ASTM D 2487 - NTP 339.128)

TESIS : "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"

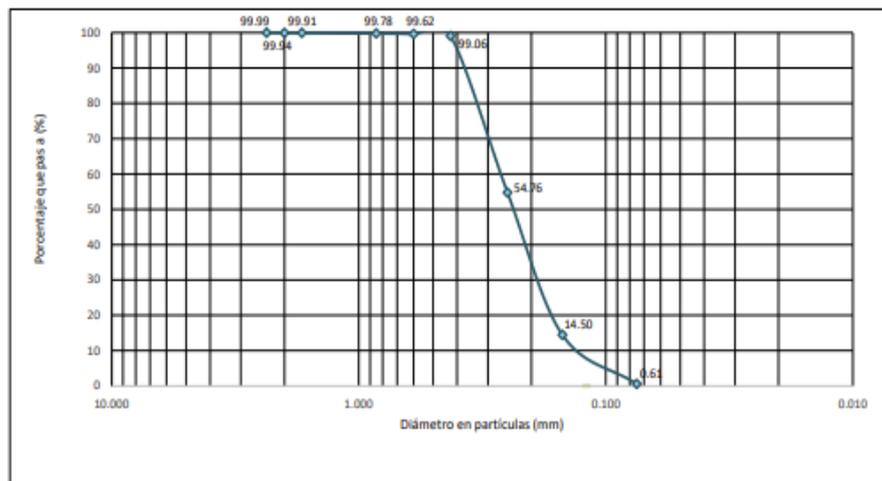
SOLICITANTES : - Bach. Pacheco García, Lindsay Graciela **Progresiva:** KM 1 + 000 **Fecha :** Abril de 2023
- Bach. Vera Caiju, Stefany Linet **Prof:** 1.95 m

UBICACIÓN : Prolongación Av. 1, Alto Trujillo, Trujillo - La Libertad **Coordenadas :** 717646.20 E

DESCRIPCIÓN : Calicata N° 3 **Material:** Suelo natural 9107392 S

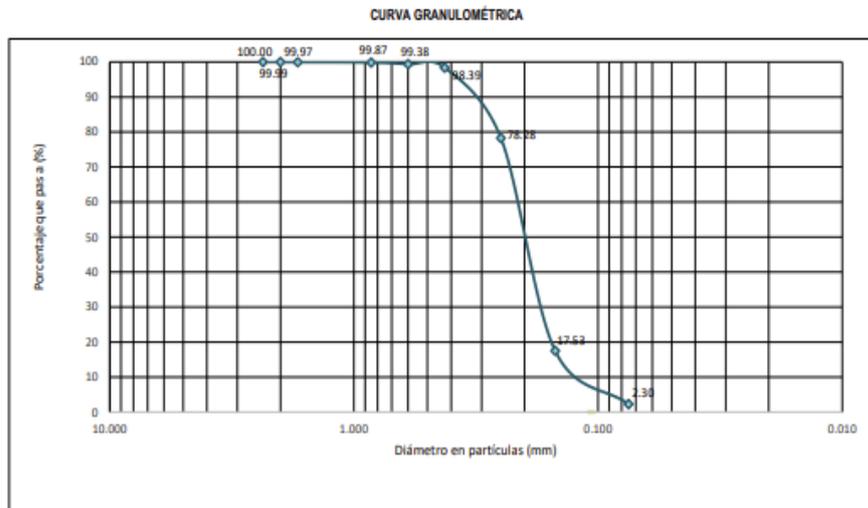
TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET. (gr)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DATOS DE LA MUESTRA	
12"	304.800						PESO TOTAL	= 900.0 gr
10"	254.000						PESO LAVADO	= 894.5 gr
8"	203.200						HUMEDAD NATURAL	= 0.6 %
6"	127.000						LÍMITES DE CONSISTENCIA:	
4"	101.600						Límite Líquido	= N.P. %
3"	76.200						Límite plástico	= N.P. %
2 1/2"	63.500						Índice Plástico	= N.P. %
2"	50.800						CARACTERÍSTICAS	
1 1/2"	38.100						D10:	= 0.120 mm
1"	25.400						D30:	= 0.183 mm
3/4"	19.050						D60:	= 0.266 mm
1/2"	12.700						Coef. Uniformidad	= 2.22
3/8"	9.525						Coef. Curvatura	= 1.06
1/4"	6.350						Pot. de Expansión	= Bajo
# 4	4.750						CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA	
# 8	2.360	0.1	0.01	0.01	99.99		% Grava	= 0.00 %
# 10	2.000	0.4	0.04	0.06	99.94		% Arena	= 99.99 %
# 12	1.700	0.30	0.03	0.09	99.91		% Fino	= 0.61 %
# 20	0.850	1.20	0.13	0.22	99.78		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
# 30	0.600	1.40	0.16	0.38	99.62		AASHTO	= A-3 [0]
# 40	0.425	5.10	0.57	0.94	99.06		SUCCS	= SP
# 60	0.250	398.70	44.30	45.24	54.76		Descripción suelo: = Arena pobremente gradada	
# 100	0.150	382.30	40.26	85.50	14.50			
# 200	0.075	125.00	13.89	99.39	0.61			
FONDO		5.50	0.61	100.00	0.00			
TOTAL		900.0	100.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS	
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	
(MTC E 107 - ASTM D 2487 - NTP 339.128)			
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		
SOLICITANTES :	- Bach. Pacheco García, Lindsol Graciela - Bach. Vera Caiju, Stefany Linet	Progresiva: KM 1+ 500 Prof: 2.20 m	Fecha : Abril de 2023
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo, Trujillo - La Libertad		Coordenadas : 718149.73 E
DESCRIPCIÓN :	Calicata N° 4	Material: Suelo natural	9107485.85 S

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET. (gr)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DATOS DE LA MUESTRA
12"	304.800						PESO TOTAL = 900.0 gr
10"	254.000						PESO LAVADO = 879.3 gr
8"	203.200						HUMEDAD NATURAL = 1.74 %
6"	127.000						LÍMITES DE CONSISTENCIA: Limite Líquido = N.P. % Limite plástico = N.P. % Índice Plástico = N.P. %
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						CARACTERÍSTICAS D10: = 0.106 mm D30: = 0.167 mm D60: = 0.154 mm Coef. Uniformidad = 1.45 Coef. Curvatura = 1.69 Pot. de Expansión = Bajo
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA % Grava = 0.00 % % Arena = 97.70 % % Fino = 2.30 %
# 4	4.760						
# 8	2.360	0.0	0.00	0.00	100.00		
# 10	2.000	0.1	0.01	0.01	99.99		
# 12	1.700	0.20	0.02	0.03	99.97		
# 20	0.850	0.90	0.10	0.13	99.87		
# 30	0.600	4.40	0.49	0.62	99.38		
# 40	0.425	8.90	0.99	1.61	98.39		
# 60	0.250	181.00	20.11	21.72	78.28		
# 100	0.150	546.70	60.74	82.47	17.53		
# 200	0.075	137.10	15.23	97.70	2.30		
FONDO		20.70	2.30	100.00	0.00		
TOTAL		900.0	100.0				Descripción suelo: = Arena pobremente gradada





LABORATORIO DE SUELOS

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
(MTC E 107 - ASTM D 2487 - NTP 339.128)

TESIS : "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"

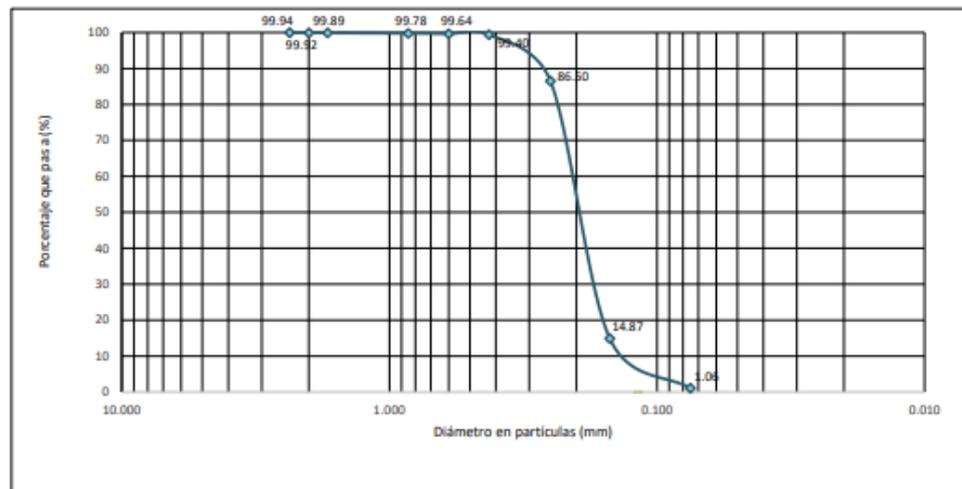
SOLICITANTES : - Bach. Pacheco García, Lindsay Graciela **Progresiva:** KM 2 + 000 **Fecha :** Abril de 2023
 - Bach. Vera Caipu, Stefany Linet **Prof:** 1.74 m

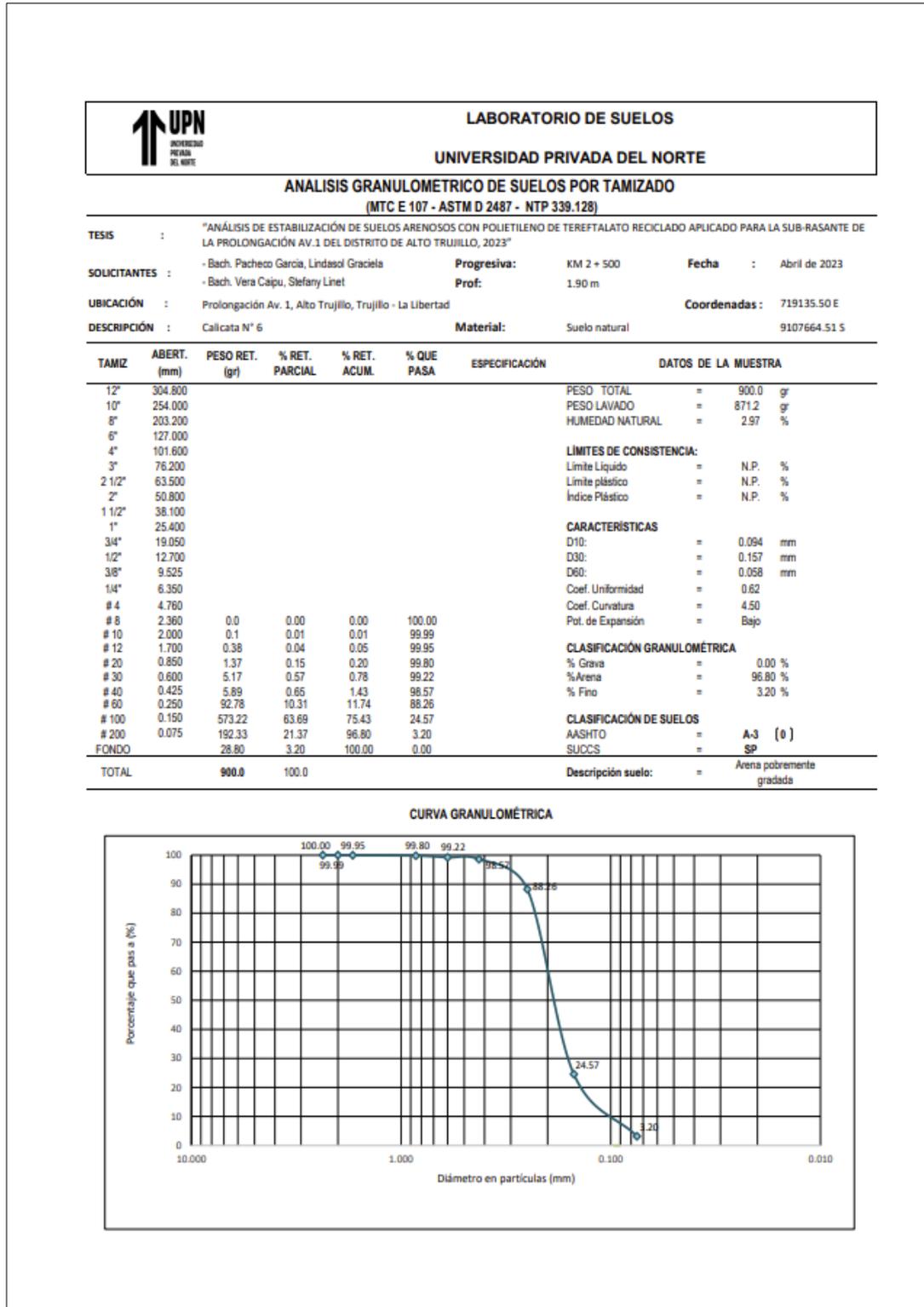
UBICACIÓN : Prolongación Av. 1, Alto Trujillo, Trujillo - La Libertad **Coordenadas :** 718640.04 E

DESCRIPCIÓN : Calicata N° 5 **Material:** Suelo natural 9107576.73 S

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET. (gr)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DATOS DE LA MUESTRA	
12"	304.800						PESO TOTAL = 900.0 gr	
10"	254.000						PESO LAVADO = 890.5 gr	
8"	203.200						HUMEDAD NATURAL = 1.24 %	
6"	127.000						LÍMITES DE CONSISTENCIA:	
4"	101.600							Límite Líquido = N.P. %
3"	76.200							Límite plástico = N.P. %
2 1/2"	63.500							Índice Plástico = N.P. %
2"	50.800						CARACTERÍSTICAS	
1 1/2"	38.100							D10: = 0.117 mm
1"	25.400							D30: = 0.167 mm
3/4"	19.050							D60: = 0.084 mm
1/2"	12.700						Coef. Uniformidad = 0.72	
3/8"	9.525						Coef. Curvatura = 2.83	
1/4"	6.350						Pot. de Expansión = Bajo	
# 4	4.760						CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA	
# 8	2.360	0.5	0.06	0.06	99.94			% Grava = 0.00 %
# 10	2.000	0.2	0.02	0.08	99.92			% Arena = 98.94 %
# 12	1.700	0.30	0.03	0.11	99.89			% Fino = 1.06 %
# 20	0.850	1.00	0.11	0.22	99.78			
# 30	0.600	1.20	0.13	0.36	99.64			
# 40	0.425	2.20	0.24	0.60	99.40			
# 60	0.250	116.10	12.90	13.50	86.50			
# 100	0.150	644.70	71.63	85.13	14.87			
# 200	0.075	124.30	13.81	98.94	1.06			
FONDO		9.50	1.06	100.00	0.00			
TOTAL		900.0	100.0				CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO = A-3 (0) SUCCS = SP Descripción suelo: = Arena pobremente gradada	

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
(MTC E 107 - ASTM D 2487 - NTP 339.128)

TESIS : "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"

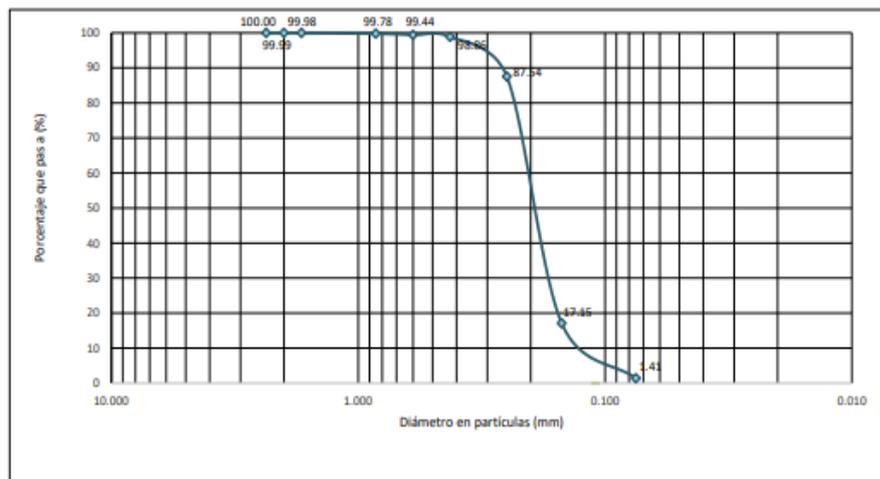
SOLICITANTES : - Bach. Pacheco García, Lindsay Graciela **Progresiva:** KM 3 + 000 **Fecha :** Abril de 2023
 - Bach. Vera Caiyu, Stefany Linet **Prof:** 1.80 m

UBICACIÓN : Prolongación Av. 1, Alto Trujillo, Trujillo - La Libertad **Coordenadas :** 719673.67 E

DESCRIPCIÓN : Calicata N° 7 **Material:** Suelo natural 9107760.70 S

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET. (gr)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DATOS DE LA MUESTRA	
12"	304.800						PESO TOTAL = 900.0 gr	
10"	254.000						PESO LAVADO = 887.3 gr	
8"	203.200						HUMEDAD NATURAL = 0.93 %	
6"	127.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:	
4"	101.600							Límite Líquido = N.P. %
3"	76.200							Límite plásico = N.P. %
2 1/2"	63.500							Índice Plásico = N.P. %
2"	50.800						CARACTERÍSTICAS	
1 1/2"	38.100							D10: = 0.109 mm
1"	25.400							D30: = 0.165 mm
3/4"	19.050							D60: = 0.069 mm
1/2"	12.700						Coef. Uniformidad = 0.63	
3/8"	9.525						Coef. Curvatura = 3.60	
1/4"	6.350						Pot. de Expansión = Bajo	
# 4	4.760						CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA	
# 8	2.360	0.0	0.00	0.00	100.00			% Grava = 0.00 %
# 10	2.000	0.1	0.01	0.01	99.99			% Arena = 98.59 %
# 12	1.700	0.08	0.01	0.02	99.98			% Fino = 1.41 %
# 20	0.850	1.87	0.21	0.22	99.78		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
# 30	0.600	3.07	0.34	0.56	99.44			AASHTO = A-3 [0]
# 40	0.425	5.15	0.57	1.14	98.86			SUCCS = SP
# 60	0.250	101.88	11.32	12.46	87.54			
# 100	0.150	633.50	70.39	82.85	17.15			
# 200	0.075	141.73	15.75	98.59	1.41			
FONDO		12.66	1.41	100.00	0.00			
TOTAL		900.0	100.0				Descripción suelo: = Arena pobremente gradada	

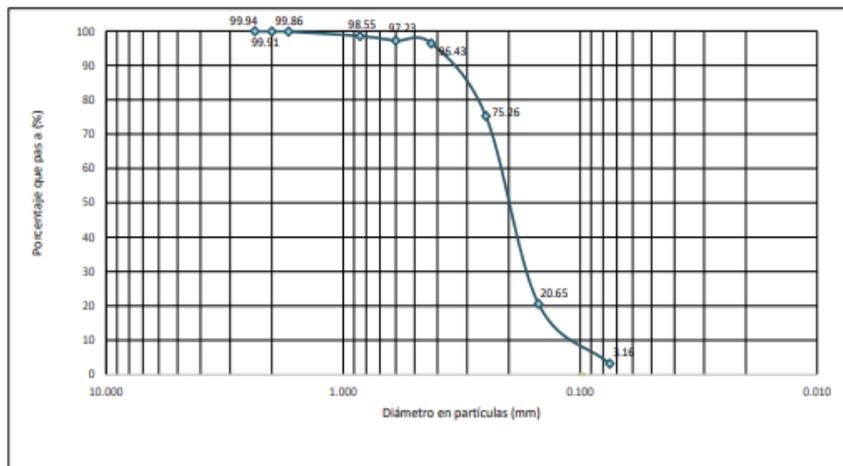
CURVA GRANULOMÉTRICA



UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E 107 - ASTM D 2487 - NTP 339.128)			
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		
SOLICITANTES :	- Bach. Pacheco García, Lindsay Graciela - Bach. Vera Caiju, Stefany Linet	Progresiva: KM 3 + 700 Prof: 2.20 m	Fecha : Abril de 2023
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo, Trujillo - La Libertad		Coordenadas : 720301.93 E
DESCRIPCIÓN :	Calicata N° 8	Material: Suelo natural	9107858.63 S

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET. (gr)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DATOS DE LA MUESTRA
12"	304.800						PESO TOTAL = 900.0 gr
10"	254.000						PESO LAVADO = 871.6 gr
8"	203.200						HUMEDAD NATURAL = 0.68 %
6"	127.000						LÍMITES DE CONSISTENCIA: Límite Líquido = N.P. % Límite plástico = N.P. % Índice Plástico = N.P. %
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						CARACTERÍSTICAS D10: = 0.098 mm D30: = 0.164 mm D60: = 0.171 mm Coef. Uniformidad = 1.73 Coef. Curvatura = 1.60 Pot. de Expansión = Bajo
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA % Grava = 0.00 % % Arena = 96.84 % % Fino = 3.16 %
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
# 4	4.760						
# 8	2.360	0.5	0.06	0.06	99.94		CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO = A-3 (0) SUCCS = SP
# 10	2.000	0.3	0.03	0.09	99.91		
# 12	1.700	0.47	0.05	0.14	99.86		
# 20	0.850	11.75	1.31	1.45	98.55		
# 30	0.600	11.86	1.32	2.77	97.23		CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO = A-3 (0) SUCCS = SP
# 40	0.425	7.24	0.80	3.57	96.43		
# 60	0.250	190.51	21.17	24.74	75.26		
# 100	0.150	491.45	54.61	79.35	20.65		
# 200	0.075	157.47	17.50	96.84	3.16		CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO = A-3 (0) SUCCS = SP
FONDO		28.42	3.16	100.00	0.00		
TOTAL		900.0	100.0				Descripción suelo: = Arena pobremente gradada

CURVA GRANULOMÉTRICA



		LABORATORIO DE SUELOS UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
LÍMITES DE ATTERBERG - (MTC E 110, E 111 -ASTM D4318)			
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA	: Junio de 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindsay Graciela Bach. Vera Caipo, Stefany Linet	PROGRESIVA	: KM 0 + 000
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 3.00 m
DESCRIPCIÓN	: Calicata N° 01	MATERIAL	: Suelo natural
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	: 716642 m E 9107201 m S

LÍMITE LÍQUIDO

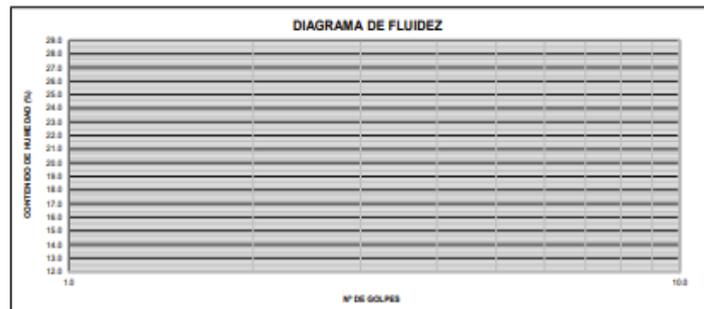
N° TARRO	
TARRO + SUELO HÚMEDO	
TARRO + SUELO SECO	
AGUA	
PESO DEL TARRO	
PESO DEL SUELO SECO	
% DE HUMEDAD	
N° DE GOLPES	

NO PRESENTA

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO (g)	
TARRO + SUELO HÚMEDO (g)	
TARRO + SUELO SECO (g)	
AGUA (g)	
PESO DEL TARRO (g)	
PESO DEL SUELO SECO (g)	
% DE HUMEDAD	

NO PRESENTA



LÍMITE DE CONSISTENCIA DE SUELOS (C-1)	
Límite Líquido (%)	0.00
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

UPN
UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
LÍMITES DE ATTERBERG - (MTC E 110, E 111 -ASTM D4318)

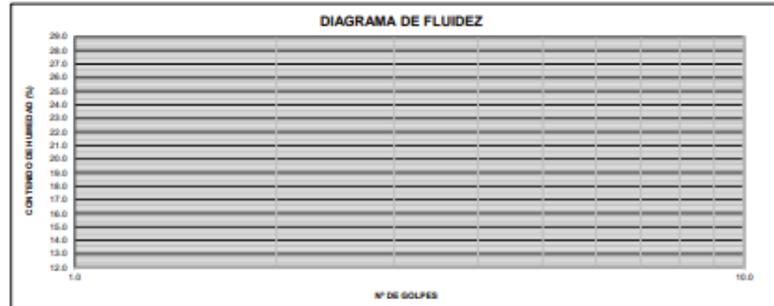
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA :	Junio de 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsay Graciela Bach. Vera Caipu, Stefany Linet	PROGRESIVA :	KM 0 + 500
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF. :	2.10 m
DESCRIPCIÓN :	Calicata N° 02	MATERIAL :	Suelo natural
		AASHTO :	A-3 (0)
		SUCS :	SP
		COORDENADAS :	717154.83 E 9107298.93 S

LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRRO TARRRO + SUELO HÚMEDO TARRRO + SUELO SECO AGUA PESO DEL TARRRO PESO DEL SUELO SECO % DE HUMEDAD N° DE GOLPES	<p style="font-size: 24px; font-weight: bold;">NO PRESENTA</p>
---	--

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRRO (g) TARRRO + SUELO HÚMEDO (g) TARRRO + SUELO SECO (g) AGUA (g) PESO DEL TARRRO (g) PESO DEL SUELO SECO (g) % DE HUMEDAD	<p style="font-size: 24px; font-weight: bold;">NO PRESENTA</p>
---	--



LÍMITE DE CONSISTENCIA DE SUELOS (C-2)	
Limite Líquido (%)	0.00
Limite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

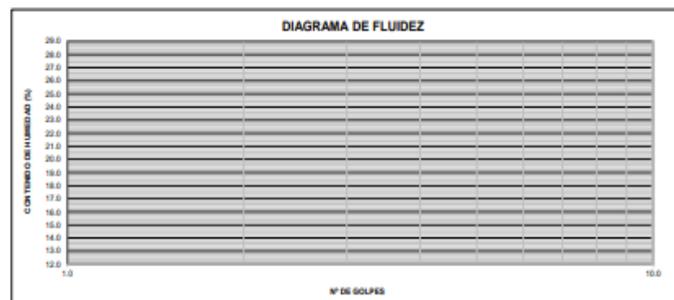
		LABORATORIO DE SUELOS UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LÍMITES DE ATTERBERG - (MTC E 110, E 111 -ASTM D4318)	
TESES :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA :	Junio de 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindasol Graciela Bach. Vera Caipo, Stefany Linet	PROGRESIVA : KM 1 + 000 PROF. : 1.95 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 717646.20 E 9107392 S
DESCRIPCIÓN :	Calzada N° 03		

LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRIO	NO PRESENTA
TARRIO + SUELO HÚMEDO	
TARRIO + SUELO SECO	
AGUA	
PESO DEL TARRIO	
PESO DEL SUELO SECO	
% DE HUMEDAD	
N° DE GOLPES	

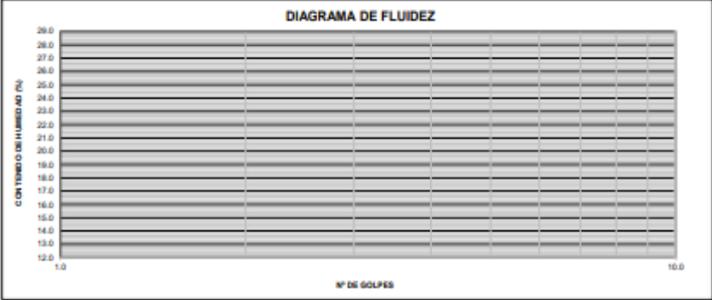
LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRIO (g)	NO PRESENTA
TARRIO + SUELO HÚMEDO (g)	
TARRIO + SUELO SECO (g)	
AGUA (g)	
PESO DEL TARRIO (g)	
PESO DEL SUELO SECO (g)	
% DE HUMEDAD	



LÍMITE DE CONSISTENCIA DE SUELOS (C-3)

Límite Líquido (%)	0.00
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

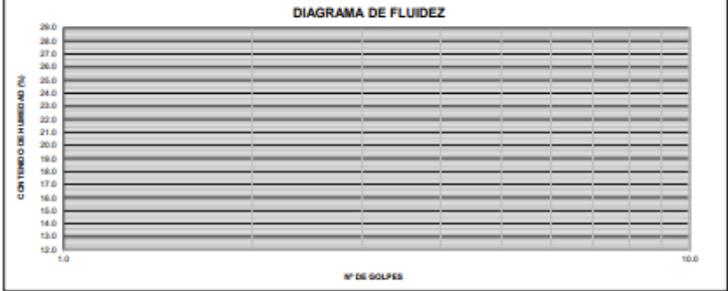
		LABORATORIO DE SUELOS UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LÍMITES DE ATTERBERG - (MTC E 110, E 111 -ASTM D4318)									
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA :	Junio de 2023								
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsay Graciela Bach. Vera Caipo, Stefany Linet	PROGRESIVA :	KM 1 + 500								
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF. :	2.20 m								
DESCRIPCIÓN :	Calicata N° 04	MATERIAL :	Suelo natural								
		COORDENADAS :	718149.73 E 9107485.85 S								
LÍMITE LÍQUIDO											
N° TARRO		NO PRESENTA									
TARRO + SUELO HÚMEDO											
TARRO + SUELO SECO											
AGUA											
PESO DEL TARRO											
PESO DEL SUELO SECO											
% DE HUMEDAD											
N° DE GOLPES											
LÍMITE PLÁSTICO											
N° TARRO (g)		NO PRESENTA									
TARRO + SUELO HÚMEDO (g)											
TARRO + SUELO SECO (g)											
AGUA (g)											
PESO DEL TARRO (g)											
PESO DEL SUELO SECO (g)											
% DE HUMEDAD											
DIAGRAMA DE FLUIDEZ											
											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">LÍMITE DE CONSISTENCIA DE SUELOS (C-4)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Límite Líquido (%)</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (%)</td> <td style="text-align: right;">N.P</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad (%)</td> <td style="text-align: right;">N.P</td> </tr> </tbody> </table>				LÍMITE DE CONSISTENCIA DE SUELOS (C-4)		Límite Líquido (%)	0.00	Límite Plástico (%)	N.P	Índice de Plasticidad (%)	N.P
LÍMITE DE CONSISTENCIA DE SUELOS (C-4)											
Límite Líquido (%)	0.00										
Límite Plástico (%)	N.P										
Índice de Plasticidad (%)	N.P										

		LABORATORIO DE SUELOS UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LÍMITES DE ATTERBERG - (MTC E 110, E 111 -ASTM D4318)	
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA	: Junio de 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindsay Graciela Bach. Vera Caipu, Stefany Linet	PROGRESIVA	: KM 2 + 000
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 1.74 m
DESCRIPCIÓN	: Calicata N° 05	MATERIAL	: Suelo natural
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	: 718640.04 E 9107576.73 S

LÍMITE LÍQUIDO	
N° TARRO TARRO + SUELO HÚMEDO TARRO + SUELO SECO AGUA PESO DEL TARRO PESO DEL SUELO SECO % DE HUMEDAD N° DE GOLPES	NO PRESENTA

LÍMITE PLÁSTICO	
N° TARRO (g) TARRO + SUELO HÚMEDO (g) TARRO + SUELO SECO (g) AGUA (g) PESO DEL TARRO (g) PESO DEL SUELO SECO (g) % DE HUMEDAD	NO PRESENTA

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITE DE CONSISTENCIA DE SUELOS (C-6)	
Limite Líquido (%)	0.00
Limite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

		LABORATORIO DE SUELOS UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
LÍMITES DE ATTERBERG - (MTC E 110, E 111 -ASTM D4318)			
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA	: Junio de 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindael Graciela Bach. Vera Caipu, Stefany Linet	PROGRESIVA	: KM 2 + 500
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 1.90 m
DESCRIPCIÓN	: Calicata N° 06	MATERIAL	: Suelo natural
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	: 719135.50 E 9107664.51 S

LÍMITE LÍQUIDO

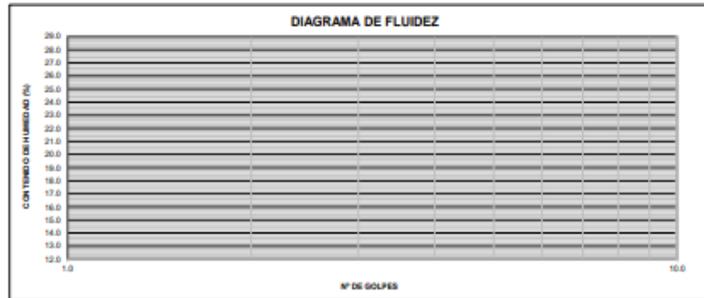
N° TARRO	
TARRO + SUELO HÚMEDO	
TARRO + SUELO SECO	
AGUA	
PESO DEL TARRO	
PESO DEL SUELO SECO	
% DE HUMEDAD	
N° DE GOLPES	

NO PRESENTA

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO (g)	
TARRO + SUELO HÚMEDO (g)	
TARRO + SUELO SECO (g)	
AGUA (g)	
PESO DEL TARRO (g)	
PESO DEL SUELO SECO (g)	
% DE HUMEDAD	

NO PRESENTA



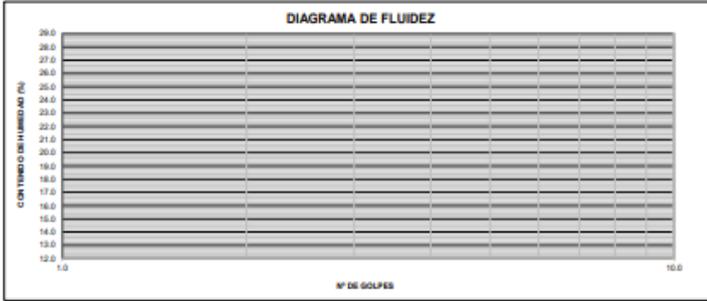
LÍMITE DE CONSISTENCIA DE SUELOS (C-6)	
Límite Líquido (%)	0.00
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

		LABORATORIO DE SUELOS UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LÍMITES DE ATTERBERG - (MTC E 110, E 111 -ASTM D4318)	
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA :	Junio de 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsay Graciela Bach. Vera Caiyu, Stefany Linet	PROGRESIVA :	KM 3 + 000
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF. :	1.80 m
DESCRIPCIÓN :	Calicata N° 07	MATERIAL :	Suelo natural
		AASHTO :	A-3 (0)
		SUCS :	SP
		COORDENADAS :	719673.67 E 9107760.70 S

LÍMITE LÍQUIDO	
N° TARRO TARRO + SUELO HÚMEDO TARRO + SUELO SECO AGUA PESO DEL TARRO PESO DEL SUELO SECO % DE HUMEDAD N° DE GOLPES	NO PRESENTA

LÍMITE PLÁSTICO	
N° TARRO (g) TARRO + SUELO HÚMEDO (g) TARRO + SUELO SECO (g) AGUA (g) PESO DEL TARRO (g) PESO DEL SUELO SECO (g) % DE HUMEDAD	NO PRESENTA

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



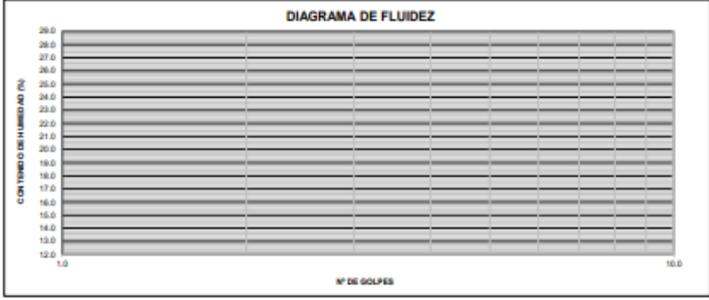
LÍMITE DE CONSISTENCIA DE SUELOS (C-7)	
Límite Líquido (%)	0.00
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

		LABORATORIO DE SUELOS UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LÍMITES DE ATTERBERG - (MTC E 110, E 111 -ASTM D4318)	
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA	: Junio de 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindsay Graciela Bach. Vera Caipo, Stefany Linet	PROGRESIVA	: KM 3 + 700
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 2.20 m
DESCRIPCIÓN	: Calicata N° 08	MATERIAL	: Suelo natural
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	: 720301.93 E 9107858.63 S

LÍMITE LÍQUIDO	
N° TARRO TARRO + SUELO HÚMEDO TARRO + SUELO SECO AGUA PESO DEL TARRO PESO DEL SUELO SECO % DE HUMEDAD N° DE GOLPES	NO PRESENTA

LÍMITE PLÁSTICO	
N° TARRO (g) TARRO + SUELO HÚMEDO (g) TARRO + SUELO SECO (g) AGUA (g) PESO DEL TARRO (g) PESO DEL SUELO SECO (g) % DE HUMEDAD	NO PRESENTA

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



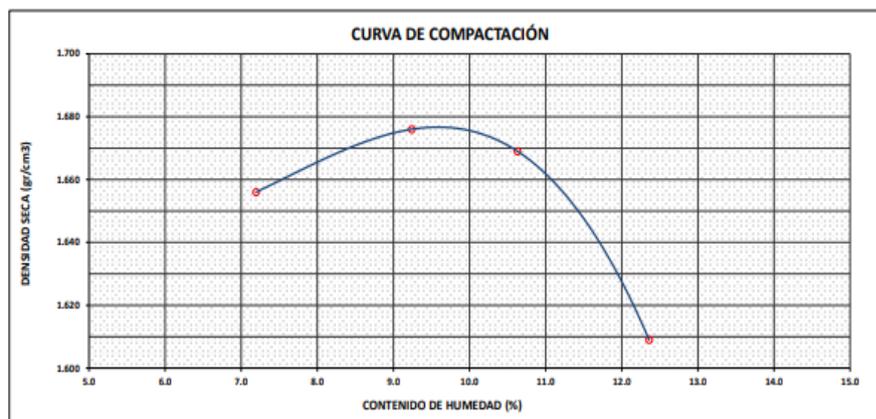
LÍMITE DE CONSISTENCIA DE SUELOS (C-B)	
Limite Líquido (%)	0.00
Limite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

ANEXO N° 9

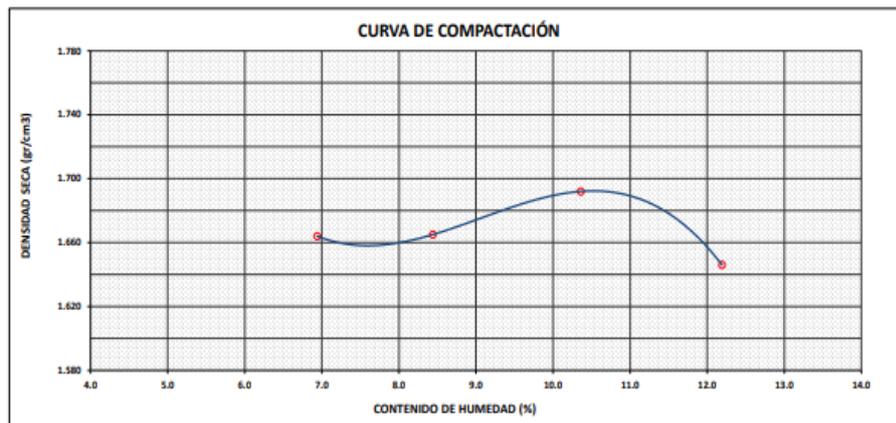
Ensayo de Proctor Modificado

(NTP 339.141 - MTC E 115 – ASTM 1557)

		LABORATORIO DE SUELOS		
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)				
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Abril, 2023	
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco Garcia, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : 0 + 000 PROF : 3.00 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP	
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 716642 E 9107201 S	
DESCRIPCIÓN :	C - 01			
COMPACTACIÓN				
MÉTODO DE COMPACTACIÓN :	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA :	25			
NUMERO DE CAPAS :	5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5806	5862	5873	5837
PESO DE MOLDE (gr)	4139	4143	4139	4139
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1667	1719	1734	1698
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.775	1.830	1.846	1.808
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.656	1.676	1.669	1.609
CONTENIDO DE HUMEDAD				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	92.17	153.07	203.23	283.95
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	87.04	144.53	189.76	265.35
PESO DE LA TARA (gr)	14.50	27.82	40.88	68.16
PESO DE AGUA (gr)	5.13	8.54	13.47	18.60
PESO DE SUELO SECO (gr)	72.54	116.71	148.88	197.19
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.07	7.32	9.05	9.43
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.19	7.24	10.63	12.36
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.677	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9.58



		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023					
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindsayol	PROGRESIVA : 0 + 000	AASHTO : A-3 (0)					
	Bach. Vera Caiyu, Stefany	PROF : 3.00 m	SUCS : SP					
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 716642 E					
DESCRIPCIÓN	C - 01 + 1% PET	+ PET	9107201 S					
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5801	5836	5883	5875				
PESO DE MOLDE (gr)	4129	4140	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1672	1696	1754	1735				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.780	1.806	1.867	1.847				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.664	1.665	1.692	1.646				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	57.07	54.13	67.58	63.22	60.64	58.28	69.74	70.15
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	55.33	52.57	64.65	60.54	57.73	55.36	65.38	65.33
PESO DE LA TARA (gr)	30.54	29.84	28.97	29.63	28.62	28.13	28.97	26.49
PESO DE AGUA (gr)	1.74	1.56	2.93	2.68	2.91	2.92	4.36	4.82
PESO DE SUELO SECO (gr)	24.79	22.73	35.68	30.91	29.11	27.23	36.41	38.84
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.02	6.86	8.21	8.67	10.00	10.72	11.97	12.41
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.94		8.44		10.36		12.19	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.692		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.50			





LABORATORIO DE SUELOS

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)

TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"			FECHA	: Mayo, 2023
SOLICITANTES	Bach. Pacheco Garcia, Lindsal	PROGRESIVA	: 0 + 000	AASHTO	: A-3 (0)
	Bach. Vera Caiju, Stefany	PROF	: 3.00 m	SUCS	: SP
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		MATERIAL	: Suelo natural	
DESCRIPCIÓN	: C - 01 + 2.5% PET			COORDENADAS	: 716642 E 9107201 S

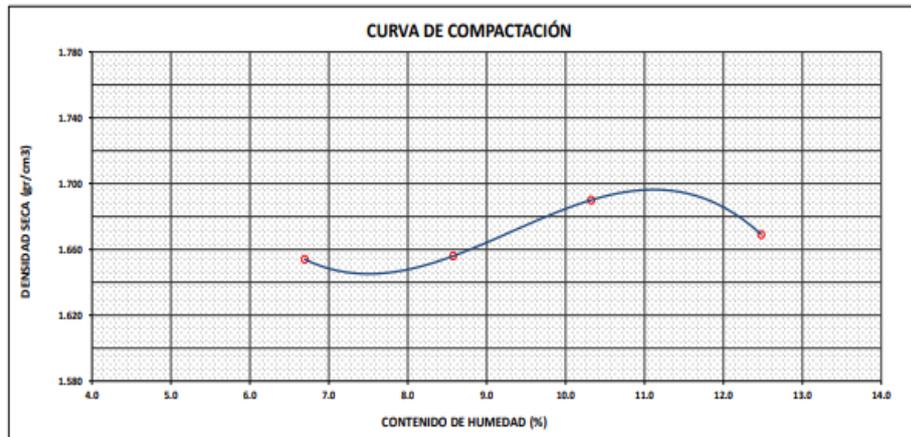
COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25
NUMERO DE CAPAS	: 5

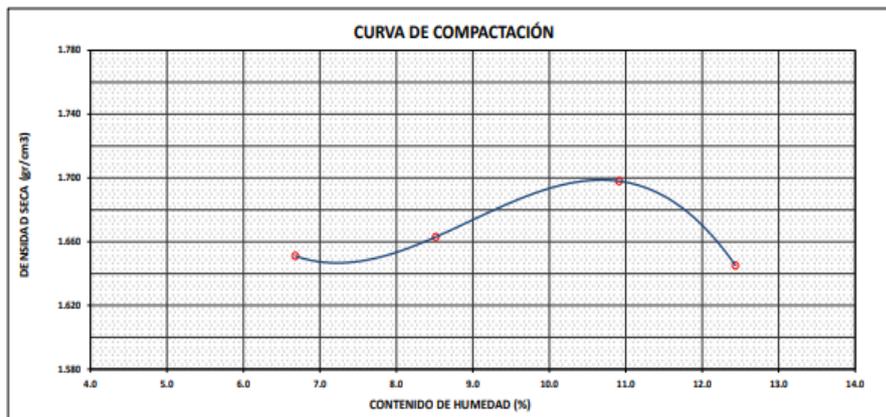
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5787	5829	5880	5903
PESO DE MOLDE (gr)	4129	4140	4129	4140
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1658	1689	1751	1763
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.765	1.798	1.864	1.877
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.654	1.656	1.690	1.669

CONTENIDO DE HUMEDAD

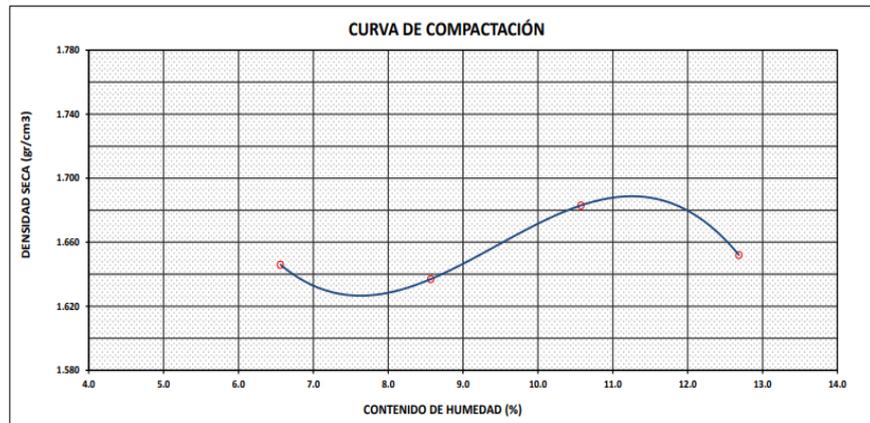
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	38.94	40.88	62.61	64.71	52.05	51.26	74.08	73.67
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	37.39	39.16	60.12	61.77	49.96	49.12	69.09	68.61
PESO DE LA TARA (gr)	14.16	13.55	29.24	29.43	29.43	28.68	29.00	28.17
PESO DE AGUA (gr)	1.55	1.72	2.49	2.94	2.09	2.14	4.99	5.06
PESO DE SUELO SECO (gr)	23.23	25.61	30.88	32.34	20.53	20.44	40.09	40.44
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.67	6.72	8.06	9.09	10.18	10.47	12.45	12.51
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.69	8.58	10.32	12.48				
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.696	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.11					



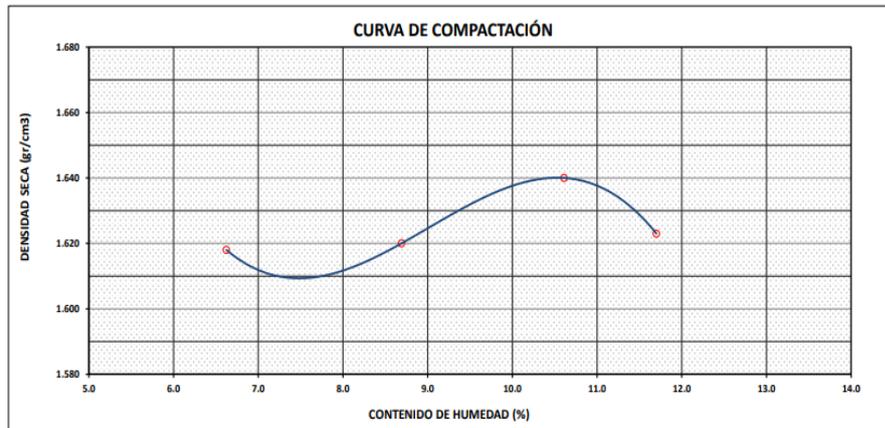
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS				
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)						
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA	Mayo, 2023
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindsay Bach. Vera Caipu, Stefany		PROGRESIVA	: 0 + 000	AASHTO	: A-3 (0)
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		PROF	: 3.00 m	SUCS	: SP
DESCRIPCIÓN	C - 01 + 5% PET		MATERIAL	: Suelo natural + PET	COORDENADAS	: 716642 E 9107201 S
COMPACTACIÓN						
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"					
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25					
NÚMERO DE CAPAS	5					
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4		
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%		
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5795	5835	5898	5877		
PESO DE MOLDE (gr)	4140	4140	4129	4140		
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1655	1695	1769	1737		
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939		
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.762	1.804	1.883	1.849		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.651	1.663	1.698	1.645		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4		
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	61.96	57.59	51.32	59.71	45.83	46.11
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	59.98	55.66	48.43	56.04	42.83	42.83
PESO DE LA TARA (gr)	28.76	28.16	13.71	13.90	13.88	14.21
PESO DE AGUA (gr)	1.98	1.93	2.89	3.67	3.00	3.28
PESO DE SUELO SECO (gr)	31.22	27.50	34.72	42.14	28.95	28.62
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.34	7.02	8.32	8.71	10.36	11.46
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.68	8.52	10.91	12.43		
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.699	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				10.70



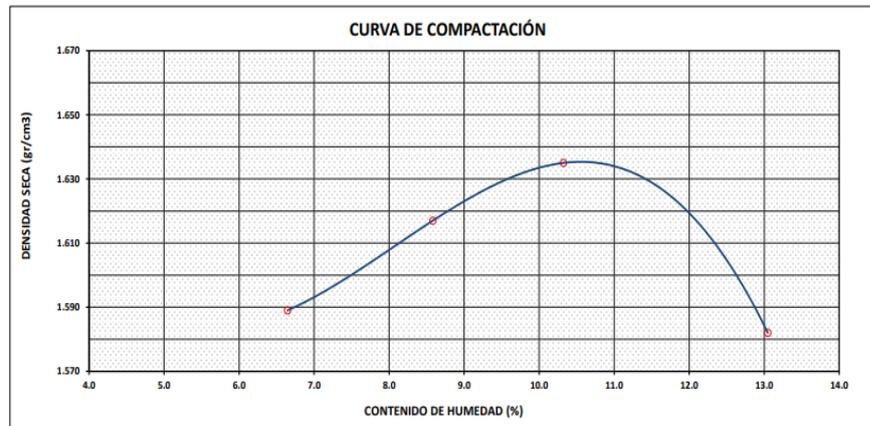
		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023					
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindasol	PROGRESIVA : 0 + 000	AASHTO : A-3 (0)					
	Bach. Vera Caiju, Stefany	PROF : 3.00 m	SUCS : SP					
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 716642 E					
DESCRIPCIÓN :	C - 01 + 7% PET	+ PET	9107201 S					
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN :	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA :	25							
NUMERO DE CAPAS :	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5777	5810	5877	5889				
PESO DE MOLDE (gr)	4129	4140	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1648	1670	1748	1749				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.754	1.778	1.861	1.862				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.646	1.637	1.683	1.652				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	54.92	53.55	75.20	72.98	51.95	55.93	73.44	72.67
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	53.27	51.97	71.50	69.38	49.71	53.32	68.46	67.62
PESO DE LA TARA (gr)	27.86	28.13	26.49	29.02	28.42	28.76	28.16	28.81
PESO DE AGUA (gr)	1.65	1.58	3.70	3.60	2.24	2.61	4.98	5.05
PESO DE SUELO SECO (gr)	25.41	23.84	45.01	40.36	21.29	24.56	40.30	38.81
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.49	6.63	8.22	8.92	10.52	10.63	12.36	13.01
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.56		8.57		10.57		12.68	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.689		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.23			



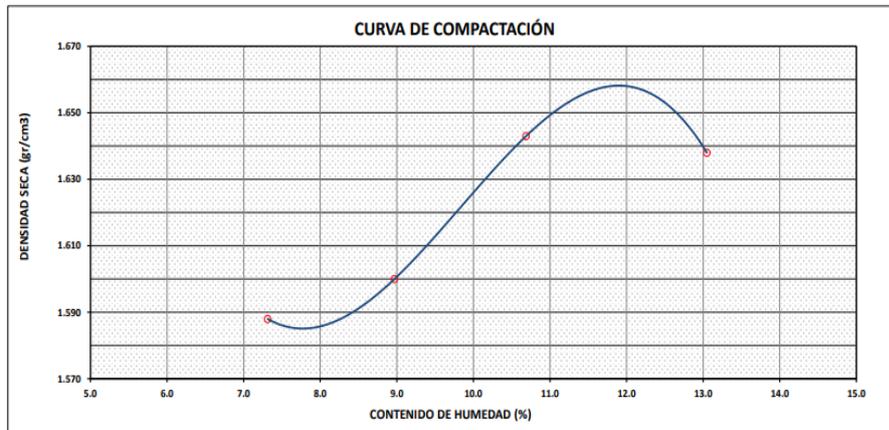
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA	: Abril, 2023		
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany		PROGRESIVA	: 0 + 500	AASHTO	: A-3 (0)		
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		PROF	: 2.10 m	SUCS	: SP		
DESCRIPCIÓN	C - 02		MATERIAL	: Suelo natural	COORDENADAS	: 717154.83 E 9107298.93 S		
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5759	5794	5844	5832				
PESO DE MOLDE (gr)	4139	4140	4140	4129				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1620	1654	1704	1703				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.725	1.761	1.814	1.813				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.618	1.620	1.640	1.623				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	90.46	115.40	52.86	54.25	67.69	67.66	67.53	65.98
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	85.93	108.85	51.05	52.12	64.12	63.84	63.35	61.12
PESO DE LA TARA (gr)	14.14	14.44	29.01	28.89	28.71	29.54	27.41	19.83
PESO DE AGUA (gr)	4.53	6.55	1.81	2.13	3.57	3.82	4.18	4.86
PESO DE SUELO SECO (gr)	71.79	94.41	22.04	23.23	35.41	34.30	35.94	41.29
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.31	6.94	8.21	9.17	10.08	11.14	11.63	11.77
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.62		8.69		10.61		11.70	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.640		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.50			



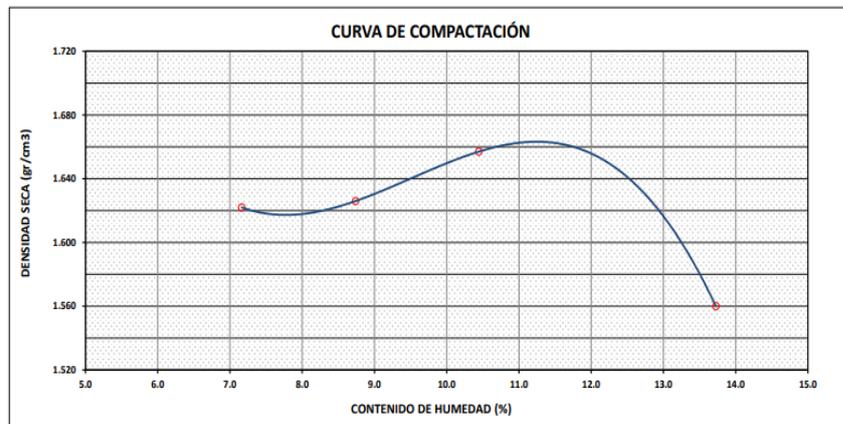
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA	Mayo, 2023		
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindasol	PROGRESIVA	0 + 500	AASHTO	A-3 (0)			
	Bach. Vera Caiju, Stefany	PROF	2.10 m	SUCS	SP			
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		MATERIAL	Suelo natural		COORDENADAS	717154.83 E	
DESCRIPCIÓN	C - 02 + 1% PET			+ PET			9107298.93 S	
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5732	5778	5835	5820				
PESO DE MOLDE (gr)	4140	4129	4140	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1592	1649	1695	1680				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.695	1.755	1.804	1.788				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.589	1.617	1.635	1.582				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	72.08	67.63	39.88	46.57	64.30	66.74	60.67	55.83
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	69.54	65.01	37.92	43.93	59.59	61.79	57.09	50.87
PESO DE LA TARA (gr)	29.38	27.39	14.56	13.85	13.57	14.26	28.98	13.75
PESO DE AGUA (gr)	2.54	2.62	1.96	2.64	4.71	4.95	3.58	4.96
PESO DE SUELO SECO (gr)	40.16	37.62	23.36	30.08	46.02	47.53	28.11	37.12
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.32	6.96	8.39	8.78	10.23	10.41	12.74	13.36
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.64	8.58	10.32	13.05				
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.635	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.56				



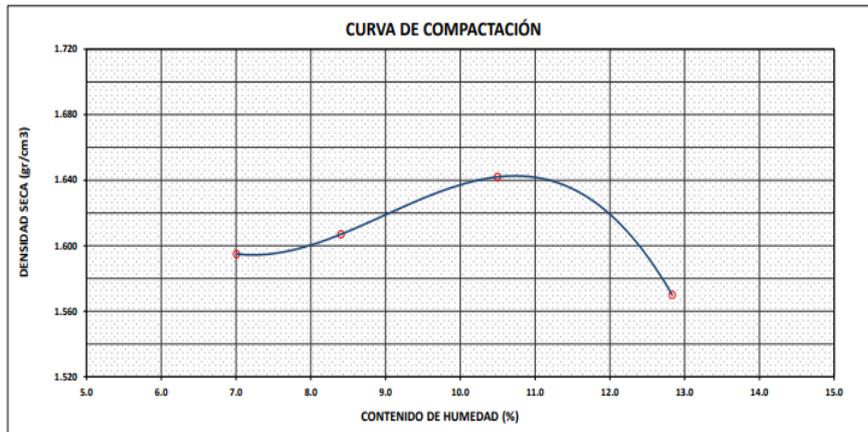
		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023					
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : 0 + 500 PROF : 2.10 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP					
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 717154.83 E 9107298.93 S					
DESCRIPCIÓN :	C-02 + 2.5% PET	+ PET						
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN :	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA :	25							
NUMERO DE CAPAS :	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5741	5778	5837	5880				
PESO DE MOLDE (gr)	4140	4140	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1601	1638	1708	1740				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.704	1.744	1.818	1.852				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.588	1.600	1.643	1.638				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	67.63	76.42	78.25	77.51	64.30	53.79	60.67	55.83
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	65.01	73.09	74.24	73.52	59.59	51.40	57.09	50.87
PESO DE LA TARA (gr)	27.39	29.63	29.18	29.38	13.57	29.95	28.98	13.75
PESO DE AGUA (gr)	2.62	3.33	4.01	3.99	4.71	2.39	3.58	4.96
PESO DE SUELO SECO (gr)	37.62	43.46	45.06	44.14	46.02	21.45	28.11	37.12
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.96	7.66	8.90	9.04	10.23	11.14	12.74	13.36
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.31	8.97	10.69	13.05				
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.658	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.88				



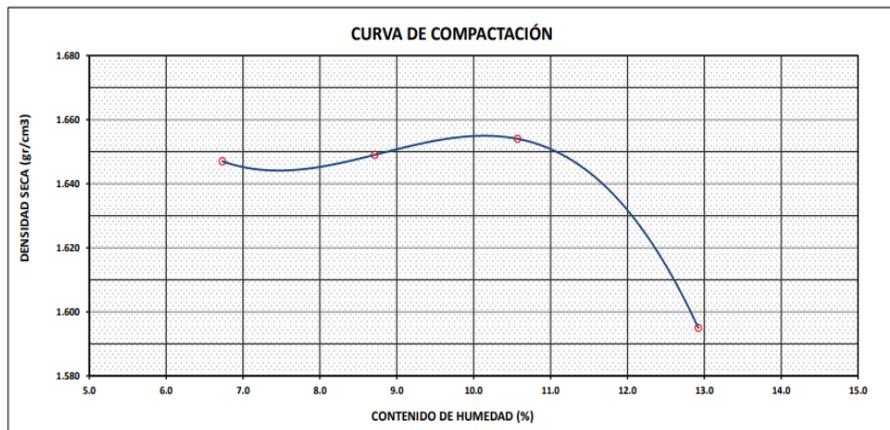
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA	Mayo, 2023		
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindsol	PROGRESIVA	: 0 + 500		AASHTO	: A-3 (0)		
	Bach. Vera Caiyu, Stefany	PROF	: 2.10 m		SUCS	: SP		
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		MATERIAL	: Suelo natural		COORDENADAS	: 717154.83 E	
DESCRIPCIÓN	: C - 02 + 5% PET			+ PET		9107298.93 S		
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25							
NUMERO DE CAPAS	: 5							
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5762	5855	5913	5862				
PESO DE MOLDE (gr)	4129	4194	4194	4194				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1633	1661	1719	1668				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	940				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.738	1.768	1.830	1.774				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.622	1.626	1.657	1.560				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	44.27	42.94	56.53	61.85	70.42	65.48	51.33	52.97
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	42.31	40.93	54.31	59.11	66.64	61.88	48.66	49.62
PESO DE LA TARA (gr)	13.91	13.86	27.86	28.95	28.85	28.81	28.13	26.43
PESO DE AGUA (gr)	1.96	2.01	2.22	2.74	3.78	3.60	2.67	3.35
PESO DE SUELO SECO (gr)	28.40	27.07	26.45	30.16	37.79	33.07	20.53	23.19
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.90	7.43	8.39	9.08	10.00	10.89	13.01	14.45
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.16	8.74	10.44	13.73				
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.663	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			11.25			



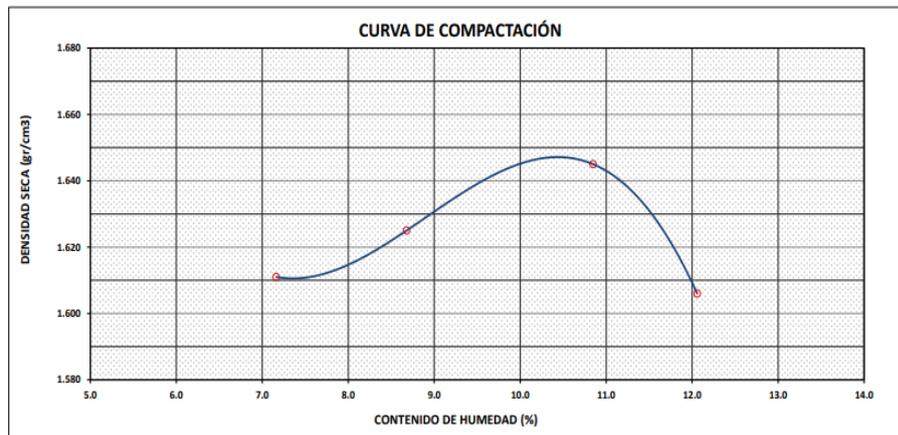
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTCE 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023					
SOLICITANTES	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caiyu, Stefany	PROGRESIVA : 0 + 500 PROF : 2.10 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP					
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 717154.83 E 9107298.93 S					
DESCRIPCIÓN	C - 02 + 7% PET	+ PET						
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5798	5776	5833	5804				
PESO DE MOLDE (gr)	4195	4140	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1603	1636	1704	1664				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.706	1.742	1.814	1.771				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.595	1.607	1.642	1.570				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	51.87	55.98	52.05	48.04	40.02	40.80	53.20	53.41
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	50.37	54.15	49.12	45.39	37.61	38.22	48.87	48.78
PESO DE LA TARA (gr)	28.37	28.71	13.86	14.20	14.56	13.74	13.55	14.25
PESO DE AGUA (gr)	1.50	1.83	2.93	2.65	2.41	2.58	4.33	4.63
PESO DE SUELO SECO (gr)	22.00	25.44	35.26	31.19	23.05	24.48	35.32	34.53
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.82	7.19	8.31	8.50	10.46	10.54	12.26	13.41
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.01		8.40		10.50		12.83	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.643		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.76			



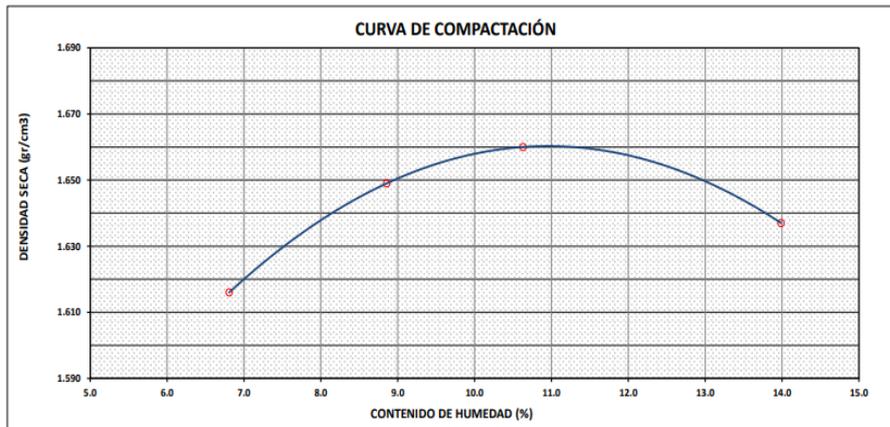
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA	: Abril, 2023		
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindsal Bach. Vera Caipu, Stefany		PROGRESIVA	: 1 + 000	AASHTO	: A-3 (0)		
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		PROF	: 1.95 m	SUCS	: SP		
DESCRIPCIÓN	C - 03		MATERIAL	: Suelo natural	COORDENADAS	: 717646.20 E 9107392 S		
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25							
NUMERO DE CAPAS	: 5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5792	5813	5860	5831				
PESO DE MOLDE (gr)	4140	4129	4142	4139				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1652	1684	1718	1692				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.758	1.793	1.829	1.801				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.647	1.649	1.654	1.595				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	112.59	73.17	79.49	148.33	109.05	163.22	61.96	66.92
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	107.31	69.13	76.03	143.77	102.76	153.52	58.42	62.35
PESO DE LA TARA (gr)	27.85	9.87	36.39	91.33	41.00	64.98	28.71	29.54
PESO DE AGUA (gr)	5.28	4.04	3.46	4.56	6.29	9.70	3.54	4.57
PESO DE SUELO SECO (gr)	79.46	59.26	39.64	52.44	61.76	88.54	29.71	32.81
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.64	6.82	8.73	8.70	10.18	10.96	11.92	13.93
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.73		8.71		10.57		12.92	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.655		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.12			



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE								
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA	Mayo, 2023		
SOLICITANTES	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany		PROGRESIVA	1 + 000	AASHTO	A-3 (0)		
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		PROF	1.95 m	SUCS	SP		
DESCRIPCIÓN	C - 03 + 1% PET		MATERIAL	Suelo natural + PET	COORDENADAS	717646.20 E 9107392 S		
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5762	5799	5853	5885				
PESO DE MOLDE (gr)	4140	4140	4140	4194				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1622	1659	1713	1691				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.727	1.766	1.824	1.800				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.611	1.625	1.645	1.606				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	61.61	55.69	61.92	59.82	70.61	67.42	74.17	71.30
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	59.49	53.80	59.15	57.28	66.66	63.48	69.22	66.88
PESO DE LA TARA (gr)	27.84	29.02	26.44	28.71	28.93	28.38	29.55	28.90
PESO DE AGUA (gr)	2.12	1.89	2.77	2.54	3.95	3.94	4.95	4.42
PESO DE SUELO SECO (gr)	31.65	24.78	32.71	28.57	37.73	35.10	39.67	37.98
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.70	7.63	8.47	8.89	10.47	11.23	12.48	11.64
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.16		8.68		10.85		12.06	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.647		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.43			



		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023					
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindasol	PROGRESIVA : 1 + 000	AASHTO : A-3 (0)					
	Bach. Vera Caiju, Stefany	PROF : 1.95 m	SUCS : SP					
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 717646.20 E					
DESCRIPCIÓN	C - 03 + 2.5% PET	+ PET	9107392 S					
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5816	5828	5865	5895				
PESO DE MOLDE (gr)	4195	4142	4140	4142				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1621	1686	1725	1753				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.726	1.795	1.836	1.866				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.616	1.649	1.660	1.637				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	56.35	58.03	68.63	71.99	58.79	47.48	77.01	71.49
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	54.66	56.01	65.63	68.29	54.62	44.13	69.32	64.36
PESO DE LA TARA (gr)	28.15	28.12	28.77	29.65	13.87	13.75	13.86	13.79
PESO DE AGUA (gr)	1.69	2.02	3.00	3.70	4.17	3.35	7.69	7.14
PESO DE SUELO SECO (gr)	26.51	27.89	36.86	38.64	40.75	30.38	55.46	50.57
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.37	7.24	8.14	9.58	10.23	11.03	13.87	14.11
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.81	8.86	10.63	13.99				
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.660	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.97				





LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA	: Mayo, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindasol Bach. Vera Caiju, Stefany	PROGRESIVA	: 1 + 000
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF	: 1.95 m
DESCRIPCIÓN	: C - 03 + 5% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	: 717646.20 E 9107392 N

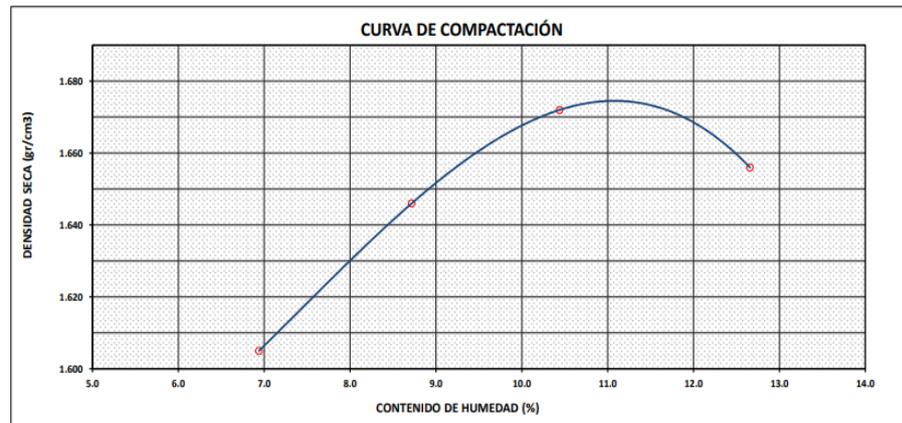
COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25
NÚMERO DE CAPAS	: 5

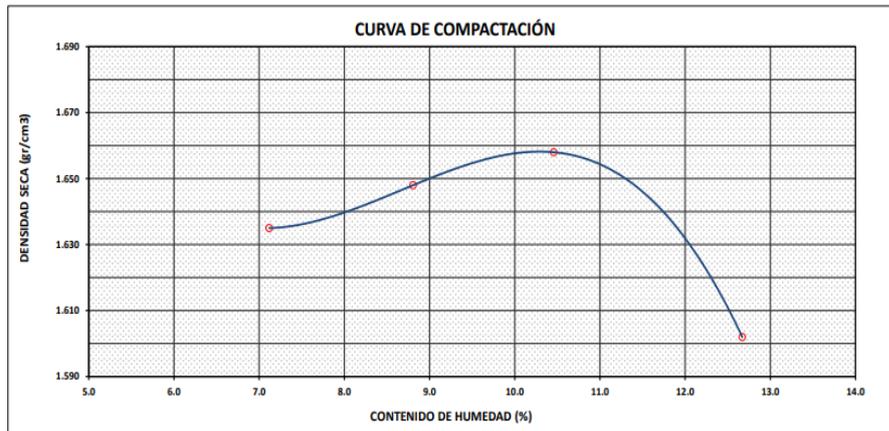
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5806	5810	5864	5947
PESO DE MOLDE (gr)	4194	4129	4129	4194
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1612	1681	1735	1753
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.716	1.789	1.847	1.866
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.605	1.646	1.672	1.656

CONTENIDO DE HUMEDAD

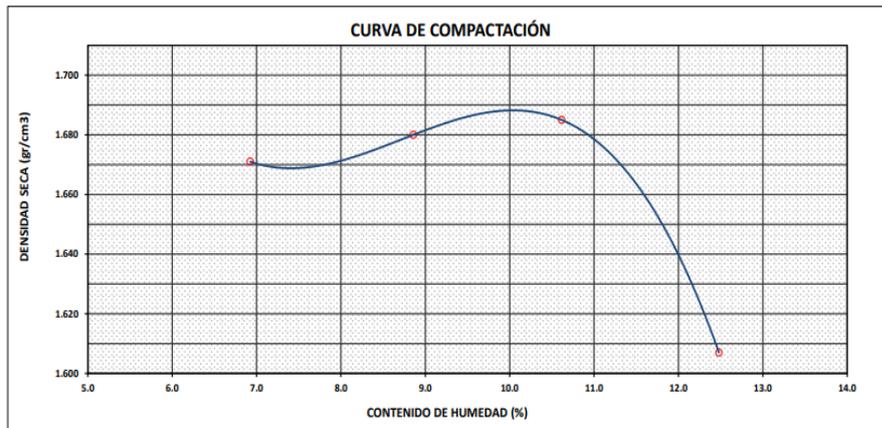
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	47.28	48.92	39.93	46.53
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	45.16	46.62	37.86	43.93
PESO DE LA TARA (gr)	13.91	14.20	13.73	14.57
PESO DE AGUA (gr)	2.12	2.30	2.07	2.60
PESO DE SUELO SECO (gr)	31.25	32.42	24.13	29.36
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.78	7.09	8.58	8.86
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.94	8.72	10.44	12.66
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.675	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.06



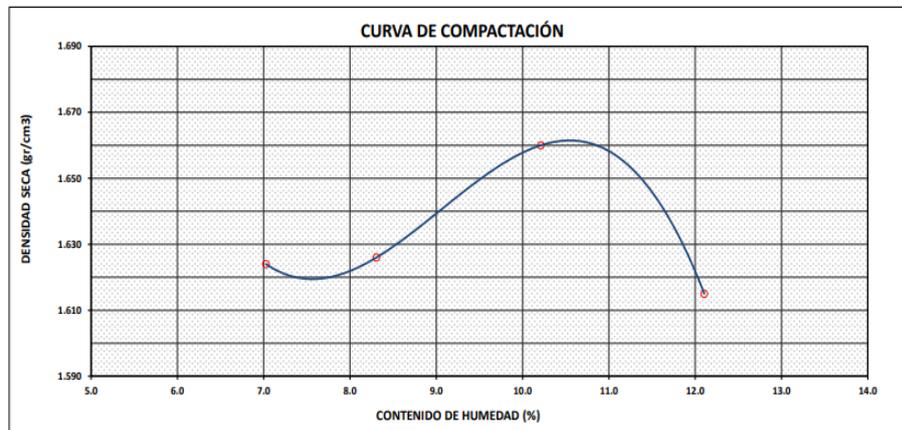
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA	Mayo, 2023		
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindasol	PROGRESIVA	: 1 + 000	AASHTO	: A-3 (0)			
	Bach. Vera Caipu, Stefany	PROF	: 1.95 m	SUCS	: SP			
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL	: Suelo natural	COORDENADAS	: 717646.20 E			
DESCRIPCIÓN	C - 03 + 7% PET		+ PET		9107392 N			
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5774	5878	5849	5825				
PESO DE MOLDE (gr)	4129	4194	4129	4129				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1645	1684	1720	1696				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.751	1.793	1.831	1.805				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.635	1.648	1.658	1.602				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	39.54	50.18	44.06	46.02	54.10	48.71	45.52	58.66
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	37.82	47.58	41.45	43.29	50.14	45.18	41.56	53.27
PESO DE LA TARA (gr)	13.31	11.56	11.21	12.90	11.30	12.25	9.69	11.54
PESO DE AGUA (gr)	1.72	2.60	2.61	2.73	3.96	3.53	3.96	5.39
PESO DE SUELO SECO (gr)	24.51	36.02	30.24	30.39	38.84	32.93	31.87	41.73
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.02	7.22	8.63	8.98	10.20	10.72	12.43	12.92
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.12		8.81		10.46		12.67	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.658		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.28			



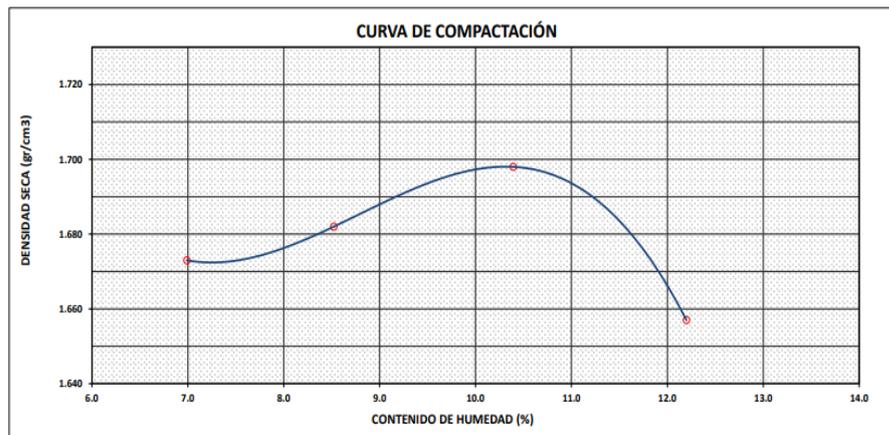
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA	Abril, 2023		
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindasol	PROGRESIVA	: 1 + 500		AASHTO	: A-3 (0)		
	Bach. Vera Caiju, Stefany	PROF	: 2.20 m		SUCS	: SP		
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		MATERIAL	: Suelo natural		COORDENADAS	: 718149.73 E	
DESCRIPCIÓN	: C - 04			: + PET			: 9107485.85 N	
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25							
NUMERO DE CAPAS	: 5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5818	5847	5893	5837				
PESO DE MOLDE (gr)	4140	4129	4142	4139				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1678	1718	1751	1698				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.786	1.829	1.864	1.808				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.671	1.680	1.685	1.607				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	72.46	61.49	53.26	52.79	66.21	58.41	57.06	65.53
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	68.67	58.39	51.30	50.80	61.26	54.06	54.00	61.14
PESO DE LA TARA (gr)	13.73	13.79	29.16	28.35	13.99	13.63	27.78	28.11
PESO DE AGUA (gr)	3.79	3.10	1.96	1.99	4.95	4.35	3.06	4.39
PESO DE SUELO SECO (gr)	54.94	44.60	22.14	22.45	47.27	40.43	26.22	33.03
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.90	6.95	8.85	8.86	10.47	10.76	11.67	13.29
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.92		8.86		10.62		12.48	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.688		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.03			



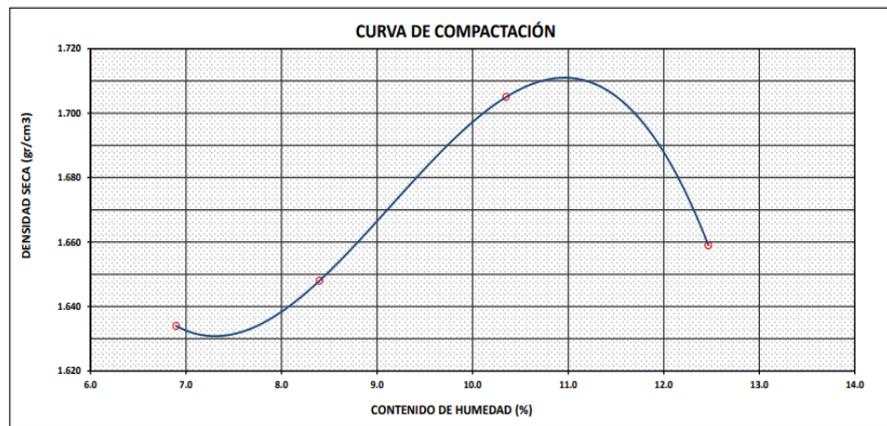
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA	Mayo, 2023		
SOLICITANTES	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany		PROGRESIVA : 1 + 500 PROF : 2.20 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP				
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 718149.73 E				
DESCRIPCIÓN	C - 04 + 1% PET		+ PET	9107485.85 N				
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5828	5794	5861	5830				
PESO DE MOLDE (gr)	4195	4140	4142	4129				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1633	1654	1719	1701				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.738	1.761	1.830	1.811				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.624	1.626	1.660	1.615				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	32.42	37.35	42.50	40.40	59.71	64.24	38.77	40.40
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	31.07	35.56	40.12	38.08	55.12	59.33	35.79	37.10
PESO DE LA TARA (gr)	11.11	11.00	10.74	10.83	9.92	11.52	10.21	10.83
PESO DE AGUA (gr)	1.35	1.79	2.38	2.32	4.59	4.91	2.98	3.30
PESO DE SUELO SECO (gr)	19.96	24.56	29.38	27.25	45.20	47.81	25.58	26.27
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.76	7.29	8.10	8.51	10.15	10.27	11.65	12.56
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.03		8.31		10.21		12.11	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.661		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.53			



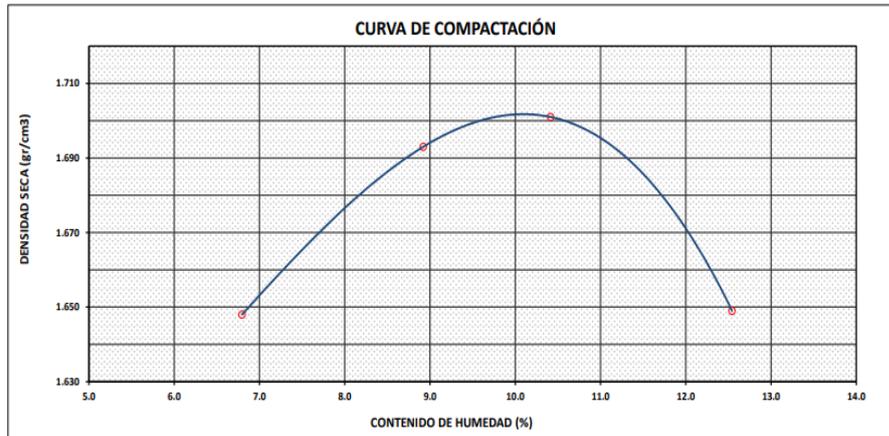
		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA	: Mayo, 2023					
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caiju, Stefany	PROGRESIVA	: 1 + 500					
		PROF	: 2.20 m					
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL	: Suelo natural					
DESCRIPCIÓN	: C - D4 + 2.5% PET		+ PET					
		COORDENADAS	: 718149.73 E 9107485.85 N					
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25							
NUMERO DE CAPAS	: 5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5808	5909	5890	5888				
PESO DE MOLDE (gr)	4127	4194	4129	4142				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1681	1715	1761	1746				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.789	1.826	1.875	1.859				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.673	1.682	1.698	1.657				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	48.02	50.40	72.54	64.32	62.78	57.49	47.00	37.96
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	45.66	47.77	69.14	61.56	59.66	54.87	43.13	35.26
PESO DE LA TARA (gr)	10.54	11.55	28.97	29.39	29.39	29.87	10.73	13.58
PESO DE AGUA (gr)	2.36	2.63	3.40	2.76	3.12	2.62	3.87	2.70
PESO DE SUELO SECO (gr)	35.12	36.22	40.17	32.17	30.27	25.00	32.40	21.68
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.72	7.26	8.46	8.58	10.31	10.48	11.94	12.45
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.99	8.52	10.39	12.20				
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.698	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.30				



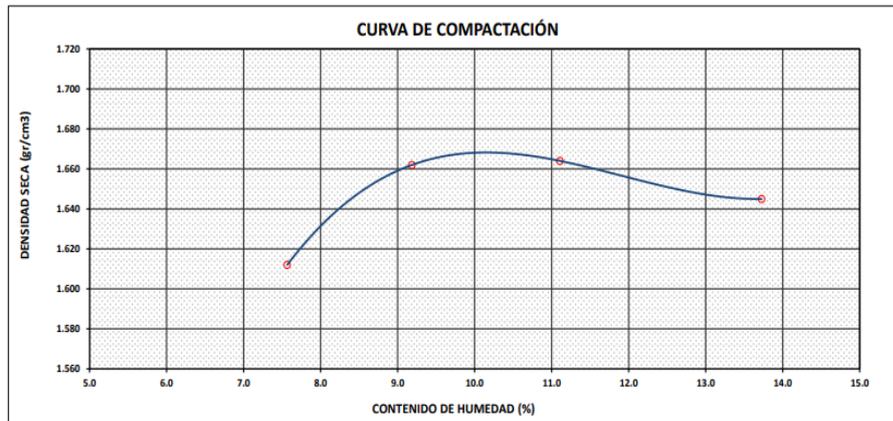
		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE								
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023					
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : 1 + 500 PROF : 2.20 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP					
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 718149.73 E 9107485.85 N					
DESCRIPCIÓN :	C - 04 + 5% PET	+ PET						
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN :	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA :	25							
NUMERO DE CAPAS :	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5768	5820	5896	5893				
PESO DE MOLDE (gr)	4127	4142	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1641	1678	1767	1753				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.747	1.786	1.881	1.866				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.634	1.648	1.705	1.659				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	51.75	67.40	44.98	48.92	57.60	32.99	64.89	67.89
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	49.17	63.64	42.46	45.91	53.21	30.90	61.07	63.70
PESO DE LA TARA (gr)	10.99	10.20	11.11	11.54	10.49	10.85	29.99	30.56
PESO DE AGUA (gr)	2.58	3.76	2.52	3.01	4.39	2.09	3.82	4.19
PESO DE SUELO SECO (gr)	38.18	53.44	31.35	34.37	42.72	20.05	31.08	33.14
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.76	7.04	8.04	8.76	10.28	10.42	12.29	12.64
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.90		8.40		10.35		12.47	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.711		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.97			



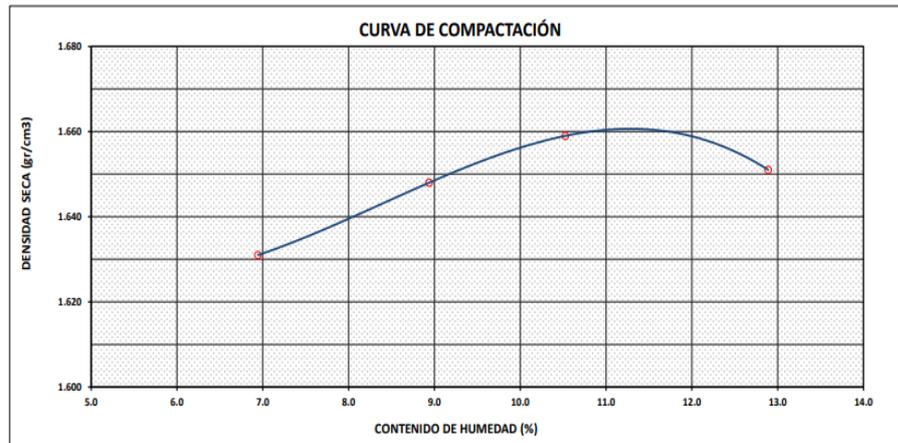
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE								
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA	Mayo, 2023		
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindsol	PROGRESIVA	: 1 + 500	AASHTO	: A-3 (0)			
	Bach. Vera Caiju, Stefany	PROF	: 2.20 m	SUCS	: SP			
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		MATERIAL	Suelo natural				
DESCRIPCIÓN	C - 04 + 7% PET			+ PET	COORDENADAS : 718149.73 E 9107485.85 N			
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5795	5872	5893	5883				
PESO DE MOLDE (gr)	4142	4140	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1653	1732	1764	1743				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.760	1.844	1.878	1.855				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.648	1.693	1.701	1.649				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	45.98	48.84	76.42	58.15	80.89	77.47	59.49	60.89
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	43.85	46.31	72.77	55.57	75.98	72.83	56.02	57.37
PESO DE LA TARA (gr)	10.90	10.80	27.84	29.02	28.73	28.37	28.11	29.55
PESO DE AGUA (gr)	2.13	2.53	3.65	2.58	4.91	4.64	3.47	3.52
PESO DE SUELO SECO (gr)	32.95	35.51	44.93	26.55	47.25	44.46	27.91	27.82
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.46	7.12	8.12	9.72	10.39	10.44	12.43	12.65
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.79		8.92		10.41		12.54	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.702		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.07			



UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Abril, 2023					
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caiju, Stefany	PROGRESIVA : 2 + 000 PROF : 1.70 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP					
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 718640.04 E 9107576.73 N					
DESCRIPCIÓN	C - 05							
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NÚMERO DE CAPAS	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5758	5844	5866	5886				
PESO DE MOLDE (gr)	4129	4139	4129	4129				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1629	1705	1737	1757				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.734	1.815	1.849	1.870				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.612	1.662	1.664	1.645				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	60.51	56.34	58.15	57.07	40.79	37.99	51.24	54.20
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	57.30	53.30	54.60	53.30	38.21	35.51	48.60	51.17
PESO DE LA TARA (gr)	13.80	14.09	14.43	13.76	14.27	13.83	29.16	29.33
PESO DE AGUA (gr)	3.21	3.04	3.55	3.77	2.58	2.48	2.64	3.03
PESO DE SUELO SECO (gr)	43.50	39.21	40.17	39.54	23.94	21.68	19.44	21.84
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.38	7.75	8.84	9.53	10.78	11.44	13.58	13.87
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.57		9.19		11.11		13.73	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.668		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.14			



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023					
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : 2 + 000 PROF : 1.70 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP					
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 718640.04 E					
DESCRIPCIÓN	C - 05 + 1% PET	+ PET	9107576.73 N					
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5774	5826	5918	5891				
PESO DE MOLDE (gr)	4135	4140	4195	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1639	1686	1723	1751				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.745	1.795	1.834	1.864				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.631	1.648	1.659	1.651				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	46.30	43.82	41.20	46.48	53.08	53.96	51.59	53.85
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	44.08	41.68	38.67	43.54	49.25	49.79	47.06	48.63
PESO DE LA TARA (gr)	11.38	11.53	10.10	10.95	12.08	10.99	9.96	10.16
PESO DE AGUA (gr)	2.22	2.14	2.53	2.94	3.83	4.17	4.53	5.22
PESO DE SUELO SECO (gr)	32.70	30.15	28.57	32.59	37.17	38.80	37.10	38.47
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.79	7.10	8.86	9.02	10.30	10.75	12.21	13.57
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.94		8.94		10.53		12.89	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.661		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.29			





LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA :	Mayo, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindasol	PROGRESIVA : 2 + 000	AASHTO :	A-3 (0)
	Bach. Vera Caipu, Stefany	PROF : 1.70 m	SUCS :	SP
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS :	718640.04 E
DESCRIPCIÓN :	C - 05 + 2.5% PET	+ PET		9107576.73 N

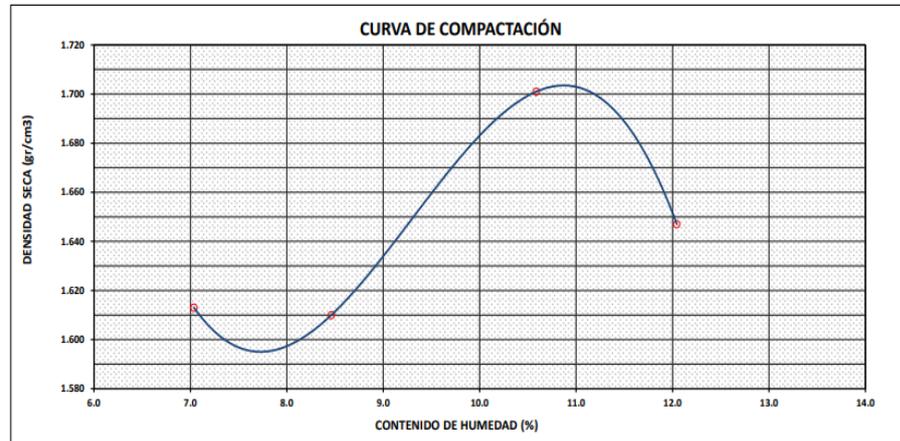
COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN :	"A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA :	25
NUMERO DE CAPAS :	5

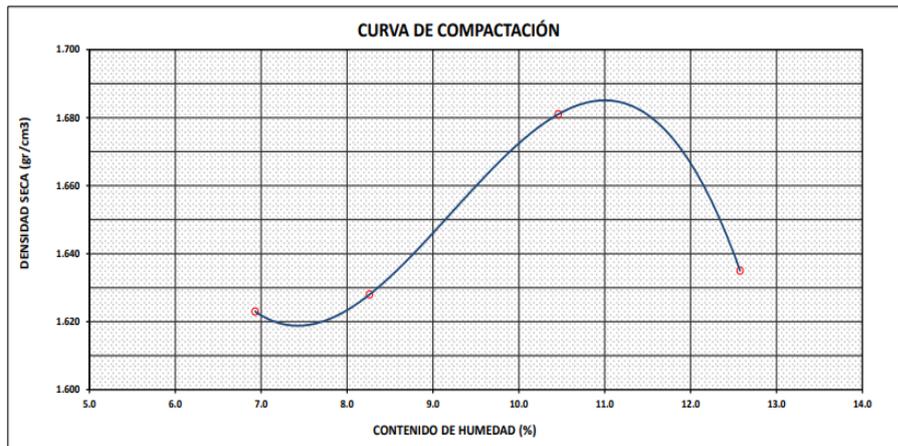
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5751	5782	5896	5874
PESO DE MOLDE (gr)	4129	4142	4129	4140
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1622	1640	1767	1734
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.727	1.746	1.881	1.846
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.613	1.610	1.701	1.647

CONTENIDO DE HUMEDAD

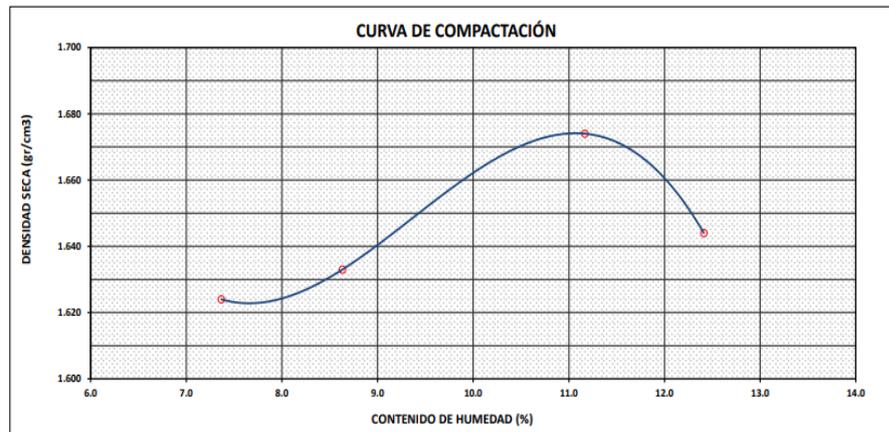
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	55.68	52.42	43.26	57.96	55.68	59.33	50.72	46.83
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	52.73	49.65	40.85	54.19	51.40	54.67	46.38	42.88
PESO DE LA TARA (gr)	10.20	10.85	11.78	10.52	10.59	11.07	10.23	10.19
PESO DE AGUA (gr)	2.95	2.77	2.41	3.77	4.28	4.66	4.34	3.95
PESO DE SUELO SECO (gr)	42.53	38.80	29.07	43.67	40.81	43.60	36.15	32.69
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.94	7.14	8.29	8.63	10.49	10.69	12.01	12.08
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.04		8.46		10.59		12.04	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.703		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.87			



		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA	: Mayo, 2023					
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caiyu, Stefany	PROGRESIVA	: 2 + 000					
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF	: 1.70 m					
DESCRIPCIÓN	: C - 05 + 5% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET					
		AASHTO	: A-3 (0)					
		SUCS	: SP					
		COORDENADAS	: 718640.04 E 9107576.73 N					
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25							
NUMERO DE CAPAS	: 5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5759	5798	5873	5869				
PESO DE MOLDE (gr)	4129	4142	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1630	1656	1744	1729				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.735	1.763	1.857	1.841				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.623	1.628	1.681	1.635				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	47.83	54.31	44.33	47.85	54.40	48.83	49.63	66.64
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	45.55	51.35	41.96	44.86	50.31	45.27	45.34	62.15
PESO DE LA TARA (gr)	11.50	10.03	11.22	10.94	10.86	11.53	9.44	28.14
PESO DE AGUA (gr)	2.28	2.96	2.37	2.99	4.09	3.56	4.29	4.49
PESO DE SUELO SECO (gr)	34.05	41.32	30.74	33.92	39.45	33.74	35.90	34.01
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.70	7.16	7.71	8.81	10.37	10.55	11.95	13.20
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.93	8.26	10.46	12.58				
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.685	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.00				



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA :	Mayo, 2023		
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol	PROGRESIVA :	2 + 000	AASHTO :	A-3 (0)			
	Bach. Vera Calpu, Stefany	PROF :	1.70 m	SUCS :	SP			
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL :	Suelo natural	COORDENADAS :	718640.04 E			
DESCRIPCIÓN :	C - 05 + 7% PET		+ PET		9107576.73 N			
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN :	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA :	25							
NUMERO DE CAPAS :	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5778	5795	5877	5876				
PESO DE MOLDE (gr)	4140	4129	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1638	1666	1748	1736				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.744	1.773	1.861	1.848				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.624	1.633	1.674	1.644				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	52.55	51.80	49.08	76.64	66.64	59.75	51.20	48.26
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	49.71	48.88	46.01	71.63	61.57	54.97	47.18	44.41
PESO DE LA TARA (gr)	10.56	9.84	9.83	14.57	13.73	14.25	14.22	13.92
PESO DE AGUA (gr)	2.84	2.92	3.07	5.01	5.07	4.78	4.02	3.85
PESO DE SUELO SECO (gr)	39.15	39.04	36.18	57.06	47.84	40.72	32.96	30.49
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.25	7.48	8.49	8.78	10.60	11.74	12.20	12.63
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.37		8.63		11.17		12.41	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.674		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.07			





LABORATORIO DE SUELOS

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"			FECHA :	Abril, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindasol	PROGRESIVA :	2 + 500	AASHTO :	A-3 (0)
	Bach. Vera Caiju, Stefany	PROF :	1.90 m	SUCS :	SP
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL :	Suelo natural	COORDENADAS :	719135.50 E
DESCRIPCIÓN :	C - 06				9107664.51 N

COMPACTACIÓN

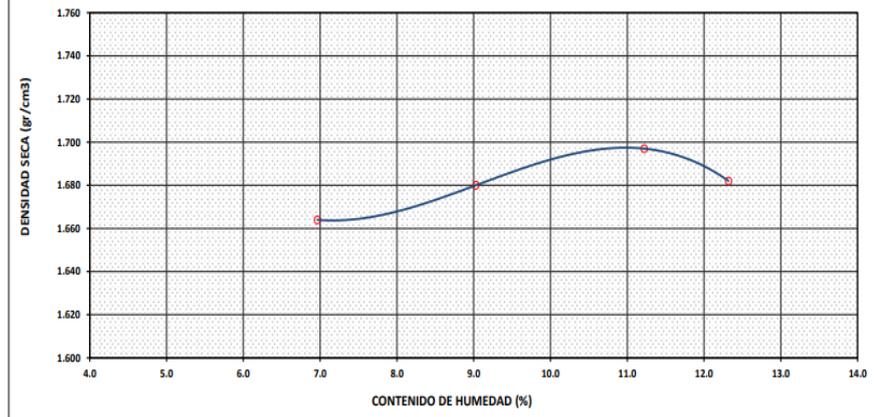
MÉTODO DE COMPACTACIÓN :	"A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA :	25
NUMERO DE CAPAS :	5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5811	5861	5902	5915
PESO DE MOLDE (gr)	4139	4140	4129	4140
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1672	1721	1773	1775
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.780	1.832	1.887	1.890
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.664	1.680	1.697	1.682

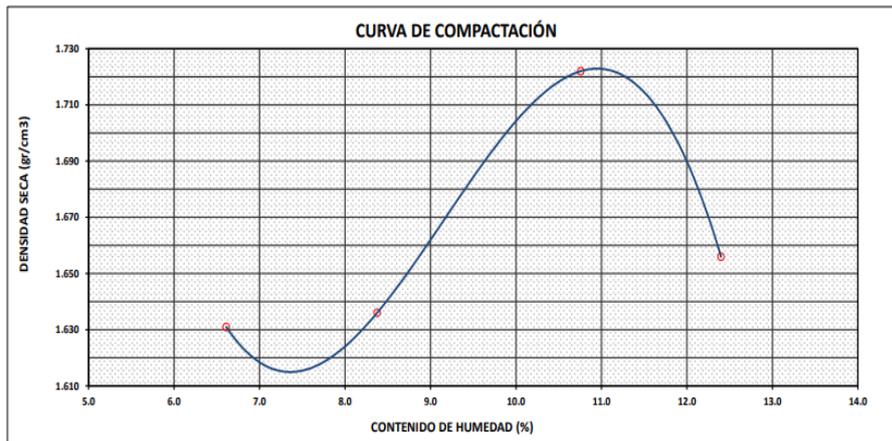
CONTENIDO DE HUMEDAD

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	56.28	65.14	64.83	66.33	81.32	82.48	59.39	61.91
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	53.80	61.50	61.92	63.09	76.11	77.00	55.97	58.10
PESO DE LA TARA (gr)	13.95	14.25	28.35	28.58	28.84	29.01	26.43	28.93
PESO DE AGUA (gr)	2.48	3.64	2.91	3.24	5.21	5.48	3.42	3.81
PESO DE SUELO SECO (gr)	39.85	47.25	33.57	34.51	47.27	47.99	29.54	29.17
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.22	7.70	8.67	9.39	11.02	11.42	11.58	13.06
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.96	7.70	8.67	9.39	11.02	11.22	11.58	12.32
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.697	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.22	11.00			

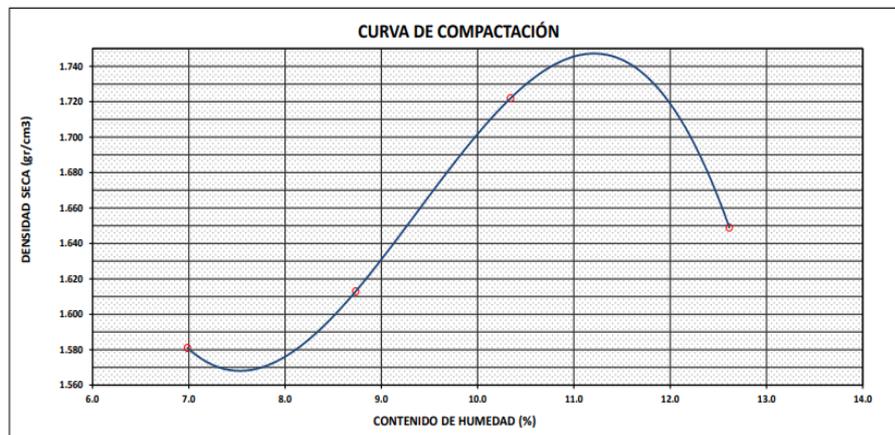
CURVA DE COMPACTACIÓN



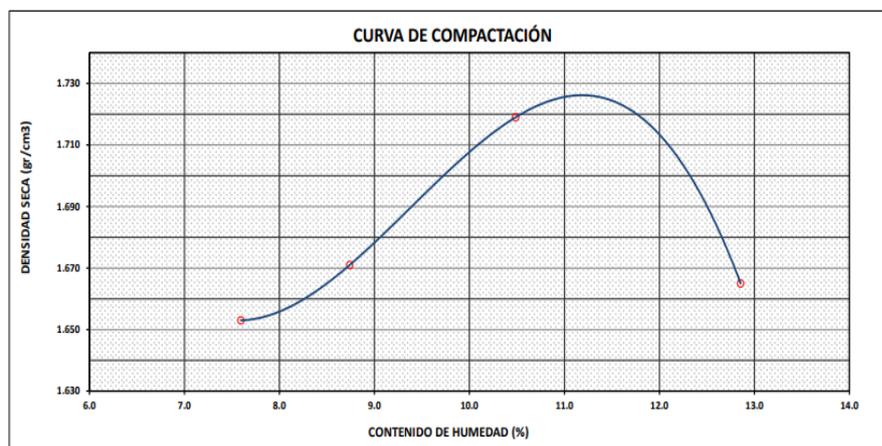
		LABORATORIO DE SUELOS		
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)				
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA	: Mayo, 2023	
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindasol Bach. Vera Caiju, Stefany	PROGRESIVA	: 2 + 500	
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF	: 1.90 m	
DESCRIPCIÓN	: C - 06 + 1% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET	
		AASHTO	: A-3 (0)	
		SUCS	: SP	
		COORDENADAS	: 719135.50 E 9107664.51 N	
COMPACTACIÓN				
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25			
NUMERO DE CAPAS	: 5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5773	5860	5921	5889
PESO DE MOLDE (gr)	4140	4194	4129	4140
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1633	1666	1792	1749
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.738	1.773	1.908	1.862
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.631	1.636	1.722	1.656
CONTENIDO DE HUMEDAD				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	68.31	67.89	68.98	80.88
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	66.02	65.31	65.97	76.82
PESO DE LA TARA (gr)	29.65	28.05	29.66	28.84
PESO DE AGUA (gr)	2.29	2.58	3.01	4.06
PESO DE SUELO SECO (gr)	36.37	37.26	36.31	47.98
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.30	6.92	8.29	8.46
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.61	8.38	10.76	12.40
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.723	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.96



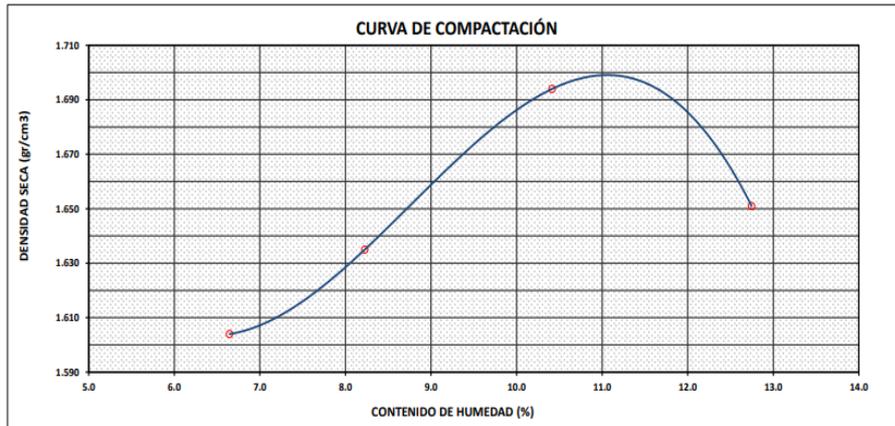
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA	: Mayo, 2023		
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindasol	PROGRESIVA	: 2 + 500	AASHTO	: A-3 (0)			
	Bach. Vera Caiju, Stefany	PROF	: 1.90 m	SUCS	: SP			
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		MATERIAL	: Suelo natural				
DESCRIPCIÓN	: C - 06 + 2.5% PET			: + PET				
				COORDENADAS	: 719135.50 E 9107664.51 N			
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25							
NUMERO DE CAPAS	: 5							
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5729	5790	5914	5884				
PESO DE MOLDE (gr)	4140	4142	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1589	1648	1785	1744				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.692	1.754	1.900	1.857				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.581	1.613	1.722	1.649				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	51.00	52.44	45.13	49.84	49.62	53.57	61.23	54.42
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	48.68	49.80	42.39	46.63	45.98	49.48	55.57	49.55
PESO DE LA TARA (gr)	13.85	13.70	10.96	9.95	10.51	10.24	9.97	11.55
PESO DE AGUA (gr)	2.32	2.64	2.74	3.21	3.64	4.09	5.66	4.87
PESO DE SUELO SECO (gr)	34.83	36.10	31.43	36.68	35.47	39.24	45.60	38.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.66	7.31	8.72	8.75	10.26	10.42	12.41	12.82
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.99		8.73		10.34		12.61	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.747		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.22			



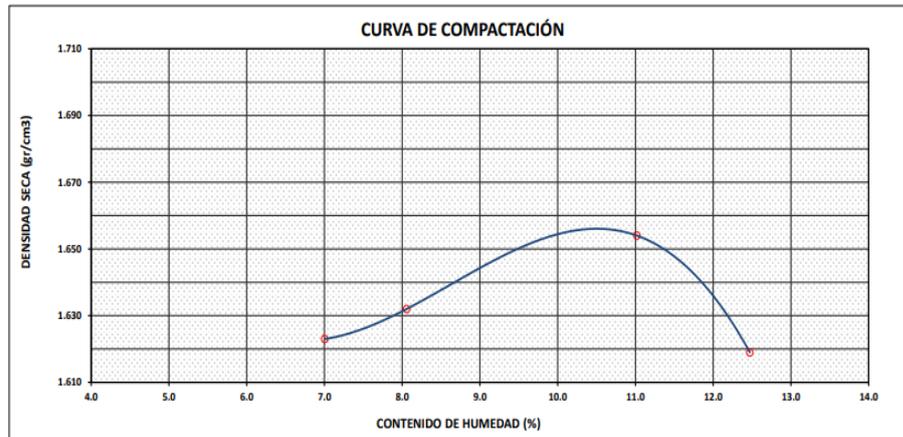
		LABORATORIO DE SUELOS		
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)				
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023	
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindsal	PROGRESIVA : 2 + 500	AASHTO : A-3 (0)	
	Bach. Vera Calpu, Stefany	PROF : 1.90 m	SUCS : SP	
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		MATERIAL : Suelo natural	
DESCRIPCIÓN	C - 06 + 5% PET		+ PET	
			COORDENADAS : 719135.50 E 9107664.51 N	
COMPACTACIÓN				
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"			
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25			
NÚMERO DE CAPAS	5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5800	5836	5913	5905
PESO DE MOLDE (gr)	4129	4129	4129	4140
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1671	1707	1784	1765
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.779	1.817	1.899	1.879
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.653	1.671	1.719	1.665
CONTENIDO DE HUMEDAD				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	76.85	74.66	72.83	74.46
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	73.69	71.25	69.24	70.75
PESO DE LA TARA (gr)	29.40	28.90	27.48	28.99
PESO DE AGUA (gr)	3.16	3.41	3.59	3.71
PESO DE SUELO SECO (gr)	44.29	42.35	41.76	41.76
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.13	8.05	8.60	8.88
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.59	8.74	10.49	12.86
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.726	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.16



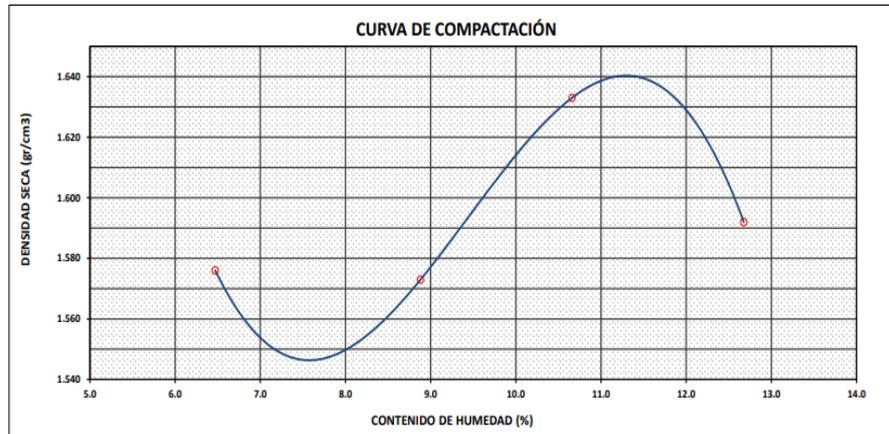
		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023					
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol	PROGRESIVA : 2 + 500	AASHTO : A-3 (0)					
	Bach. Vera Caiju, Stefany	PROF : 1.90 m	SUCS : SP					
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 719135.50 E					
DESCRIPCIÓN :	C - 06 + 7% PET	+ PET	9107664.51 N					
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN :	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA :	25							
NUMERO DE CAPAS :	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5799	5802	5899	5889				
PESO DE MOLDE (gr)	4192	4140	4142	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1607	1662	1757	1749				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.711	1.769	1.870	1.862				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.604	1.635	1.694	1.651				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	47.33	54.61	69.59	67.46	46.26	53.35	53.79	53.93
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	45.18	51.73	66.57	64.57	42.92	49.25	49.20	48.90
PESO DE LA TARA (gr)	10.53	11.08	29.39	29.87	10.52	10.28	11.51	11.12
PESO DE AGUA (gr)	2.15	2.88	3.02	2.89	3.34	4.10	4.59	5.03
PESO DE SUELO SECO (gr)	34.65	40.65	37.18	34.70	32.40	38.97	37.69	37.78
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.20	7.08	8.12	8.33	10.31	10.52	12.18	13.31
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.64		8.23		10.41		12.75	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.699		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.03			



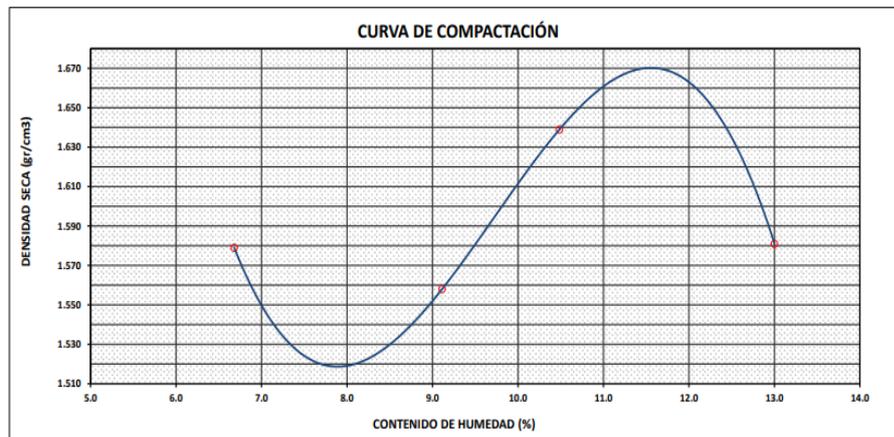
		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023					
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindasol Bach. Vera Caiju, Stefany	PROGRESIVA : 3 + 000 PROF : 1.80 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP					
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 719673.67 E 9107760.70 N					
DESCRIPCIÓN	C - 07							
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5760	5786	5865	5851				
PESO DE MOLDE (gr)	4129	4129	4140	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1631	1657	1725	1711				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.736	1.764	1.836	1.821				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.623	1.632	1.654	1.619				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	47.49	44.31	46.96	50.91	50.28	47.22	49.92	55.73
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	45.32	42.27	44.53	48.08	46.67	43.93	45.99	51.04
PESO DE LA TARA (gr)	13.55	13.85	13.85	13.55	13.75	14.21	14.21	13.75
PESO DE AGUA (gr)	2.17	2.04	2.43	2.83	3.61	3.29	3.93	4.69
PESO DE SUELO SECO (gr)	31.77	28.42	30.68	34.53	32.92	29.72	31.78	37.29
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.83	7.18	7.92	8.20	10.97	11.07	12.37	12.58
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.00		8.06		11.02		12.47	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.656		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.53			



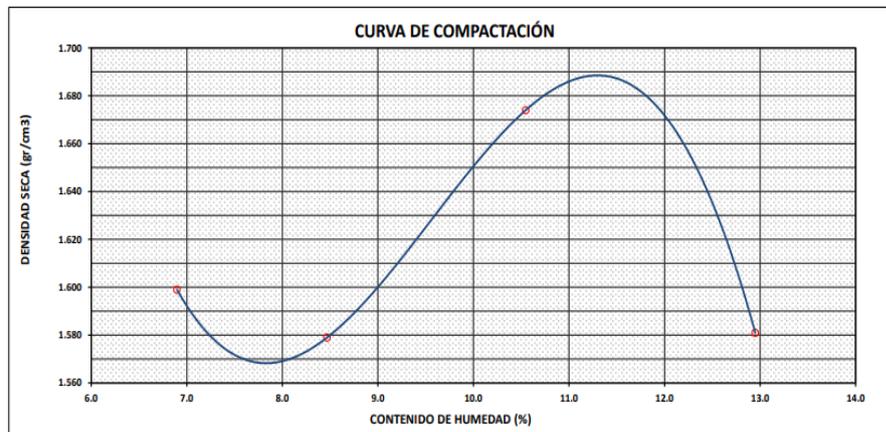
		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA	: Mayo, 2023					
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindasol	PROGRESIVA	: 3 + 000					
	: Bach. Vera Caiju, Stefany	PROF	: 1.80 m					
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL	: Suelo natural					
DESCRIPCIÓN	: C - 07 + 1% PET		+ PET					
		COORDENADAS	: 719673.67 E 9107760.70 N					
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25							
NUMERO DE CAPAS	: 5							
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5718	5749	5827	5880				
PESO DE MOLDE (gr)	4142	4140	4129	4195				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1576	1609	1698	1685				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.678	1.713	1.808	1.794				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.576	1.573	1.633	1.592				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	46.81	57.88	59.58	48.63	54.44	51.77	47.51	49.92
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	44.62	54.96	55.65	45.51	50.31	47.62	43.44	45.57
PESO DE LA TARA (gr)	10.50	10.21	11.11	10.61	10.22	9.95	11.00	11.60
PESO DE AGUA (gr)	2.19	2.92	3.93	3.12	4.13	4.15	4.07	4.35
PESO DE SUELO SECO (gr)	34.12	44.75	44.54	34.90	40.09	37.67	32.44	33.97
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.42	6.53	8.82	8.94	10.30	11.02	12.55	12.81
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.47		8.88		10.66		12.68	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.640							11.27
			ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					



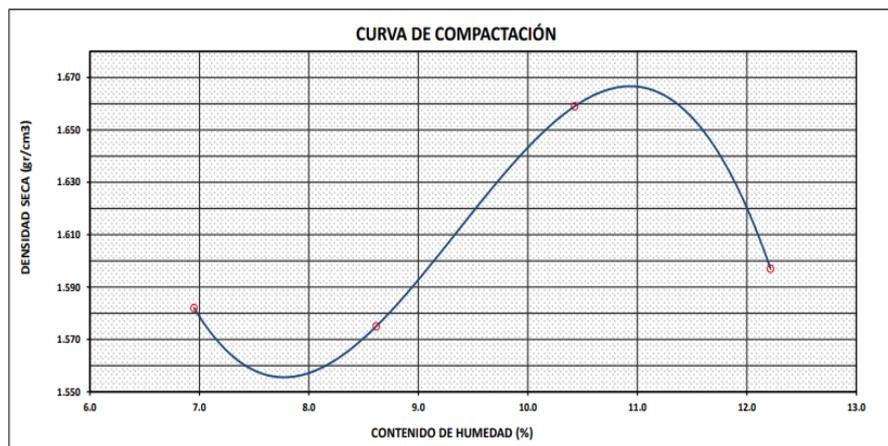
		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023					
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindasol	PROGRESIVA : 3 + 000	AASHTO : A-3 (0)					
	Bach. Vera Caiyu, Stefany	PROF : 1.80 m	SUCS : SP					
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 719673.67 E					
DESCRIPCIÓN :	C - 07 + 2.5% PET	+ PET	9107760.70 N					
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN :	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA :	25							
NUMERO DE CAPAS :	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5717	5739	5830	5873				
PESO DE MOLDE (gr)	4135	4142	4129	4195				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1582	1597	1701	1678				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.684	1.700	1.811	1.786				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.579	1.558	1.639	1.581				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	48.55	49.50	49.76	62.29	51.95	43.26	47.55	51.95
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	46.26	47.01	46.49	57.94	48.18	40.10	43.31	47.10
PESO DE LA TARA (gr)	10.55	11.17	10.49	10.35	10.56	11.24	10.30	10.24
PESO DE AGUA (gr)	2.29	2.49	3.27	4.35	3.77	3.16	4.24	4.85
PESO DE SUELO SECO (gr)	35.71	35.84	36.00	47.59	37.62	28.86	33.01	36.86
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.41	6.95	9.08	9.14	10.02	10.95	12.84	13.16
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.68		9.11		10.49		13.00	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.670		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.57			



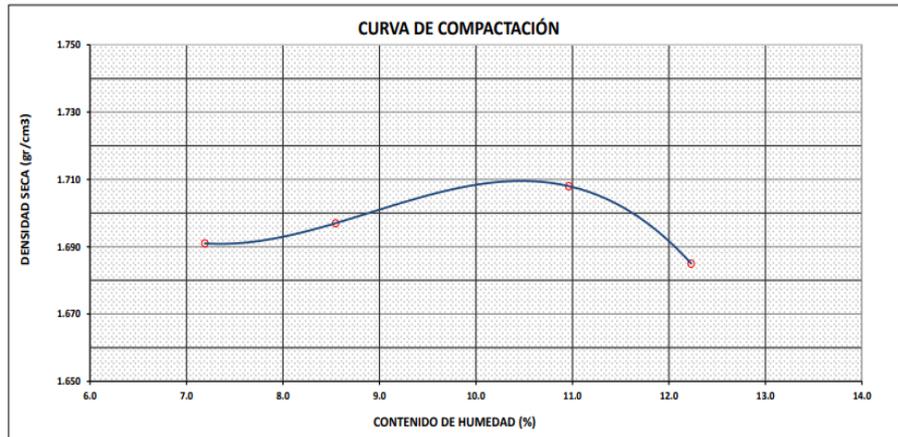
		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023					
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : 3 + 000 PROF : 1.80 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP					
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 719673.67 E 9107760.70 N					
DESCRIPCIÓN	C - 07 + 5% PET	+ PET						
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5735	5751	5867	5818				
PESO DE MOLDE (gr)	4129	4142	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1606	1609	1738	1678				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.710	1.713	1.850	1.786				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.599	1.579	1.674	1.581				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	44.83	51.26	82.00	71.50	51.60	60.38	53.13	45.57
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	42.95	49.74	77.87	68.19	47.88	55.49	48.46	41.50
PESO DE LA TARA (gr)	13.83	29.03	28.91	29.26	11.55	10.44	11.00	11.20
PESO DE AGUA (gr)	1.88	1.52	4.13	3.31	3.72	4.89	4.67	4.07
PESO DE SUELO SECO (gr)	29.12	20.71	48.96	38.93	36.33	45.05	37.46	30.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.46	7.34	8.44	8.50	10.24	10.85	12.47	13.43
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.90		8.47		10.55		12.95	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.688		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.32			



		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA	: Mayo, 2023					
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: 3 + 000					
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF	: 1.80 m					
DESCRIPCIÓN	: C - 07 + 7% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET					
		AASHTO	: A-3 (0)					
		SUCS	: SP					
		COORDENADAS	: 719673.67 E 9107760.70 N					
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25							
NUMERO DE CAPAS	: 5							
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5783	5801	5850	5824				
PESO DE MOLDE (gr)	4194	4194	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1589	1607	1721	1684				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.692	1.711	1.832	1.793				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.582	1.575	1.659	1.597				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	44.23	54.15	52.85	53.23	69.54	76.55	63.88	71.11
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	42.09	51.32	49.76	50.10	65.83	71.90	60.20	66.35
PESO DE LA TARA (gr)	10.92	11.10	13.89	13.77	29.57	28.12	28.75	28.96
PESO DE AGUA (gr)	2.14	2.83	3.09	3.13	3.71	4.65	3.68	4.76
PESO DE SUELO SECO (gr)	31.17	40.22	35.87	36.33	36.26	43.78	31.45	37.39
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.87	7.04	8.61	8.62	10.23	10.62	11.70	12.73
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.95		8.61		10.43		12.22	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.667		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.92			



		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Mayo, 2023					
SOLICITANTES	Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caiju, Stefany	PROGRESIVA : 3 + 700 PROF : 2.20 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP					
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		MATERIAL : Suelo natural					
DESCRIPCIÓN	C - 08		COORDENADAS : 720301.93 E 9107858.63 N					
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5843	5859	5909	5916				
PESO DE MOLDE (gr)	4140	4129	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1703	1730	1780	1776				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.813	1.842	1.895	1.891				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.691	1.697	1.708	1.685				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	55.14	51.79	41.81	57.66	53.96	56.08	49.75	55.57
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	52.41	49.23	39.73	54.06	51.49	53.40	47.25	52.62
PESO DE LA TARA (gr)	14.16	13.89	14.27	13.71	28.58	29.35	26.43	28.93
PESO DE AGUA (gr)	2.73	2.56	2.08	3.60	2.47	2.68	2.50	2.95
PESO DE SUELO SECO (gr)	38.25	35.34	25.46	40.35	22.91	24.05	20.82	23.69
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.14	7.24	8.17	8.92	10.78	11.14	12.01	12.45
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.19		8.55		10.96		12.23	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.710		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.45			





LABORATORIO DE SUELOS

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECIKLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA	: Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caiju, Stefany	PROGRESIVA	: 3 + 700
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF	: 2.20 m
DESCRIPCIÓN	: C - 08 + 1% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	: 720301.93 E 9107858.63 N

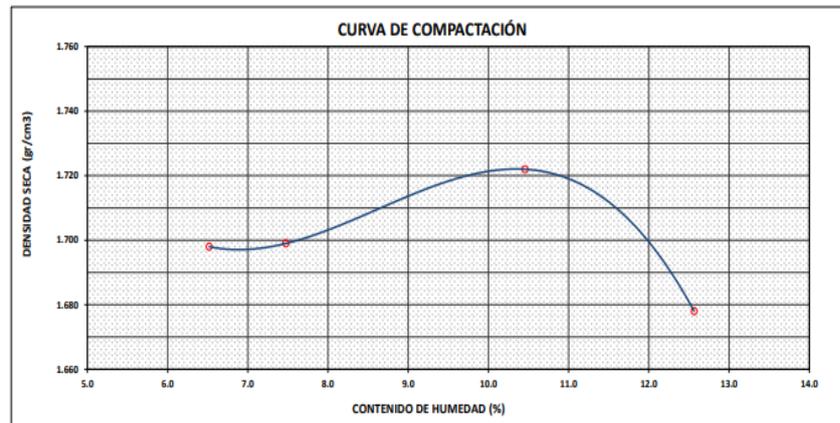
COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25
NUMERO DE CAPAS	: 5

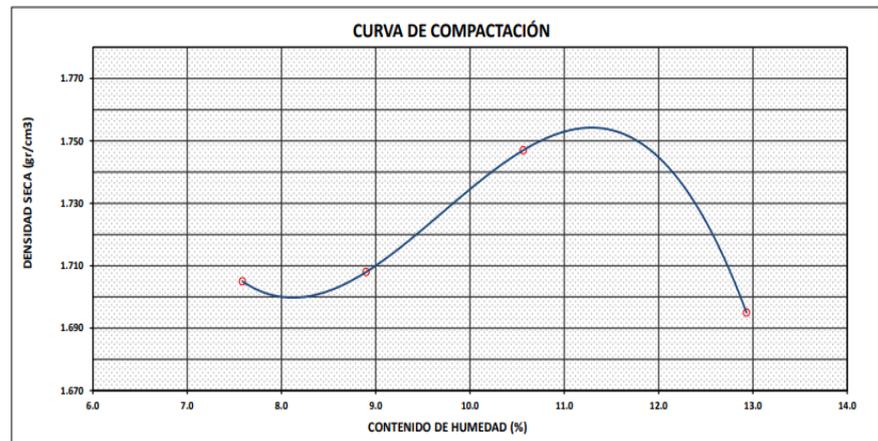
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5839	5844	5916	5914
PESO DE MOLDE (gr)	4140	4129	4129	4140
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1699	1715	1787	1774
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.809	1.826	1.902	1.888
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.698	1.699	1.722	1.678

CONTENIDO DE HUMEDAD

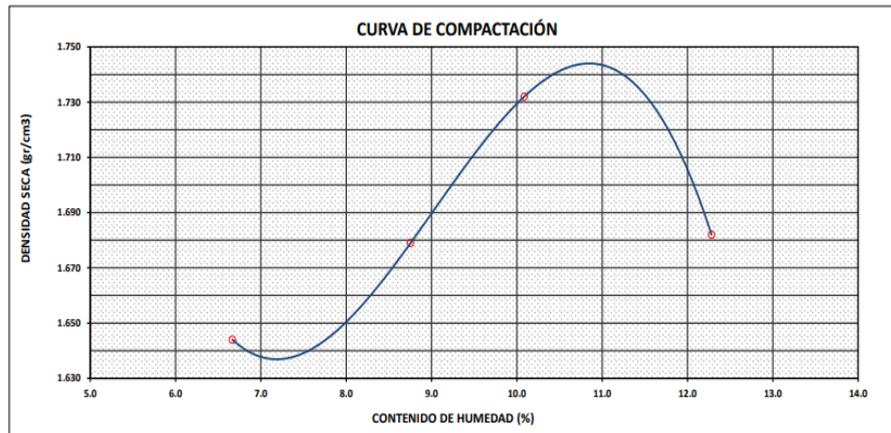
NÚMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	54.23	56.05	64.50	54.45	57.09	54.71	62.87	63.39
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	52.70	54.34	62.20	52.60	54.59	52.07	59.25	59.45
PESO DE LA TARA (gr)	28.42	28.95	29.23	29.40	29.61	27.86	29.97	28.59
PESO DE AGUA (gr)	1.53	1.71	2.30	1.85	2.50	2.64	3.62	3.94
PESO DE SUELO SECO (gr)	24.28	25.39	32.97	23.20	24.98	24.21	29.28	30.86
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.30	6.73	6.98	7.97	10.01	10.90	12.36	12.77
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.52		7.48		10.46		12.57	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.722		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.35			



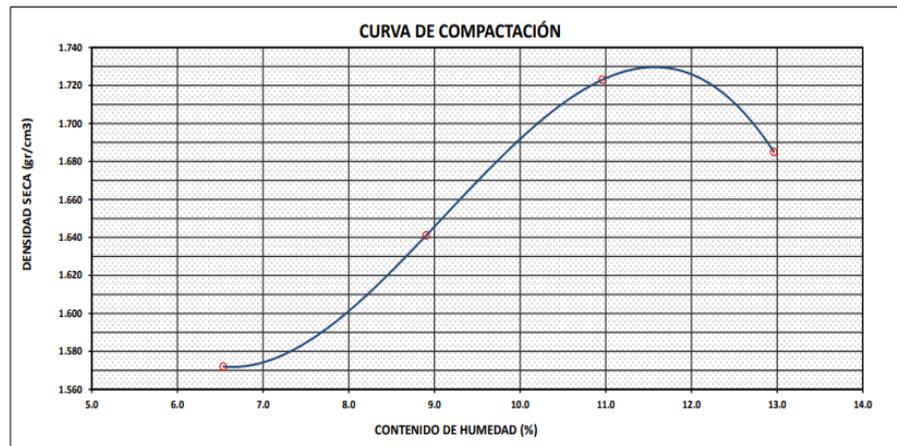
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE SUELOS						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				FECHA	: Junio, 2023		
SOLICITANTES	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caiyu, Stefany		PROGRESIVA	: 3 + 700	AASHTO	: A-3 (0)		
UBICACIÓN	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad		PROF	: 2.20 m	SUCS	: SP		
DESCRIPCIÓN	C - 08 + 2.5% PET		MATERIAL	: Suelo natural + PET	COORDENADAS	: 720301.93 E 9107858.63 N		
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25							
NUMERO DE CAPAS	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5852	5876	5943	5938				
PESO DE MOLDE (gr)	4129	4129	4129	4140				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1723	1747	1814	1798				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.834	1.860	1.931	1.914				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.705	1.708	1.747	1.695				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	52.26	54.69	54.57	70.98	52.20	57.66	64.98	64.87
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	50.74	52.91	52.36	67.57	50.00	54.65	61.05	60.64
PESO DE LA TARA (gr)	29.64	30.57	27.11	29.87	28.11	27.48	29.98	28.63
PESO DE AGUA (gr)	1.52	1.78	2.21	3.41	2.20	3.01	3.93	4.23
PESO DE SUELO SECO (gr)	21.10	22.34	25.25	37.70	21.89	27.17	31.07	32.01
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.20	7.97	8.75	9.05	10.05	11.08	12.65	13.21
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.59	8.90	10.56	12.93				
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.754	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.27				



		LABORATORIO DE SUELOS		
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)				
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA	: Junio, 2023	
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: 3 + 700	
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF	: 2.20 m	
DESCRIPCIÓN	: C - 08 + 5% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET	
		AASHTO	: A-3 (0)	
		SUCS	: SP	
		COORDENADAS	: 720301.93 E 9107858.63 N	
COMPACTACIÓN				
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25			
NUMERO DE CAPAS	: 5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5841	5909	5920	5916
PESO DE MOLDE (gr)	4194	4194	4129	4142
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1647	1715	1791	1774
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.753	1.826	1.907	1.888
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.644	1.679	1.732	1.682
CONTENIDO DE HUMEDAD				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	30.53	30.63	55.83	42.37
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	29.31	29.31	52.21	39.81
PESO DE LA TARA (gr)	10.26	10.26	9.96	11.18
PESO DE AGUA (gr)	1.22	1.32	3.62	2.56
PESO DE SUELO SECO (gr)	19.05	19.05	42.25	28.63
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.40	6.93	8.57	8.94
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.67	8.75	10.09	12.28
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.744	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.83



		LABORATORIO DE SUELOS						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO - (NTP 339.141 - MTC E 115 - ASTM 1557)								
TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA : Junio, 2023					
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsol	PROGRESIVA : 3 + 700	AASHTO : A-3 (0)					
	Bach. Vera Caipu, Stefany	PROF : 2.20 m	SUCS : SP					
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS : 720301.93 E					
DESCRIPCIÓN :	C - 08 + 7% PET	+ PET	9107858.63 N					
COMPACTACIÓN								
MÉTODO DE COMPACTACIÓN :	"A"							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA :	25							
NUMERO DE CAPAS :	5							
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
% DE AGUA AGREGADA	7%	9%	11%	13%				
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5767	5814	5925	5930				
PESO DE MOLDE (gr)	4194	4135	4129	4142				
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1573	1679	1796	1788				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	939	939	939	939				
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.674	1.787	1.912	1.903				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.572	1.641	1.723	1.685				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4				
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	77.94	66.83	57.95	74.41	41.00	40.95	39.60	41.69
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	75.06	64.40	55.60	70.54	38.28	37.85	36.33	38.15
PESO DE LA TARA (gr)	29.19	28.63	28.73	27.82	11.78	11.26	10.98	10.97
PESO DE AGUA (gr)	2.88	2.43	2.35	3.87	2.72	3.10	3.27	3.54
PESO DE SUELO SECO (gr)	45.87	35.77	26.87	42.72	26.50	26.59	25.35	27.18
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.28	6.79	8.75	9.06	10.26	11.66	12.90	13.02
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.54		8.90		10.96		12.96	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.730		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.57			



ANEXO N° 10

Ensayo de Índice de Soporte de

California - CBR

(NTP 339.145 - MTC E 132 – ASTM T 193)



**LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA :	KM 0 + 000
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF. :	3.00 m
DESCRIPCIÓN :	C 01	MATERIAL :	Suelo natural
		AASHTO :	A-3 (0)
		SUCS :	SP
		COORDENADAS	716642 m E 9107201 m S

COMPACTACION C B R

MOLDE	1	2	3
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7
Diametro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (cm)	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5
N°Golp x Capa	12	25	56

Cond. Muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Húm. + Molde	10883.00	11322.00	10923.00	11210.00	10996.00	11135.00
Peso Molde (gr)	7203.00	7203.00	7209.00	7209.00	7139.00	7139.00
Peso Húmedo (gr)	3680.00	4119.00	3714.00	4001.00	3857.00	3996.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.75	1.96	1.77	1.90	1.84	1.90

CONTENIDO DE HUMEDAD

P.Húmedo + Tara	41.51	53.62	82.35	46.68	45.91	55.44	45.38	43.61	70.24
Peso Seco + Tara	38.84	49.56	71.33	43.79	43.01	50.11	42.42	40.84	64.88
Peso Agua (gr)	2.67	4.06	11.02	2.89	2.90	5.33	2.96	2.77	5.36
Peso Tara (gr)	12.08	9.95	10.50	11.59	10.18	11.85	10.20	10.88	11.30
P. Muestra Seca	26.76	39.61	60.83	32.20	32.83	38.26	32.22	29.96	53.58
Cont. Humedad	9.98%	10.25%	18.12%	8.98%	8.83%	13.93%	9.19%	9.25%	10.00%
Cont.Hum.Prom.	10.11%	18.12%	8.90%	13.93%	9.22%	10.00%			
DENSIDAD SECA	1.590	1.660	1.623	1.671	1.681	1.729			
	1.611	1.659576281	1.622973302	1.671248504	1.651453425	1.71058093			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES			
	(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)

NO EXPANSIVO

ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES				
	(mm)	(pulg)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	32.69	10.92	55.50	18.53	74.83	24.99	74.83	24.99	24.99	24.99
1.27	0.050	72.57	24.23	126.14	42.12	161.95	54.07	161.95	54.07	54.07	54.07
1.91	0.075	107.34	35.84	185.12	61.81	217.44	72.60	217.44	72.60	72.60	72.60
2.54	0.100	162.91	54.40	51.00	240.26	80.22	77.01	321.37	107.30	99.27	99.27
3.81	0.150	208.55	69.63	295.14	98.55	389.79	130.15	389.79	130.15	130.15	130.15
5.08	0.200	252.64	84.36	80.43	368.47	123.03	118.34	478.28	159.70	156.93	156.93
7.62	0.300	279.16	93.21	398.32	133.00	560.33	187.09	560.33	187.09	187.09	187.09
10.16	0.400	291.85	97.45	446.67	149.14	609.65	203.56	609.65	203.56	203.56	203.56
12.70	0.500	307.21	102.58	481.09	160.64	673.97	225.04	673.97	225.04	225.04	225.04

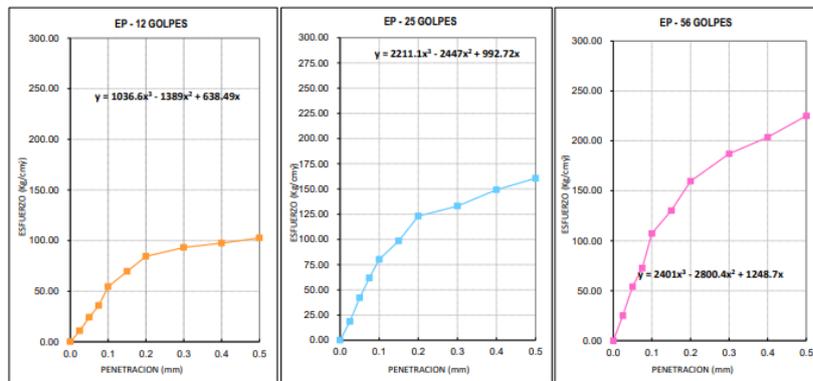


LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindsay Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: 0 + 000
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 3.00 m
DESCRIPCIÓN	: C 01	MATERIAL	: Suelo natural
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	716642 m E 9107201 m S

GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)

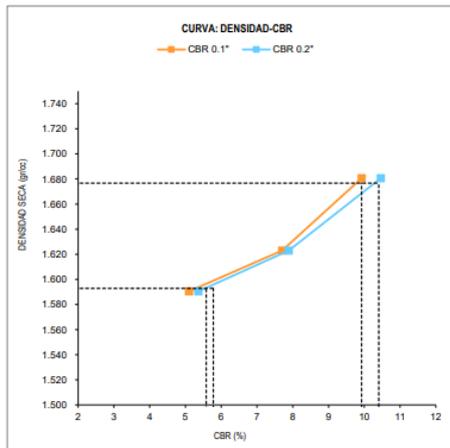


Valores corregidos 12 G	
0.10 =	50.996
0.20 =	80.431

Valores corregidos 25 G	
0.10 =	77.013
0.20 =	118.335

Valores corregidos 56 G	
0.10 =	99.267
0.20 =	156.932

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR	
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.677 g/cm ³
95% (M.D.S.)	1.593 g/cm ³
OCH:	9.58 %

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1% (%)	CBR 0.2% (%)
12 GOLPES	1.590	5.10	5.36
25 GOLPES	1.623	7.70	7.89
56 GOLPES	1.681	9.93	10.46

Resultados de CBR (0.1%)	
CBR al 100% de la M.D.S.:	9.92
CBR al 95% de la M.D.S.:	5.58

Resultados de CBR (0.2%)	
CBR al 100% de la M.D.S.:	10.40
CBR al 95% de la M.D.S.:	5.78



**LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindasol Bach. Vera Caiyu, Stefany	PROGRESIVA	: KM 0 + 000
		PROF.	: 3.00 m
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL	: Suelo natural + PET
DESCRIPCIÓN	: C 01 + 1% PET	COORDENADAS	716642 m E 9107201 m S

COMPACTACION C B R

CONDICIÓN DE MUESTRA:	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Húm.+ Molde	10892.00	11242.00	10908.00	11256.00	10987.00	11270.00
Peso Molde (gr)	7153.00	7153.00	7130.00	7130.00	7091.00	7091.00
Peso Húmedo (gr)	3739.00	4089.00	3778.00	4126.00	3896.00	4179.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H. (gr/cc)	1.78	1.95	1.80	1.96	1.85	1.99

CONTENIDO DE HUMEDAD

P. Húmedo + Tara	46.74	45.16	65.17	59.68	63.91	74.78	48.29	51.09	96.60
Peso Seco + Tara	43.21	41.90	55.12	55.34	58.99	63.51	44.95	47.56	85.65
Peso Agua (gr)	3.53	3.26	10.05	4.34	4.92	11.27	3.34	3.53	10.95
Peso Tara (gr)	10.93	11.07	10.56	11.11	10.52	10.59	10.47	10.02	29.20
P. Muestra Seca	32.28	30.83	44.56	44.23	48.47	52.92	34.48	37.54	56.45
Cont. Humedad	10.94%	10.57%	22.55%	9.81%	10.15%	21.30%	9.69%	9.40%	19.40%
Cont.Hum.Prom.	10.75%	22.55%	9.98%	21.30%	9.55%	19.40%			

DENSIDAD SECA	1.607	1.588	1.635	1.619	1.693	1.666
----------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° X - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
(Hs)	(Días)	LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN	
		DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)

NO EXPANSIVO

ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01 - 12 GOLPES POR CAPA			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES POR CAPA			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES POR CAPA		
(mm)	(pulg)	CARGA (Lb)	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	55.91	18.67		74.87	25.00		99.21	33.13	
1.27	0.050	97.43	32.53		113.05	37.75		145.49	48.58	
1.91	0.075	127.54	42.59		177.11	59.14		277.24	92.57	
2.54	0.100	189.83	63.38	61.83	248.15	82.86	80.09	354.98	118.53	112.99
3.81	0.150	257.26	85.90		322.90	107.82		460.74	153.84	
5.08	0.200	296.80	99.10	97.31	379.57	126.74	126.44	527.88	176.26	175.59
7.62	0.300	342.62	114.40		434.03	144.92		595.21	198.74	
10.16	0.400	361.87	120.83		499.57	166.81		652.36	217.82	
12.70	0.500	390.00	130.22		521.34	174.07		670.89	224.01	

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caiyu, Stefany	PROGRESIVA	: 0 + 000
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 3.00 m
DESCRIPCIÓN	: C 01 + 1% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	716642 m E 9107201 m S

GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)

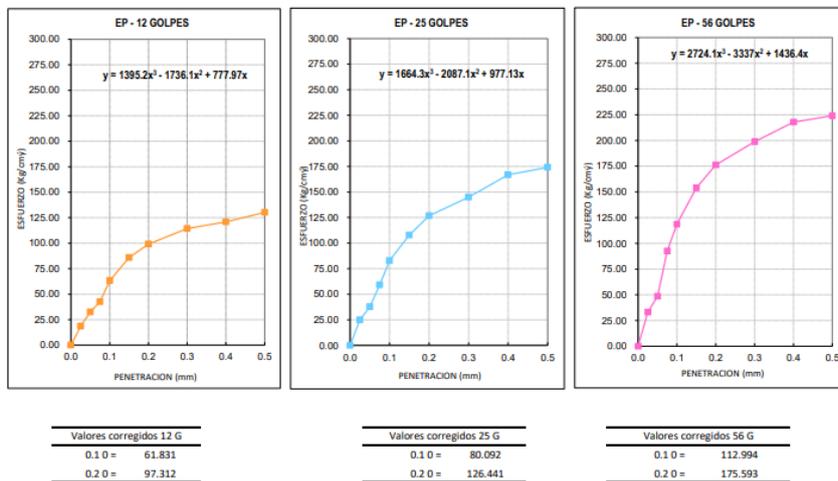
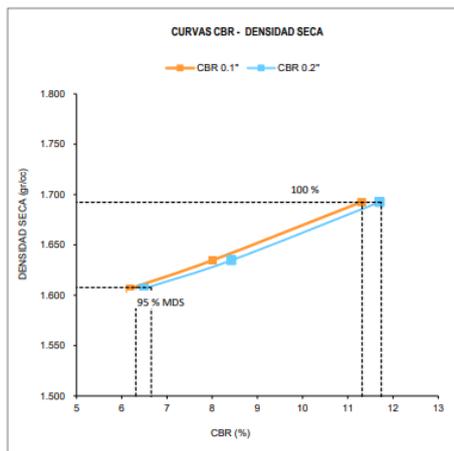


GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR		
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.692	g/cm ³
95% (M.D.S.)	1.608	g/cm ³
OCH:	10.50	%

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1% (%)	CBR 0.2% (%)
12 GOLPES	1.607	6.18	6.49
25 GOLPES	1.635	8.01	8.43
56 GOLPES	1.693	11.30	11.71

Resultados de CBR (0.1%)	
CBR al 100% de la M.D.S.:	11.32
CBR al 95% de la M.D.S.:	6.31

Resultados de CBR (0.2%)	
CBR al 100% de la M.D.S.:	11.74
CBR al 95% de la M.D.S.:	6.65



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsal Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : KM 0 + 000 PROF. : 3.00 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP	
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural + PET	COORDENADAS	716642 m E 9107201 m S
DESCRIPCIÓN :	C 01 + 2.5% PET			

COMPACTACION C B R

MOLDE	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7
Diametro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (cm)	6.12	6.12	6.12	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5	5	5	5
N°Golp x Capa	12	25	25	56	56	56
P. Húm.+ Molde	10912.00	11273.00	10977.00	11168.00	11087.00	11338.00
Peso Molde (gr)	7200.00	7200.00	7172.00	7172.00	7149.00	7149.00
Peso Húmedo (gr)	3712.00	4073.00	3805.00	3996.00	3938.00	4189.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.77	1.94	1.81	1.90	1.87	1.99

CONTENIDO DE HUMEDAD

Cond. Muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
	LECTURA	EXPANSIÓN	LECTURA	EXPANSIÓN	LECTURA	EXPANSIÓN	LECTURA	EXPANSIÓN	LECTURA	EXPANSIÓN	LECTURA	EXPANSIÓN
P.Húmedo + Tara	43.76	42.98	64.17	45.07	48.87	63.10	50.87	47.39	74.53			
Peso Seco + Tara	40.61	39.87	55.12	41.84	45.29	53.55	47.24	44.00	65.31			
Peso Agua (gr)	3.15	3.11	9.05	3.23	3.58	9.55	3.63	3.39	9.22			
Peso Tara (gr)	11.51	10.17	10.56	10.26	10.50	11.12	11.55	10.60	11.12			
P. Muestra Seca	29.10	29.70	44.56	31.58	34.79	42.43	35.69	33.40	54.19			
Cont. Humedad	10.82%	10.47%	20.31%	10.23%	10.29%	22.51%	10.17%	10.15%	17.01%			
Cont.Hum.Prom.	10.65%		20.31%	10.26%		22.51%	10.16%		17.01%			
DENSIDAD SECA	1.597		1.611	1.642		1.552	1.701		1.704			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO	MOLDE N° X - 12 GOLPES				MOLDE N° 02 - 25 GOLPES				MOLDE N° 03 - 56 GOLPES					
	(Hs)	(Días)	LECTURA	EXPANSIÓN	LECTURA	EXPANSIÓN	LECTURA	EXPANSIÓN	LECTURA	EXPANSIÓN	LECTURA	EXPANSIÓN		
			DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)

NO EXPANSIVO

ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01 - 12 GOLPES POR CAPA			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES POR CAPA			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES POR CAPA		
(mm)	(pulg)	CARGA (Lb)	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	64.50	21.54		76.42	25.52		103.02	34.40	
1.27	0.050	150.57	50.28		181.40	60.57		217.11	72.49	
1.91	0.075	265.06	88.50		302.89	101.13		354.57	118.39	
2.54	0.100	311.12	103.88	103.75	371.96	124.20	119.00	424.08	141.60	138.20
3.81	0.150	430.32	143.68		455.21	151.99		519.57	173.48	
5.08	0.200	472.82	157.87	159.24	568.82	189.93	183.58	656.55	219.22	211.86
7.62	0.300	538.15	179.69		621.84	207.63		720.80	240.67	
10.16	0.400	588.95	196.65		692.96	231.38		779.82	260.38	
12.70	0.500	625.63	208.90		743.07	248.11		838.16	279.86	

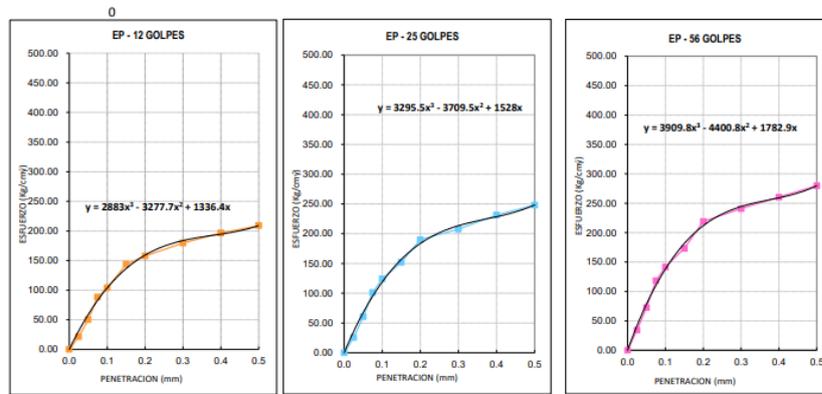


LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	: Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindsay Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: 0 + 000
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 3.00 m
DESCRIPCIÓN	: C.01 + 2.5% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	: 716642 m E 9107201 m S

GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)

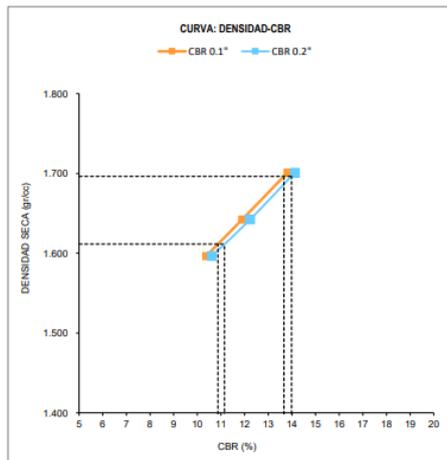


Valores corregidos 12 G	
0.1 0 =	103.746
0.2 0 =	159.236

Valores corregidos 25 G	
0.1 0 =	119.001
0.2 0 =	183.584

Valores corregidos 56 G	
0.1 0 =	138.200
0.2 0 =	211.858

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR		
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.696	g/cm ²
95% (M.D.S.)	1.611	g/cm ³
OCH:	11.11	%

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12 GOLPES	1.597	10.37	10.62
25 GOLPES	1.642	11.90	12.24
56 GOLPES	1.701	13.82	14.12

Resultados de CBR (0.1")	
CBR al 100% de la M.D.S.:	13.66
CBR al 95% de la M.D.S.:	10.87

Resultados de CBR (0.2")	
CBR al 100% de la M.D.S.:	13.98
CBR al 95% de la M.D.S.:	11.15



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindsol Bach. Vera Caiju, Stefany	PROGRESIVA : KM 0 + 000 PROF. : 3.00 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural + PET	COORDENADAS : 716642 m E 9107201 m S
DESCRIPCIÓN	: C 01 + 5% PET		

COMPACTACION C B R

MOLDE	1	2	3
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7
Diámetro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (cm)	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5
N°Golp x Capa	12	25	56

Cond. Muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Húm. + Molde	10875.00	11191.00	10973.00	11212.00	11118.00	11336.00
Peso Molde (gr)	7201.00	7201.00	7202.00	7202.00	7174.00	7174.00
Peso Húmedo (gr)	3674.00	3990.00	3771.00	4010.00	3944.00	4162.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.75	1.90	1.79	1.91	1.88	1.98

Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P.Húmedo + Tara	65.69	62.65	64.70	40.01	38.24	56.50	54.02	45.18	68.59
Peso Seco + Tara	60.37	57.64	55.50	37.30	35.89	49.04	49.93	42.00	61.22
Peso Agua (gr)	5.32	5.01	9.20	2.71	2.35	7.46	4.09	3.18	7.37
Peso Tara (gr)	11.25	10.34	11.56	11.05	11.89	10.90	10.63	11.22	28.39
P. Muestra Seca	49.12	47.30	43.94	26.25	24.00	38.14	39.30	30.78	32.83
Cont. Humedad	10.83%	10.59%	20.94%	10.32%	9.79%	19.56%	10.41%	10.33%	22.45%
Cont.Hum.Prom.	10.71%	20.94%	10.06%	19.56%	10.37%	22.45%			
DENSIDAD SECA	1.579	1.570	1.631	1.596	1.701	1.618			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO (Hs) (Días)	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)

NO EXPANSIVO

ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
		CARGA (Lb)	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	75.46	25.20		94.50	31.55		129.12	43.11	
1.27	0.050	203.66	68.00		244.00	81.47		336.48	112.35	
1.91	0.075	339.55	113.38		408.09	136.26		510.42	170.43	
2.54	0.100	477.57	159.46	150.82	545.18	182.03	176.94	674.89	225.34	217.31
3.81	0.150	624.16	208.41		734.85	245.37		886.47	295.99	
5.08	0.200	782.66	261.33	252.10	919.28	306.95	294.41	1062.34	354.71	351.95
7.62	0.300	946.63	316.08		1080.51	360.78		1287.88	430.02	
10.16	0.400	1020.28	340.67		1175.32	392.44		1405.95	469.44	
12.70	0.500	1114.28	372.06		1236.11	412.73		1543.27	515.30	

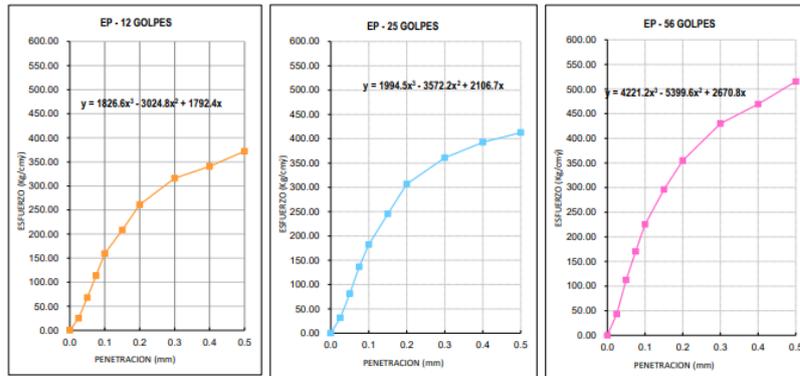


LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: 0 + 000
		PROF.	: 3.00 m
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL	: Suelo natural + PET
DESCRIPCIÓN	: C 01 + 5% PET	COORDENADAS	: 716642 m E 9107201 m S
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP

GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)



Valores corregidos 12 G

0.1 0 =	150.819
0.2 0 =	252.101

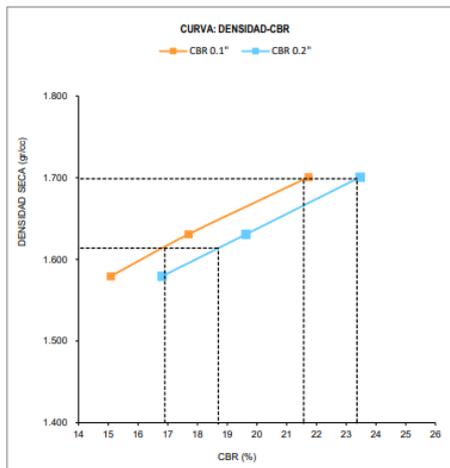
Valores corregidos 25 G

0.1 0 =	176.943
0.2 0 =	294.408

Valores corregidos 56 G

0.1 0 =	217.305
0.2 0 =	351.946

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR

MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.699	g/cm ²
95% (M.D.S.):	1.614	g/cm ³
OCH :	10.70	%

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12 GOLPES	1.579	15.08	16.61
25 GOLPES	1.631	17.69	19.63
56 GOLPES	1.701	21.73	23.46

Resultados de CBR (0.1")

CBR al 100% de la M.D.S. :	21.57
CBR al 95% de la M.D.S. :	16.90

Resultados de CBR (0.2")

CBR al 100% de la M.D.S. :	23.36
CBR al 95% de la M.D.S. :	18.70



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: KM 0 + 000
		PROF.	: 3.00 m
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL	: Suelo natural + PET
DESCRIPCIÓN	: C 01 + 7% PET	COORDENADAS	716642 m E 9107201 m S
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP

COMPACTACION C B R

MOLDE	1	2	3
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7
Diametro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (cm)	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5
N°Golp x Capa	12	25	56

Cond. Muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Húm.+ Molde	10814.00	11113.00	10883.00	11200.00	11013.00	11157.00
Peso Molde (gr)	7154.00	7154.00	7151.00	7151.00	7091.00	7091.00
Peso Húmedo (gr)	3660.00	3959.00	3732.00	4049.00	3922.00	4066.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.74	1.88	1.78	1.93	1.87	1.94

CONTENIDO DE HUMEDAD

P.Húmedo + Tara	90.39	82.44	56.50	77.88	76.80	58.30	70.55	65.28	86.10
Peso Seco + Tara	84.58	77.31	48.78	73.04	72.23	50.61	66.52	61.89	76.83
Peso Agua (gr)	5.81	5.13	7.72	4.84	4.57	7.69	4.03	3.39	9.27
Peso Tara (gr)	29.87	28.90	10.20	28.38	24.36	10.90	27.34	29.20	26.30
P. Muestra Seca	54.71	48.41	38.58	44.66	47.87	39.71	39.18	32.69	50.53
Cont. Humedad	10.62%	10.60%	20.01%	10.84%	9.55%	19.37%	10.29%	10.37%	18.35%
Cont.Hum.Prom.	10.61%	20.01%	10.19%	19.37%	10.33%	18.35%			
DENSIDAD SECA	1.575	1.570	1.612	1.614	1.692	1.635			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)

NO EXPANSIVO

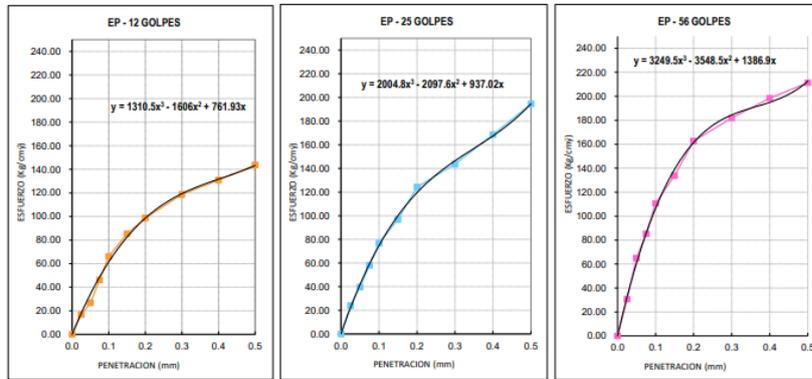
ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
(mm)	(pulg)	CARGA (lb)	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	50.30	16.80		71.69	23.94		91.93	30.70	
1.27	0.050	80.29	26.81		118.84	39.68		194.60	64.98	
1.91	0.075	138.44	46.22		173.89	58.06		255.21	85.21	
2.54	0.100	198.20	66.18	61.44	230.02	76.80	74.73	331.10	110.55	106.46
3.81	0.150	255.50	85.31		290.22	96.90		401.01	133.90	
5.08	0.200	295.82	98.77	98.63	371.99	124.21	119.54	486.94	162.59	161.44
7.62	0.300	355.22	118.61		430.42	143.72		544.33	181.75	
10.16	0.400	391.99	130.88		504.50	168.45		594.33	198.45	
12.70	0.500	430.58	143.77		582.80	194.60		632.89	211.32	

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco Garcia, Lindsay Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : 0 + 000 PROF. : 3.00 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural + PET	COORDENADAS 716642 m E 9107201 m S
DESCRIPCIÓN :	C 01 + 7% PET		

GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)

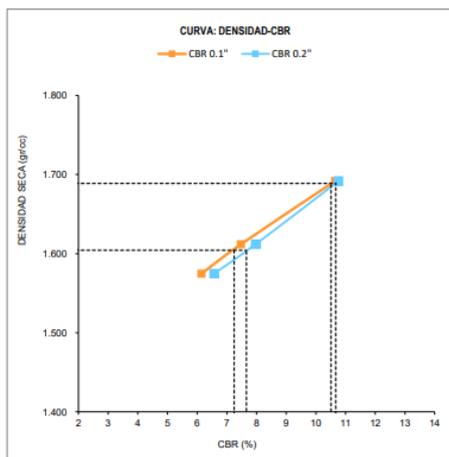


Valores corregidos 12 G	
0.10 =	61.444
0.20 =	98.630

Valores corregidos 25 G	
0.10 =	74.731
0.20 =	119.538

Valores corregidos 56 G	
0.10 =	106.455
0.20 =	161.436

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR		
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.689	g/cm ²
95% (M.D.S.)	1.604	g/cm ³
OCH :	11.23	%

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1% (%)	CBR 0.2% (%)
12 GOLPES	1.575	6.14	6.58
25 GOLPES	1.612	7.47	7.97
56 GOLPES	1.692	10.65	10.76

Resultados de CBR (0.1%)	
CBR al 100% de la M.D.S. :	10.51
CBR al 95% de la M.D.S. :	7.24

Resultados de CBR (0.2%)	
CBR al 100% de la M.D.S. :	10.67
CBR al 95% de la M.D.S. :	7.66



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : KM 1 + 500 PROF. : 3.00 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS 718149.73 E 9107485.85 S
DESCRIPCIÓN :	C 04		

COMPACTACION C B R

	1	2	3
MOLDE			
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7
Diámetro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (cm)	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5
N°Golp x Capa	12	25	56

Cond. Muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Húm.+ Molde	10880.00	11290.00	10929.00	11311.00	11053.00	11290.00
Peso Molde (gr)	7200.00	7200.00	7139.00	7139.00	7154.00	7154.00
Peso Húmedo (gr)	3680.00	4090.00	3790.00	4172.00	3899.00	4136.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.75	1.95	1.80	1.99	1.86	1.97

CONTENIDO DE HUMEDAD

P. Húmedo + Tara	49.97	49.30	101.93	48.02	41.47	77.22	69.09	61.36	85.13
Peso Seco + Tara	46.34	45.94	89.23	44.70	38.78	67.15	65.51	56.81	75.34
Peso Agua (gr)	3.63	3.36	12.70	3.32	2.69	10.07	3.58	4.55	9.79
Peso Tara (gr)	10.24	10.50	26.53	11.12	10.98	11.15	28.83	9.44	10.78
P. Muestra Seca	36.10	35.44	62.70	33.58	27.80	56.00	36.68	47.37	64.56
Cont. Humedad	10.06%	9.48%	20.26%	9.89%	9.68%	17.98%	9.76%	9.61%	15.16%
Cont.Hum.Prom.	9.77%	20.26%	9.78%	17.98%	9.68%	15.16%			
DENSIDAD SECA	1.595	1.619	1.643	1.683	1.692	1.709			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES			
	(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)

NO EXPANSIVO

ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES				
	(mm)	(pulg)	CARGA (Lb)	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00			0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	47.57	15.88			63.10	21.07		93.68	31.28	
1.27	0.050	89.91	30.02			110.69	36.96		137.31	45.85	
1.91	0.075	155.23	51.83			186.53	62.28		195.31	65.21	
2.54	0.100	185.73	62.01	58.99		224.39	74.92	71.48	256.75	85.73	85.32
3.81	0.150	218.06	72.81			270.37	90.28		319.81	106.78	
5.08	0.200	286.14	95.54	94.73		338.02	112.86	112.75	411.14	137.28	129.51
7.62	0.300	348.15	116.25			398.62	133.10		472.64	157.81	
10.16	0.400	363.21	121.28			446.91	149.22		573.03	191.33	
12.70	0.500	384.63	128.43			479.06	159.96		678.30	226.48	

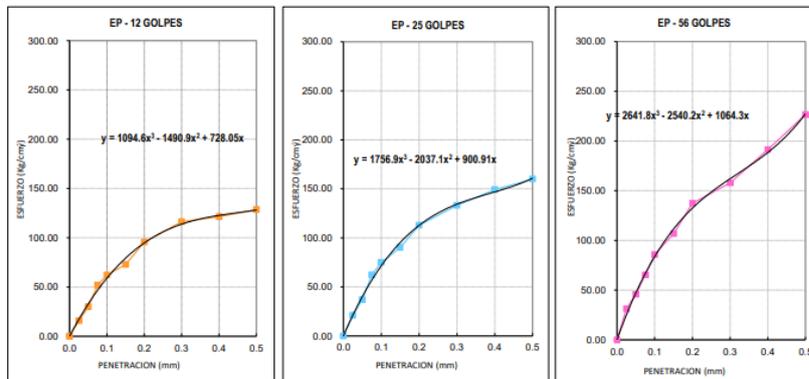


LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: KM 1 + 500
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 2.20 m
DESCRIPCIÓN	: C 04	MATERIAL	: Suelo natural
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	718149.73 E 9107485.85 S

GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)

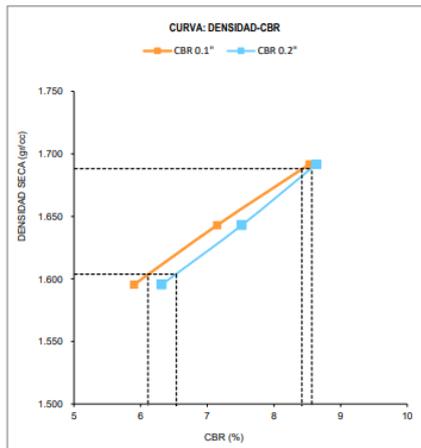


Valores corregidos 12 G	
0.1 0 =	58.991
0.2 0 =	94.731

Valores corregidos 25 G	
0.1 0 =	71.476
0.2 0 =	112.751

Valores corregidos 56 G	
0.1 0 =	85.318
0.2 0 =	129.509

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR	
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.688 g/cm ²
95% (M.D.S.)	1.604 g/cm ³
OCH :	10.03 %

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12 GOLPES	1.595	5.90	6.32
25 GOLPES	1.643	7.15	7.52
56 GOLPES	1.692	8.53	8.63

Resultados de CBR (0.1")	
CBR al 100% de la M.D.S. :	8.42
CBR al 95% de la M.D.S. :	6.11

Resultados de CBR (0.2")	
CBR al 100% de la M.D.S. :	8.57
CBR al 95% de la M.D.S. :	6.54



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : KM 1 + 500 PROF. : 2.20 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP	
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural + PET	COORDENADAS	718149.73 E 9107485.85 S
DESCRIPCIÓN :	C 04 + 1% PET			

COMPACTACION C B R

MOLDE	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7
Dímetro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (cm)	6.12	6.12	6.12	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5	5	5	5
N° Golp x Capa	12	25	56			
P. Húm.+ Molde	10772.00	11203.00	10884.00	11214.00	10882.00	11112.00
Peso Molde (gr)	7129.00	7129.00	7176.00	7176.00	7033.00	7033.00
Peso Húmido (gr)	3643.00	4074.00	3708.00	4038.00	3849.00	4079.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.73	1.94	1.76	1.92	1.83	1.94

CONTENIDO DE HUMEDAD

Cond. Muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
	LECTURA	HINCHAMIENTO	LECTURA	HINCHAMIENTO	LECTURA	HINCHAMIENTO	LECTURA	HINCHAMIENTO	
P. Húmido + Tara	60.98	52.86	52.95	44.15	47.01	74.89	50.17	52.85	68.04
Peso Seco + Tara	56.44	48.96	46.00	41.40	43.66	64.81	46.75	49.22	59.54
Peso Agua (gr)	4.54	3.90	6.95	2.75	3.35	10.08	3.42	3.63	8.50
Peso Tara (gr)	10.47	10.70	11.20	10.88	9.98	11.00	10.49	11.24	11.41
P. Muestra Seca	45.97	38.26	34.80	30.52	33.68	53.81	36.26	37.98	48.13
Cont. Humedad	9.88%	10.19%	19.97%	9.01%	9.95%	18.73%	9.43%	9.56%	17.66%
Cont. Hum. Prom.	10.03%	19.97%	9.48%	18.73%	9.49%	17.66%			
DENSIDAD SECA	1.576	1.616	1.612	1.618	1.673	1.650			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES			
	(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)

NO EXPANSIVO

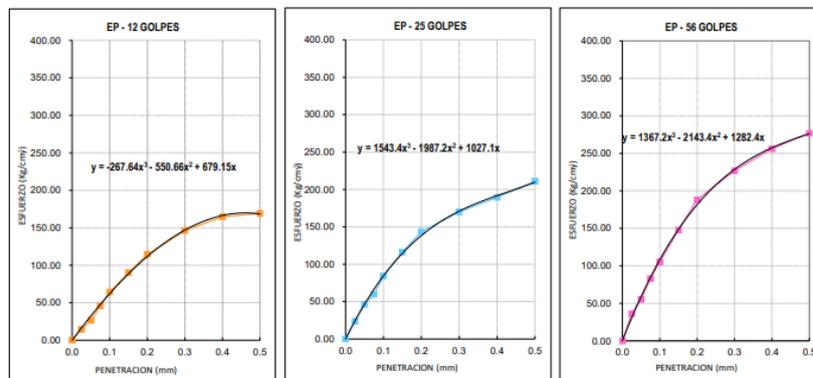
ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
		CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	43.50	14.52		71.59	23.90		108.36	36.18	
1.27	0.050	79.54	26.56		138.27	46.17		165.64	55.31	
1.91	0.075	137.52	45.92		179.08	59.79		248.64	83.02	
2.54	0.100	192.34	64.22	62.14	252.20	84.21	84.38	315.86	105.47	108.17
3.81	0.150	269.83	90.10		347.97	116.19		442.44	147.73	
5.08	0.200	343.06	114.55	111.66	429.80	143.51	138.28	563.61	188.19	181.68
7.62	0.300	438.02	146.25		508.75	169.87		679.73	226.96	
10.16	0.400	492.72	164.52		566.87	189.28		767.29	256.20	
12.70	0.500	507.20	169.35		631.31	210.79		829.42	276.94	

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindsay Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: KM 1 + 500
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 2.20 m
DESCRIPCIÓN	: C 04 + 1% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	718149.73 E 9107485.85 S

GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN (C.B.R.)

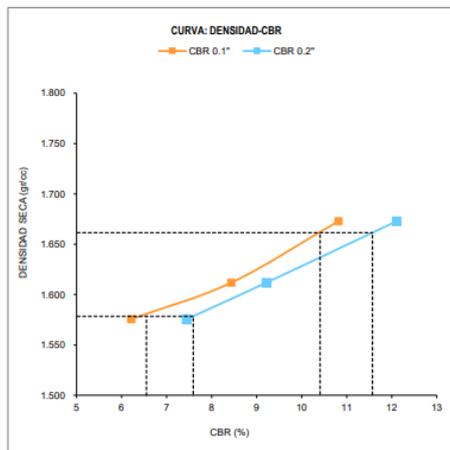


Valores corregidos 12 G	
0.10 =	62.141
0.20 =	111.662

Valores corregidos 25 G	
0.10 =	84.381
0.20 =	138.279

Valores corregidos 56 G	
0.10 =	108.173
0.20 =	181.682

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR		
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.661	g/cm ²
95% (M.D.S.)	1.578	g/cm ³
OCH:	10.53	%

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12 GOLPES	1.576	6.21	7.44
25 GOLPES	1.612	8.44	9.22
56 GOLPES	1.673	10.82	12.11

Resultados de CBR (0.1")	
CBR al 100% de la M.D.S.:	10.41
CBR al 95% de la M.D.S.:	6.55

Resultados de CBR (0.2")	
CBR al 100% de la M.D.S.:	11.57
CBR al 95% de la M.D.S.:	7.59



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"			FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : KM 1 + 500 PROF. : 2.20 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP		
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural + PET	COORDENADAS	718149.73 E 9107485.85 S	
DESCRIPCIÓN :	C 04 + 2.5% PET				

COMPACTACION C B R

MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (cm)	17.7		17.7		17.7	
Diametro Molde (cm)	15.2		15.2		15.2	
Altura disco Espaciador (cm)	6.12		6.12		6.12	
N° Capas	5		5		5	
N°Golp x Capa	12		25		56	
Cond. Muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Húm.+ Molde	10657.00	11036.00	10862.00	11173.00	10943.00	11145.00
Peso Molde (gr)	7032.00	7032.00	7091.00	7091.00	7033.00	7033.00
Peso Húmido (gr)	3625.00	4004.00	3771.00	4082.00	3910.00	4112.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.73	1.91	1.79	1.94	1.86	1.96

CONTENIDO DE HUMEDAD

P.Húmido + Tara	51.52	58.65	81.50	35.73	34.99	69.20	42.90	38.22	71.50
Peso Seco + Tara	47.97	54.42	69.70	33.50	32.97	59.90	40.09	35.81	61.70
Peso Agua (gr)	3.55	4.23	11.80	2.23	2.02	9.30	2.81	2.41	9.80
Peso Tara (gr)	10.97	10.84	10.20	9.85	11.81	12.10	10.57	10.30	10.30
P. Muestra Seca	37.00	43.58	59.50	23.65	21.16	47.80	29.52	25.51	51.40
Cont. Humedad	9.59%	9.71%	19.83%	9.43%	9.55%	19.46%	9.52%	9.45%	19.07%
Cont.Hum.Prom.	9.65%	19.83%	9.49%	19.46%	9.48%	19.07%			
DENSIDAD SECA	1.573	1.590	1.639	1.626	1.700	1.644			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)

NO EXPANSIVO

ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
(mm)	(pulg)	CARGA (Lb)	ESFUERZO (Lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	55.17	18.42		87.42	29.19		116.41	38.87	
1.27	0.050	146.45	48.90		186.08	62.13		237.71	79.37	
1.91	0.075	203.68	68.01		267.34	89.26		324.58	108.38	
2.54	0.100	284.64	95.04	91.00	359.54	120.05	115.74	429.87	143.53	140.02
3.81	0.150	377.41	126.02		465.37	155.39		564.04	188.33	
5.08	0.200	452.91	151.22	151.12	561.06	187.34	185.38	647.52	216.20	217.71
7.62	0.300	569.54	190.17		662.00	221.04		755.14	252.14	
10.16	0.400	631.02	210.70		721.79	241.00		827.58	276.33	
12.70	0.500	698.66	233.28		763.34	254.88		885.12	295.54	

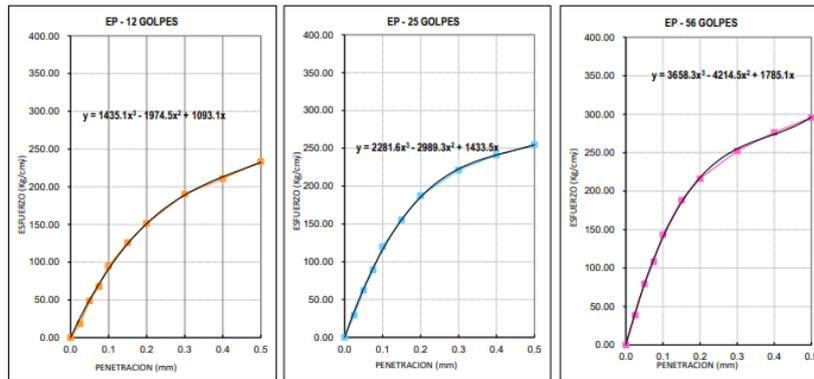


LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TECNOLOGÍA	: ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	: Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindsay Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: KM 1 + 500
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 2.20 m
DESCRIPCIÓN	: C 04 + 2.5% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	: 718149.73 E 9107485.85 S

GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)

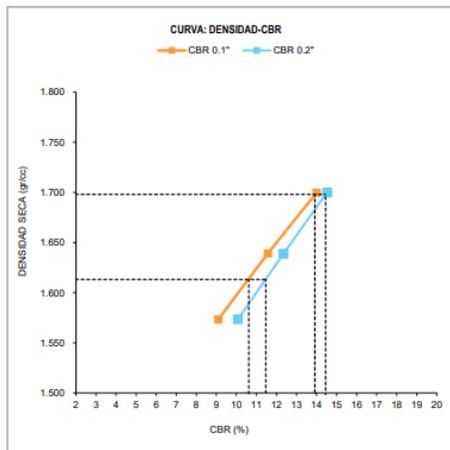


Valores corregidos 12 G	
0.10 =	91.000
0.20 =	151.121

Valores corregidos 25 G	
0.10 =	115.739
0.20 =	185.381

Valores corregidos 56 G	
0.10 =	140.023
0.20 =	217.706

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR	
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.698 g/cm ³
95% (M.D.S.):	1.613 g/cm ³
OCH:	10.30 %

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12 GOLPES	1.573	9.10	10.07
25 GOLPES	1.639	11.57	12.36
56 GOLPES	1.700	14.00	14.51

Resultados de CBR (0.1")	
CBR al 100% de la M.D.S.:	13.91
CBR al 95% de la M.D.S.:	10.62

Resultados de CBR (0.2")	
CBR al 100% de la M.D.S.:	14.45
CBR al 95% de la M.D.S.:	11.47



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA :	KM 1 + 500
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF. :	2.20 m
DESCRIPCIÓN :	C 04 + 5% PET	MATERIAL :	Suelo natural + PET
		AASHTO :	A-3 (0)
		SUCS :	SP
		COORDENADAS	718149.73 E 9107485.85 S

COMPACTACION C B R

	1	2	3
MOLDE			
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7
Diametro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (cm)	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5
N°Golp x Capa	12	25	56

Cond. Muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Húm.+ Molde	10907.00	11245.00	10859.00	11117.00	11088.00	11279.00
Peso Molde (gr)	7200.00	7200.00	7090.00	7090.00	7138.00	7138.00
Peso Húmedo (gr)	3707.00	4045.00	3769.00	4027.00	3950.00	4141.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.76	1.93	1.79	1.92	1.88	1.97

CONTENIDO DE HUMEDAD

P.Húmedo + Tara	76.46	58.11	64.85	100.15	105.89	71.23	98.53	85.05	80.98
Peso Seco + Tara	69.76	53.49	56.77	92.76	97.85	64.38	90.90	79.23	72.57
Peso Agua (gr)	6.70	4.62	8.08	7.39	8.04	6.85	7.63	5.82	8.41
Peso Tara (gr)	10.97	10.90	14.40	14.22	13.93	26.46	14.18	13.75	29.55
P. Muestra Seca	58.79	42.59	42.37	78.54	83.92	37.92	76.72	65.48	43.02
Cont. Humedad	11.40%	10.85%	19.07%	9.41%	9.58%	18.06%	9.95%	8.89%	19.55%
Cont.Hum.Prom.	11.12%	19.07%	9.49%	18.06%	9.42%	19.55%			
DENSIDAD SECA	1.588	1.617	1.638	1.623	1.718	1.648			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES			
	(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)

NO EXPANSIVO

ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
(mm)	(pulg)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	86.69	28.95		103.68	34.62		138.43	46.22	
1.27	0.050	263.45	87.96		273.18	91.21		304.12	101.55	
1.91	0.075	378.88	126.51		435.34	145.36		486.69	162.50	
2.54	0.100	469.99	156.93	161.28	538.99	179.97	179.76	652.37	217.83	206.94
3.81	0.150	676.19	225.78		742.64	247.97		841.33	280.92	
5.08	0.200	801.71	267.69	260.54	876.94	292.81	288.66	1013.83	338.52	335.88
7.62	0.300	918.99	306.85		1032.31	344.69		1223.27	408.45	
10.16	0.400	1003.66	335.12		1118.82	373.57		1332.03	444.76	
12.70	0.500	1027.84	343.20		1191.84	397.95		1429.71	477.38	

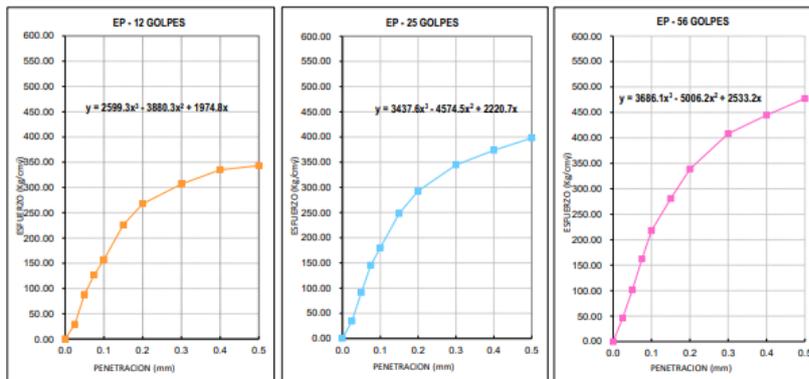


**LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	: Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindsay Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: KM 1 + 500
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 2.20 m
DESCRIPCIÓN	: C 04 + 5% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	: 718149.73 E 9107485.85 S

**GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)**

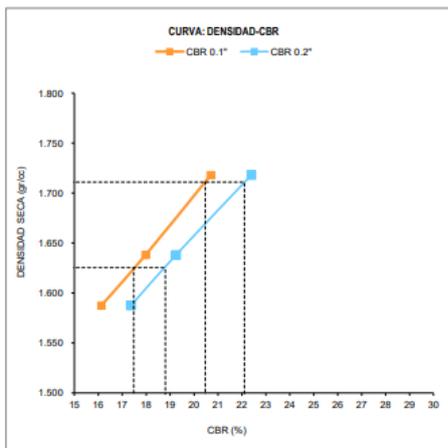


Valores corregidos 12 G	
0.10 =	161.276
0.20 =	260.542

Valores corregidos 25 G	
0.10 =	179.763
0.20 =	288.661

Valores corregidos 56 G	
0.10 =	206.944
0.20 =	335.881

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR	
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.711 g/cm ²
95% (M.D.S.)	1.625 g/cm ³
OCH:	10.97 %

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1% (%)	CBR 0.2% (%)
12 GOLPES	1.588	16.13	17.37
25 GOLPES	1.638	17.98	19.24
56 GOLPES	1.718	20.69	22.39

Resultados de CBR (0.1%)	
CBR al 100% de la M.D.S.:	20.47
CBR al 95% de la M.D.S.:	17.48

Resultados de CBR (0.2%)	
CBR al 100% de la M.D.S.:	22.10
CBR al 95% de la M.D.S.:	18.80



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : KM 1 + 500 PROF. : 2.20 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP	
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural + PET	COORDENADAS	718149.73 E 9107485.85 S
DESCRIPCIÓN :	C 04 + 7% PET			

COMPACTACION C B R

	1	2	3
MOLDE	1	2	3
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7
Diámetro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (cm)	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5
N°Golp x Capa	12	25	56

Cond. Muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Húm.+ Molde	10759.00	11138.00	10920.00	11163.00	10985.00	11239.00
Peso Molde (gr)	7175.00	7175.00	7173.00	7173.00	7033.00	7033.00
Peso Húmedo (gr)	3584.00	3963.00	3747.00	3990.00	3952.00	4206.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.71	1.89	1.78	1.90	1.88	2.00

CONTENIDO DE HUMEDAD

P.Húmedo + Tara	85.00	95.78	71.92	86.43	90.72	82.53	87.52	63.96	67.48
Peso Seco + Tara	78.36	87.81	62.18	79.55	83.32	71.97	80.51	59.33	58.40
Peso Agua (gr)	6.64	7.97	9.74	6.88	7.40	10.56	7.01	4.63	9.08
Peso Tara (gr)	13.88	14.58	14.27	13.58	14.25	13.97	13.89	13.74	11.63
P. Muestra Seca	64.48	73.23	47.91	65.97	69.07	58.00	66.62	45.59	46.77
Cont. Humedad	10.30%	10.88%	20.33%	10.43%	10.71%	18.21%	10.52%	10.16%	19.41%
Cont.Hum.Prom.	10.59%	20.33%	10.57%	18.21%	10.34%	19.41%			
DENSIDAD SECA	1.542	1.567	1.613	1.606	1.705	1.676			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES				MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
	(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm) (%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm) (%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm) (%)		

NO EXPANSIVO

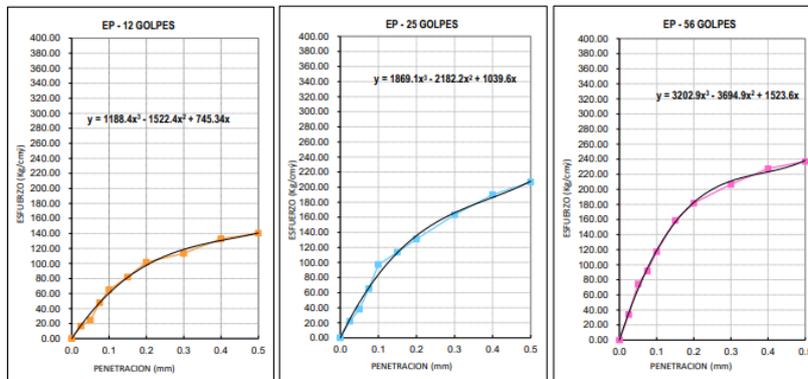
ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
		CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	49.74	16.61		65.83	21.98		101.83	34.00	
1.27	0.050	73.96	24.69		113.36	37.85		223.36	74.58	
1.91	0.075	143.23	47.82		195.87	65.40		275.17	91.88	
2.54	0.100	194.72	65.02	60.50	291.29	97.26	84.01	351.04	117.21	118.61
3.81	0.150	245.52	81.98		339.79	113.46		475.79	158.87	
5.08	0.200	304.30	101.61	97.68	392.61	131.09	135.59	544.17	181.70	182.55
7.62	0.300	339.65	113.41		489.03	163.29		619.03	206.69	
10.16	0.400	398.05	132.91		569.14	190.04		682.14	227.77	
12.70	0.500	420.19	140.30		619.14	206.73		710.00	237.07	

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: KM 1 + 500
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 2.20 m
DESCRIPCIÓN	: C.04+ 7% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET
		AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	718149.73 E 9107485.85 S

GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)

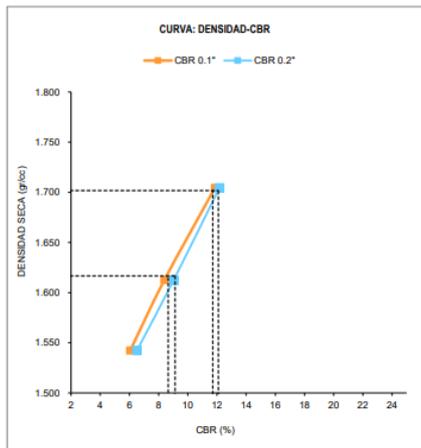


Valores corregidos 12 G	
0.10 =	60.498
0.20 =	97.679

Valores corregidos 25 G	
0.10 =	84.007
0.20 =	135.585

Valores corregidos 56 G	
0.10 =	118.614
0.20 =	182.547

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR	
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.702 g/cm ²
95% (M.D.S.)	1.617 g/cm ³
OCH :	10.07 %

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12 GOLPES	1.542	6.05	6.51
25 GOLPES	1.613	8.40	9.04
56 GOLPES	1.705	11.86	12.17

Resultados de CBR (0.1")	
CBR al 100% de la M.D.S. :	11.71
CBR al 95% de la M.D.S. :	8.66

Resultados de CBR (0.2")	
CBR al 100% de la M.D.S. :	12.09
CBR al 95% de la M.D.S. :	9.13



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : KM 3 + 700 PROF. : 2.20 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural	COORDENADAS 720301.93 E 9107858.63 S
DESCRIPCIÓN :	C 08		

COMPACTACION C B R

	1	2	3
MOLDE			
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7
Díametro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (cm)	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5
N° Golp x Capa	12	25	56

Cond. Muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Húm.+ Molde	10783.00	11202.00	10959.00	11268.00	11053.00	11320.00
Peso Molde (gr)	7130.00	7130.00	7155.00	7155.00	7130.00	7130.00
Peso Húmido (gr)	3653.00	4072.00	3804.00	4113.00	3923.00	4190.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.74	1.94	1.81	1.96	1.87	1.99

CONTENIDO DE HUMEDAD

P. Húmido + Tara	45.61	41.47	66.94	42.93	37.83	55.91	42.75	42.74	70.99
Peso Seco + Tara	42.62	38.87	56.78	40.32	35.36	47.76	40.07	40.26	60.27
Peso Agua (gr)	2.99	2.60	10.16	2.61	2.47	8.15	2.68	2.48	10.72
Peso Tara (gr)	10.09	10.21	11.04	11.18	10.21	11.06	9.92	10.96	10.69
P. Muestra Seca	32.53	28.66	45.74	29.14	25.15	36.70	30.15	29.30	49.58
Cont. Humedad	9.19%	9.07%	22.21%	8.96%	9.82%	22.21%	8.89%	8.46%	21.62%
Cont.Hum.Prom.	9.13%	22.21%	9.39%	22.21%	8.68%	21.62%			
DENSIDAD SECA	1.593	1.586	1.655	1.602	1.718	1.640			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO (Hs) (Días)	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)
0									
24									
48									
72									
96									

NO EXPANSIVO

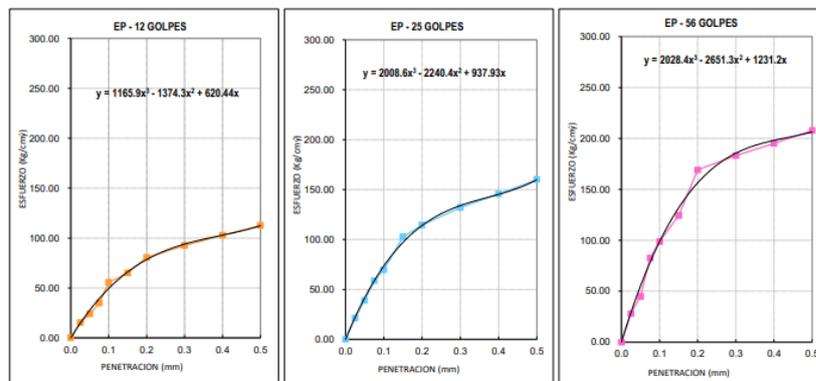
ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION (mm)	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES	MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES					
		CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	45.40	15.16		63.90	21.34		83.99	28.04	
1.27	0.050	71.60	23.91		116.90	39.03		134.74	44.99	
1.91	0.075	104.05	34.74		175.63	58.64		247.52	82.65	
2.54	0.100	166.27	55.52	49.47	208.93	69.76	73.58	295.60	98.70	98.64
3.81	0.150	194.69	65.01		307.56	102.69		372.30	124.31	
5.08	0.200	241.15	80.52	78.44	342.71	114.43	114.78	506.66	169.17	156.42
7.62	0.300	277.09	92.52		395.04	131.90		548.37	183.10	
10.16	0.400	308.08	102.87		436.11	145.62		584.11	195.03	
12.70	0.500	337.09	112.55		479.37	160.06		622.33	207.79	

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023	
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindsay Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: KM 3 + 700	AASHTO	: A-3 (0)
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 2.20 m	SUCS	: SP
DESCRIPCIÓN	: C 08	MATERIAL	: Suelo natural	COORDENADAS	720301.93 E 9107858.63 S

GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)

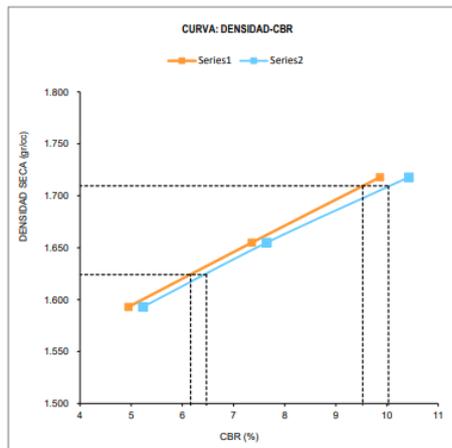


Valores corregidos 12 G	
0.1 0 =	49.467
0.2 0 =	78.443

Valores corregidos 25 G	
0.1 0 =	73.583
0.2 0 =	114.779

Valores corregidos 56 G	
0.1 0 =	98.635
0.2 0 =	156.415

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR		
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.710	g/cm ²
95% (M.D.S.)	1.624	g/cm ³
OCH :	10.45	%

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12 GOLPES	1.593	4.95	5.23
25 GOLPES	1.655	7.36	7.65
56 GOLPES	1.718	9.86	10.43

Resultados de CBR (0.1")	
CBR al 100% de la M.D.S. :	9.53
CBR al 95% de la M.D.S. :	6.16

Resultados de CBR (0.2")	
CBR al 100% de la M.D.S. :	10.03
CBR al 95% de la M.D.S. :	6.47

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : KM 3 + 700 PROF. : 2.20 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP	
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural + PET	COORDENADAS	720301.93 E 9107858.63 S
DESCRIPCIÓN :	C 08 + 1% PET			

COMPACTACION C B R

	1	2	3
MOLDE			
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7
Diametro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (cm)	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5
N°Golp x Capa	12	25	56

Cond. Muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Húm.+ Molde	10990.00	11361.00	11096.00	11377.00	11091.00	11420.00
Peso Molde (gr)	7223.00	7223.00	7222.00	7222.00	7091.00	7091.00
Peso Húmido (gr)	3767.00	4138.00	3874.00	4155.00	4000.00	4329.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.79	1.97	1.84	1.98	1.90	2.06

CONTENIDO DE HUMEDAD

P.Húmido + Tara	63.36	64.27	41.20	71.05	65.82	62.73	61.00	67.86	64.33
Peso Seco + Tara	60.17	61.14	35.92	67.39	62.58	53.93	58.10	64.48	55.86
Peso Agua (gr)	3.19	3.13	5.28	3.66	3.24	8.80	2.90	3.38	8.47
Peso Tara (gr)	28.65	29.99	10.30	30.59	24.67	11.11	28.12	28.86	10.64
P. Muestra Seca	31.52	31.15	25.62	36.80	37.91	42.82	29.98	35.62	45.22
Cont. Humedad	10.12%	10.05%	20.61%	9.95%	8.55%	20.55%	9.67%	9.49%	18.73%
Cont.Hum.Prom.	10.08%	20.61%	9.25%	20.55%	9.58%	18.73%			
DENSIDAD SECA	1.628	1.633	1.688	1.640	1.737	1.735			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO (Hs) (Días)	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)

NO EXPANSIVO

ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
(mm)	(pulg)	CARGA (Lb)	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg ²)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	52.83	17.64		77.83	25.99		117.83	39.34	
1.27	0.050	76.60	25.58		149.19	49.81		165.19	55.16	
1.91	0.075	139.86	46.70		186.25	62.19		256.25	85.56	
2.54	0.100	193.32	64.55	66.18	235.19	78.53	85.99	324.19	108.25	110.42
3.81	0.150	286.43	95.64		345.95	115.51		455.95	152.24	
5.08	0.200	371.32	123.98	115.21	491.25	164.03	150.02	558.25	186.40	184.54
7.62	0.300	443.42	148.06		575.56	192.18		695.00	232.06	
10.16	0.400	469.42	156.74		637.82	212.97		760.82	254.04	
12.70	0.500	498.42	166.42		674.08	225.07		814.08	271.82	

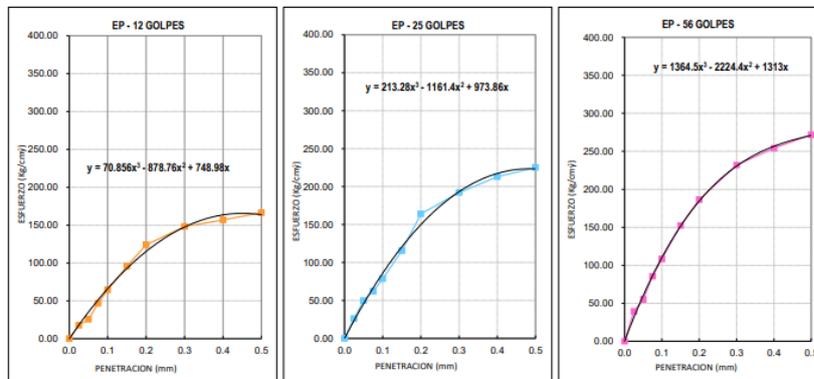


LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsayol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : KM 3 + 700 PROF. : 2.20 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP	
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural + PET	COORDENADAS	720301.93 E 9107858.63 S
DESCRIPCIÓN :	C 08 + 1% PET			

GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)

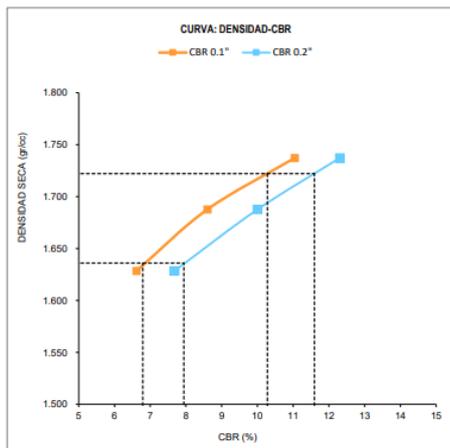


Valores corregidos 12 G	
0.1 0 =	66.181
0.2 0 =	115.212

Valores corregidos 25 G	
0.1 0 =	85.985
0.2 0 =	150.022

Valores corregidos 56 G	
0.1 0 =	110.421
0.2 0 =	184.540

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR	
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.722 g/cm ²
95% (M.D.S.)	1.636 g/cm ³
OCH :	10.35 %

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1% (%)	CBR 0.2% (%)
12 GOLPES	1.628	6.62	7.68
25 GOLPES	1.688	8.60	10.00
56 GOLPES	1.737	11.04	12.30

Resultados de CBR (0.1%)	
CBR al 100% de la M.D.S. :	10.28
CBR al 95% de la M.D.S. :	6.79

Resultados de CBR (0.2%)	
CBR al 100% de la M.D.S. :	11.59
CBR al 95% de la M.D.S. :	7.94



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco García, Lindasol Bach. Vera Caiyu, Stefany	PROGRESIVA	: KM 3 + 700
		PROF.	: 2.20 m
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL	: Suelo natural + PET
DESCRIPCIÓN	: C 08 + 2.5% PET	AASHTO	: A-3 (0)
		SUCS	: SP
		COORDENADAS	720301.93 E 9107858.63 S

COMPACTACION C B R

MOLDE	1	2	3
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7
Diametro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (c)	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5
N°Golp x Capa	12	25	56

Cond. Muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Húm.+ Molde	10840.00	11168.00	11158.00	11448.00	11125.00	11359.00
Peso Molde (gr)	7139.00	7139.00	7203.00	7203.00	7091.00	7091.00
Peso Húmedo (gr)	3701.00	4029.00	3955.00	4245.00	4034.00	4268.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.76	1.92	1.88	2.02	1.92	2.03

CONTENIDO DE HUMEDAD

P.Húmedo + Tara	65.51	58.82	78.52	60.69	64.86	70.55	64.35	63.51	81.33
Peso Seco + Tara	62.25	56.13	68.50	57.68	61.63	61.45	61.21	60.57	70.41
Peso Agua (gr)	3.26	2.69	10.02	3.01	3.23	9.10	3.14	2.94	10.92
Peso Tara (gr)	29.04	28.96	10.90	28.76	27.85	10.40	28.13	28.18	10.20
P. Muestra Seca	33.21	27.17	57.60	28.92	33.78	51.05	33.08	32.39	60.21
Cont. Humedad	9.82%	9.90%	17.40%	10.41%	9.56%	17.83%	9.49%	9.08%	18.14%
Cont.Hum.Prom.	9.86%	17.40%	9.98%	17.83%	9.28%	18.14%			
DENSIDAD SECA	1.603	1.633	1.711	1.715	1.757	1.719			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES			
	(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)

NO EXPANSIVO

ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES				
	(mm)	(pulg)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00			0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	68.34	22.82			75.18	25.10		118.18	39.46	
1.27	0.050	128.46	42.89			180.21	60.17		203.36	67.90	
1.91	0.075	199.54	66.63			281.23	93.90		328.61	109.72	
2.54	0.100	268.79	89.75	88.86	396.48	132.38	122.20	415.85	138.85	133.44	
3.81	0.150	372.04	124.22			487.14	162.65		530.41	177.10	
5.08	0.200	452.51	151.09	147.33	581.01	194.00	190.59	628.40	209.82	212.05	
7.62	0.300	541.99	180.97			659.12	220.08		750.21	250.49	
10.16	0.400	581.93	194.31			702.50	234.56		809.75	270.37	
12.70	0.500	604.92	201.98			743.56	248.27		828.15	276.52	

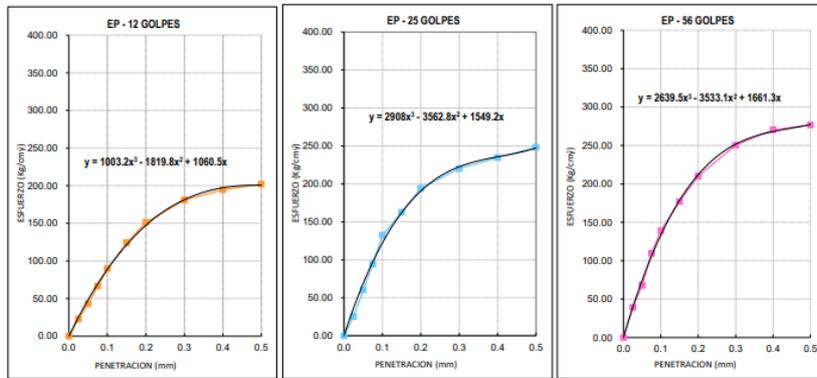


**LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023	
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: KM 3 + 700	AASHTO	: A-3 (0)
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 2.20 m	SUCS	: SP
DESCRIPCIÓN	: C 08 + 2.5% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET	COORDENADAS	720301.93 E 9107858.63 S

**GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)**

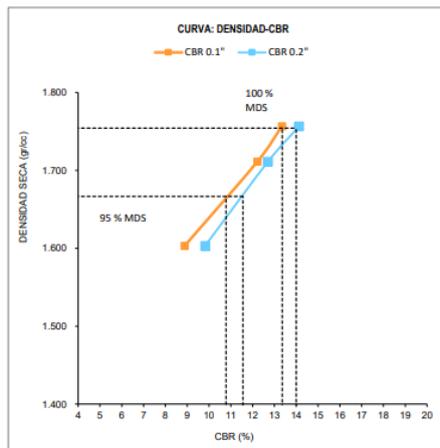


Valores corregidos 12 G	
0.1 0 =	88.855
0.2 0 =	147.334

Valores corregidos 25 G	
0.1 0 =	122.200
0.2 0 =	190.592

Valores corregidos 56 G	
0.1 0 =	133.439
0.2 0 =	212.052

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR

MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.754	g/cm ²
95% (M.D.S.)	1.667	g/cm ³
OCH:	11.27	%

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12 GOLPES	1.603	8.89	9.82
25 GOLPES	1.711	12.22	12.71
56 GOLPES	1.757	13.34	14.14

Resultados de CBR (0.1")

CBR al 100% de la M.D.S.:	13.36
CBR al 95% de la M.D.S.:	10.78

Resultados de CBR (0.2")

CBR al 100% de la M.D.S.:	14.00
CBR al 95% de la M.D.S.:	11.56



LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"			FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : KM 3 + 700 PROF. : 2.20 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP		
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural + PET	COORDENADAS	720301.93 E 9107858.63 S	
DESCRIPCIÓN :	C 08 + 5% PET				

COMPACTACION C B R

MOLDE	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7
Diametro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (cm)	6.12	6.12	6.12	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5	5	5	5
N°Golp x Capa	12		25		56	
P. Húm.+ Molde	10865.00	11338.00	11018.00	11118.00	11135.00	11278.00
Peso Molde (gr)	7147.00	7147.00	7138.00	7138.00	7091.00	7091.00
Peso Húmedo (gr)	3718.00	3971.00	3880.00	4130.00	4044.00	4140.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.77	1.89	1.85	1.97	1.92	1.97

CONTENIDO DE HUMEDAD

P.Húmedo + Tara	60.77	66.07	71.25	65.75	42.02	56.37	47.53	59.05	59.38
Peso Seco + Tara	57.85	62.57	62.65	62.26	39.06	48.94	44.47	54.80	51.76
Peso Agua (gr)	2.92	3.50	8.60	3.49	2.96	7.43	3.06	4.25	7.62
Peso Tara (gr)	29.43	29.01	11.40	27.50	10.86	10.45	13.89	13.76	10.99
P. Muestra Seca	28.42	33.56	51.25	34.76	28.20	38.49	30.58	41.04	40.77
Cont. Humedad	10.27%	10.43%	16.78%	10.04%	10.50%	19.30%	10.01%	10.36%	18.69%
Cont.Hum.Prom.	10.35%		16.78%	10.27%		19.30%	10.18%		18.69%
DENSIDAD SECA	1.603		1.618	1.675		1.647	1.747		1.660

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO (Hs) (Días)	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)

NO EXPANSIVO

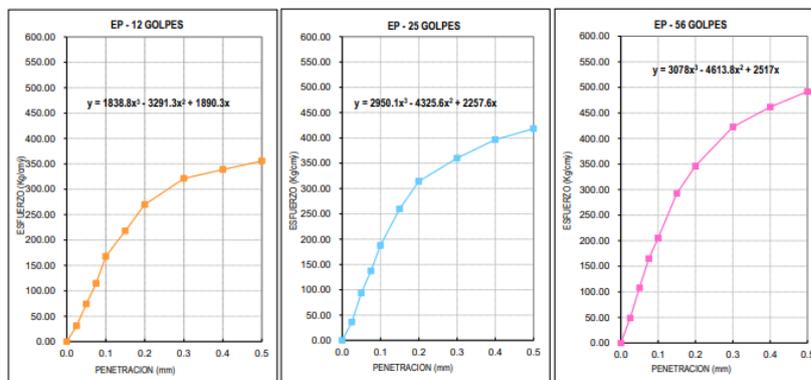
ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
		CARGA (Lb)	ESFUERZO (Lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	92.56	30.91		108.95	36.38		146.82	49.02	
1.27	0.050	221.28	73.88		280.43	93.64		323.66	108.07	
1.91	0.075	343.30	114.63		411.15	137.28		493.56	164.80	
2.54	0.100	502.39	167.75	157.96	562.14	187.70	185.45	613.61	204.88	208.64
3.81	0.150	653.28	218.13		778.33	259.88		875.74	292.41	
5.08	0.200	808.83	270.07	261.12	940.83	314.14	302.10	1036.67	346.14	343.47
7.62	0.300	962.00	321.21		1078.55	360.13		1265.95	422.70	
10.16	0.400	1014.24	338.65		1187.89	396.64		1381.44	461.26	
12.70	0.500	1065.46	355.76		1253.08	418.40		1472.50	491.67	

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESES :	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"	FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES :	Bach. Pacheco García, Lindsal Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA : KM 3 + 700 PROF. : 2.20 m	AASHTO : A-3 (0) SUCS : SP
UBICACIÓN :	Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	MATERIAL : Suelo natural + PET	COORDENADAS 720301.93 E 9107858.63 S
DESCRIPCIÓN :	C 08 + 5% PET		

GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)

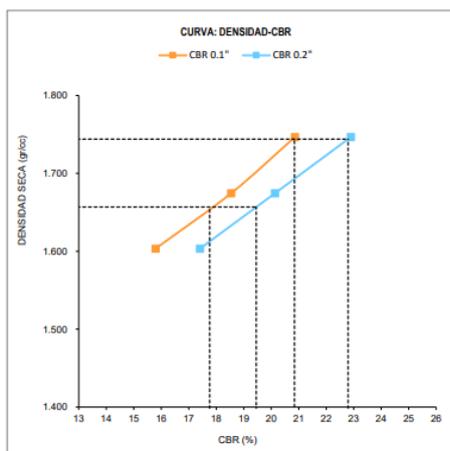


Valores corregidos 12 G	
0.10 =	157.956
0.20 =	261.118

Valores corregidos 25 G	
0.10 =	185.454
0.20 =	302.097

Valores corregidos 56 G	
0.10 =	208.640
0.20 =	343.472

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR	
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.744 g/cm ²
95% (M.D.S.)	1.657 g/cm ³
OCH :	10.83 %

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12 GOLPES	1.603	15.80	17.41
25 GOLPES	1.675	18.55	20.14
56 GOLPES	1.747	20.86	22.90

Resultados de CBR (0.1")	
CBR al 100% de la M.D.S. :	20.85
CBR al 95% de la M.D.S. :	17.76

Resultados de CBR (0.2")	
CBR al 100% de la M.D.S. :	22.80
CBR al 95% de la M.D.S. :	19.46

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS (NTP 339.145 - MTC E 132 - ASTM D1883 - AASHTO T 193)

TESIS	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"			FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023
SOLICITANTES	Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: KM 3 + 700	AASHTO	: A-3 (0)
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 2.20 m	SUCS	: SP
DESCRIPCIÓN	: C 08 + 7% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET	COORDENADAS	720301.93 E 9107858.63 S

COMPACTACION C B R

	1	2	3
MOLDE			
Altura Molde (cm)	17.7	17.7	17.7
Diametro Molde (cm)	15.2	15.2	15.2
Altura disco Espaciador (cm)	6.12	6.12	6.12
N° Capas	5	5	5
N°Golp x Capa	12	25	56

Cond. Muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Húm. + Molde	10712.00	11025.00	10770.00	11069.00	11055.00	11222.00
Peso Molde (gr)	7049.00	7049.00	7033.00	7033.00	7051.00	7051.00
Peso Húmedo (gr)	3663.00	3976.00	3737.00	4036.00	4004.00	4171.00
Vol. Molde (cc)	2101	2101	2101	2101	2101	2101
Densidad H.(gr/cc)	1.74	1.89	1.78	1.92	1.91	1.98

CONTENIDO DE HUMEDAD

P. Húmedo + Tara	77.02	57.09	54.80	62.25	42.64	70.15	43.01	39.20	76.50
Peso Seco + Tara	72.34	54.39	47.09	59.09	39.83	63.35	40.15	36.68	69.22
Peso Agua (gr)	4.68	2.70	7.71	3.16	2.81	6.80	2.86	2.52	7.28
Peso Tara (gr)	26.56	26.48	10.10	26.55	11.58	25.75	11.03	11.44	27.30
P. Muestra Seca	45.78	27.91	36.99	32.54	28.25	37.60	29.12	25.24	41.92
Cont. Humedad	10.22%	9.67%	20.84%	9.71%	9.95%	18.09%	9.82%	9.98%	17.37%
Cont.Hum.Prom.	9.95%	20.84%	9.83%	18.09%	9.90%	17.37%			
DENSIDAD SECA	1.585	1.566	1.619	1.627	1.734	1.691			

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Días)	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.390	0.390	2.20	0.300	0.300	1.69	0.015	0.015	0.08
48	2	0.450	0.450	2.54	0.300	0.300	1.69	0.020	0.020	0.11
72	3	0.450	0.450	2.54	0.300	0.300	1.69	0.020	0.020	0.11
96	4	0.455	0.455	2.57	0.305	0.305	1.72	0.027	0.027	0.15

ENSAYO: CARGA - PENETRACION

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01 - 12 GOLPES			MOLDE N° 02 - 25 GOLPES			MOLDE N° 03 - 56 GOLPES		
		CARGA (Lb)	ESFUERZO (Lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO	CARGA	ESFUERZO (Lb/pulg2)	VALOR CORREGIDO
0.00	0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.64	0.025	51.62	17.24		67.91	22.67		93.62	31.26	
1.27	0.050	85.24	28.46		98.48	32.88		160.24	53.50	
1.91	0.075	127.44	42.55		150.24	50.16		213.44	71.27	
2.54	0.100	181.56	60.62	60.02	205.11	68.48	68.77	286.56	95.68	96.36
3.81	0.150	238.69	79.70		284.26	94.91		388.69	129.78	
5.08	0.200	333.44	111.34	102.09	369.56	123.40	116.48	472.44	157.75	153.84
7.62	0.300	384.41	128.36		435.29	145.34		554.41	185.12	
10.16	0.400	408.79	136.49		513.12	171.33		608.21	203.08	
12.70	0.500	431.14	143.96		572.72	191.23		675.14	225.43	

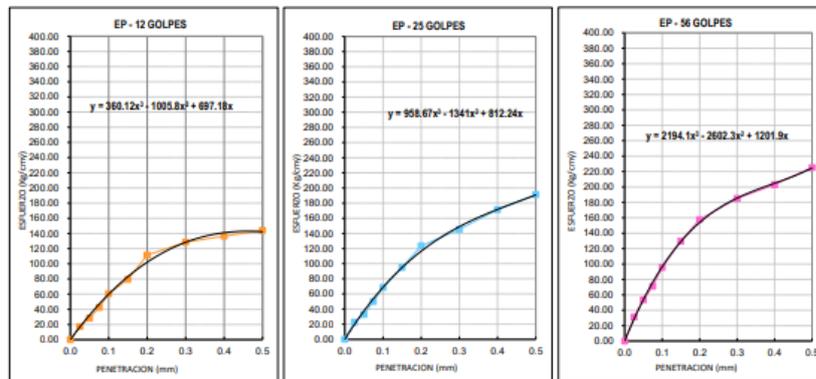


**LABORATORIO DE SUELOS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

ÍNDICE DE CBR DE SUELOS - (MTC E 132 - ASTM D1883)

TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"		FECHA DE ENSAYO	Junio, 2023	
SOLICITANTES	: Bach. Pacheco Garcia, Lindasol Bach. Vera Caipu, Stefany	PROGRESIVA	: KM 3 + 700	AASHTO	: A-3 (0)
UBICACIÓN	: Prolongación Av. 1, Alto Trujillo - La Libertad	PROF.	: 2.20 m	SUCS	: SP
DESCRIPCIÓN	: C 08 + 7% PET	MATERIAL	: Suelo natural + PET	COORDENADAS	720301.93 E 9107858.63 S

**GRÁFICOS ESFUERZO - PENETRACIÓN
(C.B.R.)**



Valores corregidos 12 G

0.1 0 =	60.020
0.2 0 =	102.085

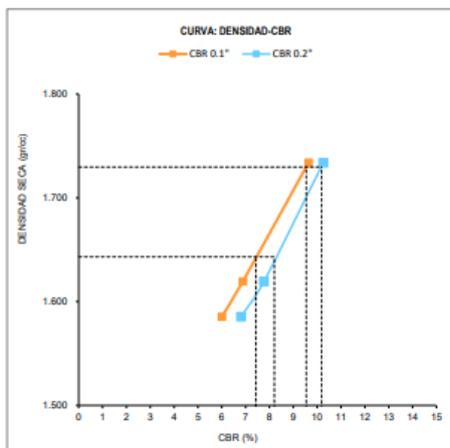
Valores corregidos 25 G

0.1 0 =	68.773
0.2 0 =	116.477

Valores corregidos 56 G

0.1 0 =	96.361
0.2 0 =	153.841

GRÁFICO PARA DETERMINACIÓN DE CBR



DATOS DE PROCTOR

MÁXIMA DENSIDAD SECA:	1.730	g/cm ²
95% (M.D.S.)	1.643	g/cm ³
OCH:	11.57	%

N° GOLPES	DENS (g/cm ³)	CBR 0.1% (%)	CBR 0.2% (%)
12 GOLPES	1.585	6.00	6.81
25 GOLPES	1.619	6.88	7.77
56 GOLPES	1.734	9.64	10.26

Resultados de CBR (0.1%)

CBR al 100% de la M.D.S.:	9.54
CBR al 95% de la M.D.S.:	7.43

Resultados de CBR (0.2%)

CBR al 100% de la M.D.S.:	10.19
CBR al 95% de la M.D.S.:	8.21

ANEXO N° 11

Presupuesto de Costo Directo

Presupuesto de Suelo Natural + 2.5 % PET

Presupuesto					
Presupuesto	1101001	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"			
Subpresupuesto	003	SUELO NATURAL + 2.5 % PET			
Ciente	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			Costo al	12/09/2023
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	CONFORMACIÓN DEL PAVIMENTO + ADICIÓN DE PET				1,116,980.98
	MOVIMIENTO DE TIERRAS				211,220.98
	EXCAVACIÓN EN TERRENO NATURAL HASTA NIVEL DE SUBRASANTE	m3	6,475.00	15.21	98,484.75
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7,446.25	15.14	112,736.23
	PAVIMENTACIÓN				905,760.00
	CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE CON ADICIÓN DE 2.5% PET	m2	18,500.00	27.94	516,890.00
	SUB-BASE GRANULAR e=0.15 m	m2	18,500.00	8.72	161,320.00
	BASE GRANULAR E=0.15m	m2	18,500.00	12.30	227,550.00
	Costo Directo				1,116,980.98
	SON : UN MILLON CIENTO DIECISEIS MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y 98/100 NUEVOS SOLES				

ANEXO N° 12

Análisis de Precios Unitarios

APU – Suelo Natural

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101001	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO REICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"					Fecha presupuesto	12/09/2023
Subpresupuesto	001	SUELO NATURAL						
Partida	01.01.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO NATURAL HASTA NIVEL DE SUBRASANTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3			15.21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1500	0.0040	31.46	0.13		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	26.22	0.70		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	18.65	0.99		
						1.82		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.82	0.05		
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 200 - 250 HP	hm	1.0000	0.0267	499.61	13.34		
						13.39		
Partida	01.01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			15.14	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0114	31.46	0.36		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0229	18.65	0.43		
						0.79		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.79	0.02		
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3YD3	hm	1.0000	0.0229	262.49	6.01		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0229	363.31	8.32		
						14.35		
Partida	01.02.01	CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			6.63	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0080	31.46	0.25		
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0160	26.22	0.42		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0160	18.65	0.30		
						0.97		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.97	0.03		
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0080	226.45	1.81		
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0080	265.77	2.13		
03012200050001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	0.0080	211.70	1.69		
						5.66		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101001	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"					Fecha presupuesto	12/09/2023
Subpresupuesto	001	SUELO NATURAL						
Partida	01.02.02	SUB-BASE GRANULAR e=0.25 m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2			12.30	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0040	31.46	0.13		
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0200	18.65	0.37		
						0.50		
Materiales								
02070400010001	MATERIAL CLASIFICADO PARA SUB BASE (PUESTO EN OBRA)	m3		0.2625	34.14	8.96		
						8.96		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.50	0.02		
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0040	226.45	0.91		
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0040	265.77	1.06		
03012200050001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	0.0040	211.70	0.85		
						2.84		
Partida	01.02.03	BASE GRANULAR E=0.20 m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			14.92	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0053	31.46	0.17		
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0267	18.65	0.50		
						0.67		
Materiales								
02070400010007	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE (PUESTO EN OBRA)	m3		0.2500	42.00	10.50		
						10.50		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.67	0.02		
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0053	226.45	1.20		
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0053	265.77	1.41		
03012200050001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	0.0053	211.70	1.12		
						3.75		

APU – Suelo Natural + 2.5 % PET

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101001	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				Fecha presupuesto	12/09/2023
Subpresupuesto	003	SUELO NATURAL + 2.5 % PET					
Partida	CONFORMACION DE SUB-RASANTE CON ADICIÓN DE 2.5% PET						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2		27.94	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0080	31.46	0.25	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0160	26.22	0.42	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0160	18.65	0.30	
						0.97	
Materiales							
02041200010010	PET AL 2.5%	kg		8.3700	2.50	20.93	
0207070003	AGUA	m3		0.0379	10.00	0.38	
						21.31	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.97	0.03	
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0080	226.45	1.81	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0080	265.77	2.13	
03012200050001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	0.0080	211.70	1.69	
						5.66	
Partida	SUB-BASE GRANULAR e=0.15 m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2		8.72	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0040	31.46	0.13	
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0200	18.65	0.37	
						0.50	
Materiales							
02070400010001	MATERIAL CLASIFICADO PARA SUB BASE (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1575	34.14	5.38	
						5.38	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.50	0.02	
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0040	226.45	0.91	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0040	265.77	1.06	
03012200050001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	0.0040	211.70	0.85	
						2.84	
Partida	BASE GRANULAR E=0.15m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2		12.30	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0053	31.46	0.17	
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0267	18.65	0.50	
						0.67	
Materiales							
02070400010007	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1875	42.00	7.88	
						7.88	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.67	0.02	
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0053	226.45	1.20	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0053	265.77	1.41	
03012200050001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	0.0053	211.70	1.12	
						3.75	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101001	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"					Fecha presupuesto	12/09/2023
Subpresupuesto	003	SUELO NATURAL + 2.5 % PET						
Partida	EXCAVACIÓN EN TERRENO NATURAL HASTA NIVEL DE SUBRASANTE							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3			15.21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1500	0.0040	31.46	0.13		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	26.22	0.70		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	18.65	0.99		
						1.82		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.82	0.05		
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 200 - 250 HP	hm	1.0000	0.0267	499.61	13.34		
						13.39		
Partida	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			15.14	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0114	31.46	0.36		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0229	18.65	0.43		
						0.79		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.79	0.02		
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3YD3	hm	1.0000	0.0229	262.49	6.01		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0229	363.31	8.32		
						14.35		

APU – Suelo Natural + 5 % PET

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101001	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"				Fecha presupuesto	12/09/2023
Subpresupuesto	002	SUELO NATURAL + 5 % PET					
Partida	01.01.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO NATURAL HASTA NIVEL DE SUBRASANTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3		15.21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1500	0.0040	31.46	0.13	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	26.22	0.70	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	18.65	0.99	
						1.82	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.82	0.05	
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 200 - 250 HP	hm	1.0000	0.0267	499.61	13.34	
						13.39	
Partida	01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3		15.14	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0114	31.46	0.36	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0229	18.65	0.43	
						0.79	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.79	0.02	
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3YD3	hm	1.0000	0.0229	262.49	6.01	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0229	363.31	8.32	
						14.35	
Partida	01.02.01	CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE CON ADICIÓN DE 5% PET					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2		48.84	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0080	31.46	0.25	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0160	26.22	0.42	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0160	18.65	0.30	
						0.97	
Materiales							
02041200010009	PET AL 5%	kg		16.7400	2.50	41.85	
0207070003	AGUA	m3		0.0363	10.00	0.36	
						42.21	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.97	0.03	
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0080	226.45	1.81	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0080	265.77	2.13	
03012200050001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	0.0080	211.70	1.69	
						5.66	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101001	"ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"					Fecha presupuesto	12/09/2023
Subpresupuesto	002	SUELO NATURAL + 5 % PET						
Partida	01.02.02	SUB-BASE GRANULAR e=0.15 m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2			8.72	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0040	31.46	0.13		
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0200	18.65	0.37		
						0.50		
	Materiales							
02070400010001	MATERIAL CLASIFICADO PARA SUB BASE (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1575	34.14	5.38		
						5.38		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.50	0.02		
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0040	226.45	0.91		
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0040	265.77	1.06		
03012200050001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	0.0040	211.70	0.85		
						2.84		
Partida	01.02.03	BASE GRANULAR E=0.15m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			12.30	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0053	31.46	0.17		
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0267	18.65	0.50		
						0.67		
	Materiales							
02070400010007	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1875	42.00	7.88		
						7.88		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.67	0.02		
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0053	226.45	1.20		
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0053	265.77	1.41		
03012200050001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	0.0053	211.70	1.12		
						3.75		

ANEXO N° 13

Panel Fotográfico



Obtención de PET reciclado triturado



Tamizado por la malla 1/4" de las partículas de PET



Extracción de muestras de la Calicata N° 03 en la progresiva Km 1+000



Excavación y extracción de muestras de la Calicata N° 08 en la progresiva Km 3+700



Trazo de dimensiones a excavar de la Calicata N° 05 en la progresiva Km 2+000



Excavación de material la calicata N° 04 en la progresiva Km 1+500



Pesado de muestra natural para la obtención de contenido de humedad



Colocación de muestra natural en el horno por 24h para contenido de humedad.



Peso del material natural húmedo para ser colocado en el horno para ensayo de análisis granulométrico



Lavado de material fino por malla #200 para ensayo granulométrico



Retiro de muestra del horno para ensayo de análisis granulométrico.



Muestras de las 8 calicatas a analizar previo al tamizado para el análisis granulométrico.



Material siendo colocado en los tamices para el análisis granulométrico.



Tamizado de material para ensayo de análisis granulométrico.



Separación de muestras tamizadas por proceso de análisis granulométrico.



Separación de muestras tamizadas por proceso de análisis granulométrico de la calicata N° 08.



Medidas de dimensiones de molde de 4" para ensayo de Proctor Modificado.



Peso de material para ensayo de Proctor Modificado.



Proceso de ensayo de Proctor Modificado.



Colocación de agua destilada a las muestras para ensayo de Proctor Modificado.



Cuarqueo de material para ser colocado en el molde de Proctor Modificado.



Muestras rasadas en el molde de Proctor Modificado post compactación.



Mezclado de muestra natural más la adición de PET al 5 % para ensayo de Proctor Modificado.



Adición de agua destilada a la muestra natural más la adición de PET al 5 % para ensayo de Proctor Modificado.



Compactación de muestra natural más adición de PET al 2.5 % para ensayo de Proctor Modificado.



Muestras húmedas previamente a ser colocadas en el horno para contenido de humedad para ensayo de Proctor Modificado



Muestras siendo colocadas en el horno para la obtención de contenido de humedad para ensayo de Proctor Modificado.



Medidas de dimensiones de molde de 6" para ensayo de CBR.



Cuarqueo de material para ser colocado en el molde de CBR.



Compactación de muestra natural más adición de PET al 7 % para ensayo de CBR.



Compactación de muestra natural de la calicata N° 04 para ensayo de CBR.



Muestras siendo sumergidas para la prueba de inmersión para ensayo de CBR.



Drenado de muestras para ensayo de CBR.



Colocación de muestras a la máquina de penetración para ensayo de CBR.



Ensayo de penetración para ensayo de CBR.



Muestras tras haber pasado por la máquina de penetración para ensayo de CBR.