

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



“EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS
ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 –
UCAYALI, 2023”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

INGENIERÍA VIAL

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TESISTA: Bach. BONIFACIO CUZQUI, SANTOS

ASESOR:

Dr. Ing. VILLAVICENCIO GUARDIA, JOSÉ LUIS

HUÁNUCO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios:

“Por haber permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, por haberme dado una bella familia y por haber permitido que se finalice esta investigación”

A mi Padre Solio:

Que en paz descansa por su apoyo incondicional, por ser guía, mentor y mejor ejemplo de vida.

A mi madre Delia:

“Por su apoyo incondicional, por poner en mí toda su fe, su confianza y por ser el motivo de mi superación en mi formación profesional”

A mis hermanos (as) Rogelio, Junior, Geobana, Aydee, Yuli y Hilda por su apoyo en mi formación profesional, mi superación y hacerme una mejor persona para ellos(as)”

A mis hermanos/as en especial a Junior Bonifacio por su apoyo incondicional durante todo el desarrollo de la presente investigación.

*A la **UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN DE HUÁNUCO (UNHEVAL)** por permitirme lograr dar un paso más hacia el éxito.*

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento de manera especial al Dr. Ing. José Luis Villavicencio Guardia por su invaluable asesoramiento a lo largo de la planificación, desarrollo y redacción de esta investigación.

Asimismo, deseo extender mi reconocimiento al Centro Especializado de Geotecnia, Pavimentos y Ensayo de Materiales, por brindarme la oportunidad de llevar a cabo este estudio en sus instalaciones.

Mi gratitud se dirige también a todo el equipo de profesionales y técnicos del CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES – UNHEVAL, quienes generosamente me brindaron su colaboración y apoyo técnico durante la creación de las muestras y la realización de los ensayos necesarios para esta tesis.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quiero manifestar mi agradecimiento por otorgarme la oportunidad de desarrollarme como profesional en el ámbito de la ingeniería. Asimismo, reconozco la labor de todos los docentes que integran esta institución académica.

No puedo dejar de mencionar a mis colegas de la promoción de Ingreso Año 2016 FICA – UNHEVAL, quienes han compartido conmigo este camino de aprendizaje.

También expreso mi sincero agradecimiento a la Unidad Zonal Ucayali – PVD – MTC, por brindarme la valiosa información sobre los caminos departamentales y vecinales de la zona.

Quiero expresar mi gratitud a las Vidrierías ubicadas en el distrito de Amarilis, cuya colaboración permitió el reciclaje de los vidrios de ventanas y mamparas, entre otros.

Son muchas las personas que han dejado una huella significativa en mi vida profesional. A todas ellas les agradezco su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía, tanto en los momentos desafiantes como en los más felices.

RESUMEN

En la presente investigación abordo la problemática de la falta de estabilidad en suelos arcillosos utilizados en la subrasante del camino departamental con código de ruta UC-104 tramo (CAMPOVERDE) – PIMENTEL – PTE. AGUA BLANCA – L.D. HUÁNUCO (HU-104 A TOURNAVISTA) ubicada en la región de Ucayali. El objetivo principal fue evaluar los efectos de la adición de vidrio triturado como estabilizador en estos suelos, con la finalidad de mejorar sus propiedades de estabilidad y resistencia.

La metodología aplicada se basó en el estudio experimental, con un enfoque cuantitativo y un diseño de investigación explicativo. Se recolectaron muestras de suelo arcilloso de la subrasante en el camino UC-104 y se les agregaron diferentes porcentajes de vidrio triturado (0%, 8%, 12% y 16%). Se llevaron a cabo pruebas geotécnicas para evaluar cambios en el a) límite líquido y límite plástico, b) densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad y c) Coeficiente de Soporte California (CBR) del suelo.

Los resultados que se obtuvieron determinaron que existe una mejora en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso debido a la presencia del vidrio triturado en cada uno de los tratamientos. La capacidad de soporte incremento de 3.01% (muestra natural) a 4.88% (muestra natural más 12% de vidrio triturado) en promedio, pudiendo evidenciar que el material pasa de una categoría de sub rasante insuficiente a uno de categoría inadecuada, incremento 1.62 veces su valor inicial. Así mismo, conforme se incrementa el porcentaje de vidrio triturado, el valor de la máxima densidad seca disminuye, pasando de 1.723 kg/cm³ a 1.668 kg/cm³ en promedio, mientras que los valores de óptimo contenido de humedad incrementan moderadamente para la muestra sin adición un 17.75% y para una muestra con adición al 12% un óptimo contenido de humedad de 19.98% en promedio. Cabe mencionar que los valores de

índice de plasticidad disminuyen, el IP de la muestra sin adición tiene un valor de 42.61%, llegando hasta un 35.57% para el tratamiento de muestra al 16% de vidrio triturado en promedio.

En conclusión, este estudio demostró que la adición de vidrio triturado puede ser una solución efectiva para mejorar la estabilidad y resistencia de suelos arcillosos en la subrasante del camino departamental UC-104 en Ucayali. Los resultados obtenidos proporcionan una base para futuras decisiones en la construcción y mantenimiento de infraestructura vial en la región, considerando aspectos de eficiencia, sostenibilidad y calidad de los materiales utilizados.

Palabras claves: vidrio triturado, estabilización de suelos, suelo arcilloso y capacidad de soporte.

SUMMARY

In the present investigation I address the problem of the lack of stability in clayey soils used in the subgrade of the departmental road with route code UC-104 section (CAMPOVERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA – L.D. HUÁNUCO (HU-104 A TOURNAVISTA) located in the Ucayali region. The main objective was to evaluate the effects of adding crushed glass as a stabilizer in these soils, in order to improve their stability and resistance properties.

The applied methodology was based on the experimental study, with a quantitative approach and an explanatory research design. Clay soil samples were collected from the UC-104 road subgrade and different percentages of crushed glass were added (0%, 8%, 12% and 16%). Geotechnical tests were carried out to evaluate changes in a) liquid limit and plastic limit, b) maximum dry density and optimal moisture content, and c) California Coefficient of Support (CBR) of the soil.

The results obtained determined that there is an improvement in the physical and mechanical properties of the clayey soil due to the presence of crushed glass in each of the treatments. The support capacity increased from 3.01% (natural sample) to 4.88% (natural sample plus 12% crushed glass), being able to show that the material goes from a category of insufficient subgrade to one of inadequate category, increasing its value 1.68 times initial. Likewise, as the percentage of crushed glass increases, the value of the maximum dry density decreases, going from 1,723 kg/cm³ to 1,668 kg/cm³, while the values of optimal moisture content increase moderately for the sample without adding a 17.75% and for a sample with 12% addition an optimum moisture content of 19.98%. It is worth mentioning that the plasticity index

values decrease, the IP of the sample without addition has a value of 42.61%, reaching up to 35.57% for the sample treatment at 16% crushed glass.

In conclusion, this study demonstrated that the addition of crushed glass can be an effective solution to improve the stability and resistance of clayey soils in the subgrade of the departmental road UC-104 in Ucayali. The results obtained provide a basis for future decisions in the construction and maintenance of road infrastructure in the region, considering aspects of efficiency, sustainability and quality of the materials used.

Keywords: crushed glass, soil stabilization, clayey soil and bearing capacity.

INDICE

I. ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION	1
1.1. Fundamentación o situación del problema de investigación.....	1
1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos.....	3
1.2.1. Formulación del problema general	3
1.2.2. Formulación de los problemas específicos	3
1.3. Formulación del objetivo general y específicos.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Justificación.....	4
1.5. Limitaciones.....	5
1.6. Formulación de hipótesis general y específica.....	5
1.6.1. Hipótesis general.....	5
1.6.2. Hipótesis Especificas	5
1.7. Variables.....	6
1.7.1. Variable independiente	6
1.7.2. Variable dependiente	6
1.8. Definición teórica y operacionalización de variables	7
II. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes de la investigación	9

2.1.1.	A nivel internacional.....	9
2.1.2.	A nivel nacional	12
2.1.3.	A nivel local.....	13
2.2.	Bases teóricas	14
2.2.1.	Estabilización de suelos	14
2.2.2.	Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos	15
2.2.3.	Métodos de estabilización de suelos	17
2.2.4.	Estabilización con vidrio triturado.....	19
2.2.5.	Propiedades afectadas en los procesos de Estabilización	24
2.2.6.	Suelos Arcillosos	25
2.2.7.	Subrasante	28
2.2.8.	Clasificador de rutas	30
2.2.9.	Ensayos de Laboratorio.....	31
2.3.	Bases conceptuales o Definición de términos básicos	40
2.3.1.	Suelo	40
2.3.2.	Granulometría	41
2.3.3.	Plasticidad.....	42
2.3.4.	Compactación	43
2.3.5.	Resistencia	43
III.	METODOLOGÍA.....	44

3.1. Ámbito.....	44
3.2. Población y selección de muestra.....	45
3.2.1. Población.....	45
3.2.2. Selección de la muestra.....	46
3.3. Nivel, tipo y diseño de estudio.....	47
3.3.1. Tipo de investigación.....	47
3.3.2. Nivel de investigación.....	47
3.3.3. Diseño de estudio.....	48
3.4. Métodos, Técnicas e instrumentos.....	48
3.4.1. Método Inductivo.....	48
3.4.2. Técnicas.....	49
3.4.3. Instrumentos.....	50
3.5. Procedimiento.....	50
3.5.1. Ubicación y localización de los materiales.....	50
3.5.2. Procedimiento técnico.....	53
3.5.3. Fase experimental.....	56
3.6. Plan de tabulación y análisis de datos estadísticos.....	61
3.7. Consideraciones éticas.....	62
IV. RESULTADOS.....	63
4.1. Resultados descriptivos.....	63

4.2. Análisis inferencial	75
4.3. Comprobación de hipótesis.....	76
V. DISCUSIÓN	80
6. CONCLUSIONES	81
7. RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS	83
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
9. ANEXOS	88
10. MATRIZ DE CONSISTENCIA	88
11. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	90
12. ENSAYOS DE LABORATORIO	95
13. PANEL FOTOGRAFICO.....	147

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	7
Tabla 2 Clasificación de suelos de acuerdo al tamaño de la partícula.....	26
Tabla 3 Correlación de tipos de suelos AASHTO-SUCS.....	29
Tabla 4 Categorías de Subrasante	29
Tabla 5 Material en función al tamaño de las Partículas	32
Tabla 6 Clasificación AASHTO	33
Tabla 7 Clasificación SUCS	34
Tabla 8 Coordenadas UTM de las Calicatas.....	54
Tabla 9 Análisis granulométrico de la muestra (M) 01	63
Tabla 10 Curva Granulométrica de la muestra (M) 01	63
Tabla 11 Límites de Atterberg de la calicata 01	64
Tabla 12 Proctor modificado de la calicata 01.....	64
Tabla 13 CBR de la calicata 01.....	65
Tabla 14 Análisis Granulométrico de la muestra (M) 02	67
Tabla 15 Curva Granulométrica de la muestra (M) 02.....	67
Tabla 16 Límites de Atterberg de la calicata 02	68
Tabla 17 Proctor Modificado de la calicata 02	69
Tabla 18 CBR de la calicata 02.....	69
Tabla 19 Análisis Granulométrico de la muestra (M) 03	71
Tabla 20 Curva Granulométrica de la muestra (M) 03	71
Tabla 21 Límites de Atterberg de la calicata 03	72
Tabla 22 Proctor Modificado de la calicata 03	72

Tabla 23 CBR de la calicata 03.....	73
Tabla 24 Pruebas de normalidad.....	75
Tabla 25 Comprobación de la primera hipótesis específica para el índice de plasticidad.....	76
Tabla 26 Análisis de comparación post hoc para el índice de plasticidad.....	76
Tabla 27 Comprobación de la hipótesis densidad máxima seca (gr/cm ³).....	77
Tabla 28 Análisis de comparación post hoc	77
Tabla 29 Comprobación de la segunda hipótesis específica para el contenido de humedad.....	77
Tabla 30 Prueba post hoc para el contenido de humedad.....	78
Tabla 31 Comprobación de la tercera hipótesis específica para la capacidad de soporte (CBR)	78
Tabla 32 Prueba post hoc para la capacidad de soporte (CBR).....	79

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estado de la red vial nacional	1
Figura 2. Estabilización del tramo Purupampa – Tunapuco – Huascalpampa, provincia de Pachitea, Huánuco.....	14
Figura 3. Proceso para la Identificación del tipo del Suelo	16
Figura 4. Proceso de selección del tipo de Estabilización	17
Figura 5. Estabilización mecánica campo.....	18
Figura 6. Estabilización en campo tramo Purupampa – Tunapuco – Huascalpampa, provincia Pachitea, Huánuco.....	19
Figura 7. Composición del vidrio en %	21
Figura 8. Diagrama de fabricación del vidrio	22
Figura 9. Vidrio triturado.....	23
Figura 10. Suelo Arcilloso	28
Figura 11. Jerarquización vial por funcionalidad - SINAC	31
Figura 12. Carta de plasticidad de Casagrande	35
Figura 13. Materiales para el Ensayo Proctor	39
Figura 14. Materiales para Ensayo CBR.....	40
Figura 15. Elemento de suelo en estado natural	41
Figura 16. Camino departamental UC-104, Ucayali.	45
Figura 17. Ubicación del Material Arcilloso a nivel departamental, Provincial y distrital	51
Figura 18. Ubicación del Suelo Arcilloso.....	52
Figura 19. Ubicación de las calicatas.....	55
Figura 20. Ubicación de las calicatas.....	55

Figura 21. Análisis Granulométrico.....	56
Figura 22. Muestra Tamizada para el ensayo de Límites de Atterberg	57
Figura 23. Saturación de la muestra para el ensayo de Límites de Atterberg.....	57
Figura 24. Ensayo de Limite Líquido	58
Figura 25. Ensayo de Limite Plástico	58
Figura 26. Preparación de Muestra para Ensayo Proctor Modificado	59
Figura 27. Ensayo de la combinación al 12% de Vidrio Triturado	59
Figura 28. Preparación de Moldes a 55, 26 y 12 golpes, al 12% de Vidrio Triturado.	60
Figura 29. Preparación de Moldes a 55, 26 y 12 golpes, al 8%, 12% y 16% de Vidrio Triturado.	60
Figura 30. Ensayo de Moldes al 16% de Vidrio Triturado.	61

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Índice de Plasticidad de la calicata 01	64
Ilustración 2 Proctor Modificado de la calicata 01	65
Ilustración 3 Capacidad de Soporte de la calicata 01	66
Ilustración 4 Índice de Plasticidad de la calicata 02	68
Ilustración 5 Proctor modificado de la calicata 02.....	69
Ilustración 6 Capacidad de Soporte de la calicata 02	70
Ilustración 7 Índice de Plasticidad de la calicata 03	72
Ilustración 8 Proctor Modificado de la calicata 03	73
Ilustración 9 Capacidad de Soporte de la calicata 03	74

I. ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Fundamentación o situación del problema de investigación

Un indicador del desarrollo de un país es su infraestructura vial. La infraestructura vial puede satisfacer necesidades básicas como educación, trabajo, nutrición y salud, y los consiguientes beneficios económicos y sociales. Con el tiempo, estas demandas crecerán, lo que requerirá el desarrollo de sistemas viales eficientes que puedan conectar y satisfacer estas demandas donde la infraestructura es escasa.

En nuestra nación, el Sistema de Transporte abarca una extensión de 95,863 kilómetros de vías de comunicación, de las cuales el 84% no cuenta con pavimento (consisten en superficies de afirmado o trocha), mientras que el 16% restante está revestido con capas asfálticas, como se aprecia en la figura 1.

Figura 1. Estado de la red vial nacional



Nota. Redes pavimentadas en Perú. MTC, 2017.

Además, es importante señalar que la mayoría de las vías experimentan dificultades de estabilidad en su capa base a causa de las características del material y las circunstancias en las que se encuentra el terreno de la carretera (Díaz, 2018).

Algunos de los problemas encontrados en el suelo son los habituales problemas de inestabilidad vial por su incapacidad para soportar el tráfico (Gutierrez, 2010). Como resultado, se reemplazan partes del suelo con aditivos o elementos que contribuyen a mejorar las propiedades mecánicas y físicas y cumplir con los estándares regulatorios (Quintero y Gallardo, 2015)

Algunos problemas del suelo son problemas comunes de inestabilidad en las carreteras debido a su incapacidad para transportar tráfico. Como resultado, se reemplazan partes del suelo con aditivos o elementos que ayudan a mejorar las propiedades mecánicas y físicas de acuerdo con las normas reglamentarias. Las arcillas presentan algunas carencias en el campo técnico, por lo que se evalúan y analizan sus mejoras durante la última década siempre que las condiciones de uso lo justifiquen, (Laos, 2022).

Para hacer frente a esto, en los últimos meses se han utilizado materiales alternativos con fines de estabilización, utilizando principalmente residuos sólidos no biodegradables como es el vidrio. El vidrio simboliza actualmente el 7% de los residuos sólidos en los vertederos (Diario el Leon, 2006), pero no es un elemento contaminante, sino que genera acumulación de residuos sin ningún beneficio para la sociedad. (Ministerio del Ambiente, 2018) solo el 1,9% de los materiales reciclados en Perú son reciclados, y la mayoría son reciclados.

El vidrio es un elemento que se puede reutilizar, pero se importa, lo que genera más consumismo y por ende el uso de ciertos materiales (Terra fundacion, 2017).

Para hacer frente a esto, en los últimos meses se han utilizado materiales alternativos con fines de estabilización, utilizando principalmente residuos sólidos no biodegradables como el vidrio.

Hoy en día, el vidrio constituye el 7% de los residuos sólidos en los vertederos, pero no es un elemento contaminante, sino que genera residuos que no benefician a la sociedad. En Perú, solo se recicla el 1,9% del total de material reciclable, la mayor parte del cual se utiliza para el fin previsto. El vidrio es una materia básica que se puede reusar, pero se importa, lo que genera un mayor consumismo y por lo tanto el desarrollo de materiales individuales.

A nivel local, este tema es aún más crítico, debido a que estas sustancias se acumulan en diversos lugares de la ciudad, como mercados, plazas, esquinas de avenidas, etc., lo que genera contaminación ambiental (Burga, 2015); Para ello, el MINAM se esfuerza por reducir el impacto de los residuos sólidos, promover su valorización y regeneración a través del reciclaje. Por tal motivo, y teniendo en cuenta las investigaciones realizadas en esta zona, se decidió investigar el reciclaje de residuos como potencial estabilizador de arcillas a nivel del terraplén del ramal UC-104 - Ucayali, el cual tiene un nivel no pavimentado bajo el agua y capa de uso en condiciones moderadas. Este ensayo comparativo se realizará sobre muestras con diferentes proporciones de contenido de vidrio (Límite de Atterberg, Proctor modificado, CBR, etc.) y obtendrá los resultados deseados con o sin el vidrio residual como potencial estabilizador.

1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1. Formulación del problema general

P.G: ¿Qué efectos tiene la adición de vidrio triturado en la estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023?

1.2.2. Formulación de los problemas específicos

P.E1: ¿En qué medida influye la adición de vidrio triturado en la plasticidad de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023?

P.E₂: ¿En qué medida influye la adición de vidrio triturado en el contenido óptimo de humedad y máxima densidad seca de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023?

P.E₃: ¿En qué medida incide la adición de vidrio triturado en la capacidad de soporte (CBR) de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023?

1.3. Formulación del objetivo general y específicos

1.3.1. Objetivo general

O.G: Determinar los efectos de la adición de vidrio triturado en la estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

O.E₁: Evaluar la influencia de la adición de vidrio triturado en la plasticidad de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

O.E₂: Evaluar la influencia de la adición de vidrio triturado en el contenido óptimo de humedad y máxima densidad seca de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

O.E₃: Evaluar la incidencia de la adición de vidrio triturado en la capacidad de soporte (CBR) de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

1.4. Justificación

El propósito de la preparación de este proyecto es determinar el efecto estabilizador (porcentaje de la muestra) de agregar residuos al suelo arcilloso a nivel subterráneo, lo que mejorará las propiedades mecánicas y físicas del suelo arcilloso. También brindará una nueva

oportunidad para minimizar los costos de construcción y mantenimiento en caminos no pavimentados. De esta manera, se busca dar valor y utilidad al reciclaje de vidrio a nivel nacional.

El proyecto también pretende contribuir a la baja de la contaminación ambiental inducida por los residuos de vidrio, ya que trata de sacar el máximo provecho de este material en el rubro de la construcción.

1.5. Limitaciones

Por razones de costo, fue necesario trasladar las muestras de arcilla del ramal UC-104 en la provincia de Coronel Portillo en Ucayali al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de Hermilio Valdizán. Solo se tomaron 41 kg de muestras por calicata. Se realizó un estudio completo para cada pozo de prueba. No existe mucha investigación relacionada con el uso de residuos reciclados en el rubro de la ingeniería en el contexto local.

1.6. Formulación de hipótesis general y específica

1.6.1. Hipótesis general

H.G: La adición del vidrio triturado mejora el comportamiento de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

1.6.2. Hipótesis Específicas

H.E₁: La adición del vidrio triturado influye significativamente en la plasticidad de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

H.E₂: La adición del vidrio triturado influye significativamente en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

H.E₃: La adición del vidrio triturado incrementa la capacidad de soporte (CBR) de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

1.7. Variables

1.7.1. Variable independiente

Vidrio triturado.

1.7.2. Variable dependiente

Estabilización de suelos arcillosos.

1.8. Definición teórica y operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	INSTRUMENTO
Variable independiente	<p>Un compuesto formado por silicatos duros y cal y representado por la fórmula $SiO_2(Na_2O)_m(CaO)$. Es una sustancia dura, fluida, inestable, dura y quebradiza. La caliza natural y la dolomita producen CaO y MgO, mientras que el carbonato de sodio o el sulfato de sodio producen Na₂O. (MVCS, 2018 p. 1).</p>	<p>Las proporciones de dosis de desechos fueron 8%, 12% y 16% en relación con el peso de la muestra de suelo requerido para cada prueba de propiedad del suelo.</p>	Adición de vidrio triturado en 8% del peso(kg) de la muestra	Dosificación	cuantitativa	Continua	Balanza y tamiz
Vidrio triturado			Adición de vidrio triturado en 12% del peso(kg) de la muestra	Dosificación	cuantitativa	Continua	Balanza y tamiz
			Adición de vidrio triturado en 16% del peso(kg) de la muestra	Dosificación	cuantitativa	Continua	Balanza y tamiz
Variable dependiente	<p>La estabilización del suelo significa asegurar la resistencia mecánica del suelo y lograr que estas</p>	<p>Este proceso consiste en la modificación de las propiedades mecánicas y físicas de</p>	Plasticidad	Limite liquido	cuantitativa	Continua	MTC E 110
Estabilización de suelos arcillosos				Limite plástico			MTC E 111
			Densidad	Máxima densidad seca	Cuantitativa	Continua	MTC E 115

	propiedades se mantengan estables en el tiempo. Se pueden usar una variedad de métodos, desde incorporar más tierra hasta usar diferentes compuestos. (MTC, 2014 p. 113).	los suelos arcillosos para su mejora		Optimo contenido de humedad			
			Capacidad de soporte	Relación de Soporte de California (CBR)	Cuantitativa	Continua	MTC E 132

Nota. Elaboración Propia.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

La intención de los antecedentes es evaluar y analizar para seleccionar los resultados de estudios internacionales, nacionales y locales relevantes para el tema de investigación. Por lo tanto, se han revisado una serie de estudios sobre los temas anteriores y sus hallazgos pueden usarse para la discusión relevante en este estudio.

2.1.1. A nivel internacional

En el presente, se han llevado las investigaciones que enfatizan la utilización de desechos generados por procesos constructivos, con el propósito de reducir los efectos adversos que pueden surgir de estos. Algunos de los residuos más frecuentes abarcan fibras sintéticas, PET, vidrio, entre otros.

(Aaqib y Chakraborty, 2020), en su tesis de investigación la estabilidad de los suelos implica brindarles firmeza mecánica y lograr que estas propiedades se conserven estables en el tiempo. Hay varias técnicas que se pueden emplear, que van desde incorporar más tierra hasta utilizar diferentes compuestos químicos. El proceso de estabilización es seguido por una compactación.

Los resultados obtenidos presentaron los siguientes hallazgos: (1) la proporción de polvo de vidrio mostró una baja constante en los límites líquido (LL) y límite plástico (LP), descendiendo del 49.52% al 33.9% y del 28% al 18.4%, respectivamente; (2) el índice de plasticidad (IP) se redujo para todas las concentraciones de polvo de vidrio, con una disminución del 28% al utilizar un 10% de vidrio en polvo; (3) la máxima densidad seca (MDD) del suelo continuó mejorando hasta un aumento del 8%, a partir de ese punto, se mantuvo constante; (4) el contenido de humedad óptima (OMC) concluye hasta un 67% cuando se empleó un 10% de

polvo de vidrio; (5) el valor del Índice de Capacidad de Soporte (CNR) para condiciones tanto no remojadas como empapadas aumentó significativamente en función del aumento del contenido de polvo de vidrio, hasta alcanzar un incremento de 9,70 veces para la condición no remojada y 6,70 veces para la empapada; (6) la UCS aumentó de 63,2 KN/m² a 133,5 KN/m² con el incremento de polvo de vidrio hasta el 8%, pero llegó a 110,7 KN/m² cuando se añadió un 10% de polvo de vidrio; (7) tanto la cohesión como el ángulo de fricción interna acrecientan de manera continua con la añadidura de polvo de vidrio, ascendiendo de 42,7 KN/m² a 106,4 KN/m² y de 27,4 a 43,5, respectivamente. En resumen, esta investigación concluye que la proporción óptima de polvo de vidrio residual para mejorar las propiedades del suelo de sustratosante es del 8%. 5 KN/m² con el incremento de polvo de vidrio hasta el 8%, pero resultó a 110,7 KN/m² cuando se agregó un 10% de polvo de vidrio; (7) tanto la cohesión como el ángulo de fricción acrecientan de manera continua con el aditamento de polvo de vidrio, ascendiendo de 42,7 KN/m² a 106,4 KN/m² y de 27,4 a 43,5, respectivamente.

(Babatunde et al., 2019), en sus tesis de investigación sobre “Estabilización de suelos de algodón negro con polvo de vidrio”, plantea la utilización de polvo de vidrio como agente estabilizador para mejorar las características de los suelos conocidos como BCS (Black cotton soil) o suelos de algodón negro. Estos suelos BCS son del tipo arcilloso y de gran peso, siendo susceptibles a la expansión debido a la presencia de montmorillonita en su composición mineral. La propuesta contempla la incorporación de porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8% en peso de polvo de vidrio en el BCS. El suelo en estudio, de tonalidad gris oscuro, fue extraído a una profundidad de 7 metros. El polvo de vidrio, obtenido a partir del reciclaje de botellas de bebidas como gaseosas, fue machacado manualmente y tamizado a través de la malla N° 200. Los ensayos

ejecutados abarcaron análisis granulométrico, determinación de los límites de Atterberg, ensayo Proctor modificado.

Los resultados de la investigación fueron los siguientes: (1) tanto el límite líquido como el límite plástico experimentaron disminuciones en todos los porcentajes de afiliación de polvo de vidrio; el valor más bajo del límite líquido se encontró en el caso del 6% de vidrio en polvo, mientras que el valor más bajo del límite de plástico se encontró en el caso del 8% de vidrio en polvo; (2) el índice de plasticidad aumentó gradualmente a modo que se incrementó el porcentaje de polvo de vidrio, alcanzando un pico máximo con la reducción del 8%; (3) la máxima densidad seca cambió según el porcentaje de polvo de vidrio agregado, registrando un aumento del 5% con la adición del 4% de vidrio en polvo y una baja del 1% con la adición del 6%; (4) el contenido óptimo de humedad deberá para los porcentajes de 4%, 6% y 8% de polvo de vidrio, mientras que aumentó para el 2% de aumento; (5) la resistencia a la compresión no confinada mejoró en todos los casos, siendo el incremento más notable con la mejora del 4% de polvo de vidrio, donde el acrecentó fue de aproximadamente un 350%; (6) el valor del CBR del suelo acrecentó solamente con la mejora del 6% de polvo de vidrio, pasando de un 2% a un 3,9%.

De igual forma, (Jolly et al., 2017) En su artículo científico titulado "Impacto del Polvo de Vidrio en las Propiedades de Ingeniería de Suelos Arcillosos", se centra en la investigación de suelos arcillosos, que se caracterizan por su reducida resistencia y otras alteraciones físicas. El objetivo principal es explorar la aplicación del polvo de vidrio en actividades geotécnicas y analizar su influencia en la resistencia al corte, la compresibilidad y los valores del CBR de estos tipos de suelos. El estudio involucra ensayos de corte directo, compresión no confinada y pruebas de CBR. Se incorpora polvo de vidrio en diferentes proporciones (2%, 4%, 6%, 8% y 10%) al suelo con el propósito de determinar la proporción que optimiza la resistencia del suelo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el laboratorio, se puede concluir que la adición de polvo de vidrio conduce a un incremento en la cohesión, el ángulo de fricción interna y los valores del último esfuerzo del suelo. La proporción óptima para estos aumentos se encuentra en torno al 8%, lo que resulta en un ángulo de fricción interna de 37° , una cohesión de $0,0071 \text{ N/mm}^2$ y un último esfuerzo de $0,07 \text{ N/mm}^2$. Estos valores superan los de la muestra sin tratamiento, que presentó un ángulo de fricción interna de 16° , una cohesión de $0,0056 \text{ N/mm}^2$ y un último esfuerzo de $0,058 \text{ N/mm}^2$. En relación al ensayo de CBR, se observa que la proporción óptima de incremento de polvo de vidrio es del 6%, lo que da como resultado un CBR del 12,8%, en comparación con el CBR del 3% del suelo natural.

2.1.2. A nivel nacional

Por otro lado, (Bravo y Lopez, 2021) en su investigación titulada "Enhancement of Mechanical Properties Using Glass and Mollusk Shells in Clayey Soils of Talara, Piura," el principal objetivo fue examinar el efecto que resultó de la introducción de vidrio y conchas de moluscos en la mejora de la subrasante en el segmento Talara -Piura durante el año 2021. Se aplicó un enfoque de investigación de índole aplicada y cuantitativa, con un enfoque descriptivo y un diseño experimental. Los hallazgos indican que la incorporación de vidrio y conchas de moluscos resulta en un aumento de la resistencia del suelo y en una reducción de las deformaciones transversales. Asimismo, se concluye que la combinación de vidrio y conchas de moluscos conduce a una disminución en el contenido óptimo de humedad y contribuye a la caracterización de los suelos arcillosos en el trayecto Talara-Piura.

Por otra parte, tenemos a (Soberon, 2022) en su tesis "Estabilización de suelos arcillosos usando vidrio reciclado molido para su uso como subrasante mejorada en pavimentos urbanos en

la urb, ciudad del Chofer, Chiclayo 2019”, tuvo como propósito fundamental de este fue establecer el tamaño y el contenido más adecuado de vidrio reciclado molido para mejorar suelos arcillosos destinados a ser utilizados como sustratos en pavimentos en la Urbanización Ciudad de Chofer, ubicada en Chiclayo. Se realizó una investigación de naturaleza experimental, en la que se encontró que la afiliación de vidrio en proporciones de 3%, 6%, 9% y 14% conlleva un aumento notable en la cabida de soporte del suelo. Se llegó a la conclusión de que las propiedades más favorables en términos de resistencia (CBR) y compactación (MDS) del suelo se alcanza con una adición del 14% de vidrio.

2.1.3. A nivel local

En Ucayali, no se cuenta con investigaciones específicas que aborden directamente el tema de investigación en cuestión. No obstante, se han identificado algunos estudios que fundamentan un contexto previo mediante el empleo de residuos inorgánicos para la mejora de distintos materiales utilizados en el ámbito de la construcción.

(ALIAGA , 2023) en su investigación titulada "Utilization of Charcoal Ash for Stabilizing Clayey Soils as Subgrades in Padre Abad Province, Ucayali, in 2020," el objetivo principal fue evaluar el impacto de la adición de ceniza de carbón vegetal en la resistencia de suelos arcillosos, específicamente para su aplicación como subrasantes en la provincia de Padre Abad, Ucayali, durante el año 2020. La metodología empleada se basó en un enfoque experimental de investigación. Los resultados demostraron que la inclusión de ceniza de carbón vegetal en proporciones de 20%, 25% y 30% produce un efecto significativo en la máxima densidad seca del suelo y en su capacidad de soporte (CBR). Se concluyó que la incorporación de un 30% de ceniza de carbón vegetal resulta en un sustrato de alta calidad.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Estabilización de suelos

La estabilidad del suelo es el proceso de mejorar o manipular las propiedades originales del suelo para satisfacer cualquier necesidad no satisfecha, como la firmeza dimensional, la deformabilidad, la compresibilidad y la capacidad de carga. Hay diferentes formas de lidiar con esto, como agregar más tierra o usar uno o más estabilizadores (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Según el Manual de Carreteras, “los suelos con un $\text{CBR} \geq 6\%$ deben ser considerados materiales aptos para bases de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Figura 2. Estabilización del tramo Purupampa – Tunapuco – Huascapampa, provincia de Pachitea, Huánuco.



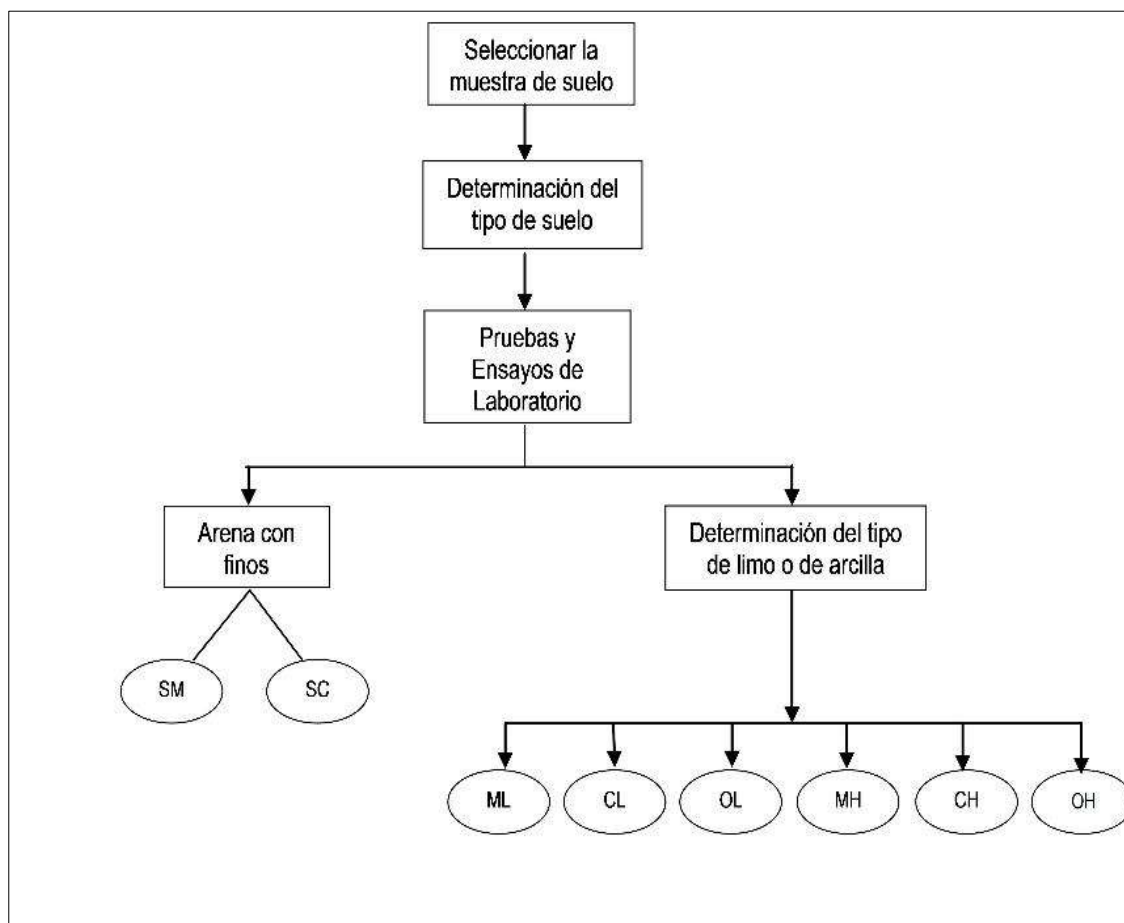
Nota. Estabilización de suelos a nivel de subrasante con cemento. Elaboración propia

2.2.2. Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos

El Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) plantea 06 (seis) criterios geotécnicos para precisar si es ineludible estabilizar o no un suelo de subrasante, y son las siguientes:

- ✓ Si es necesario estabilizar el suelo con un valor de CBR inferior al 6% (suelo pobre o suelo regular), así como en presencia de áreas localmente húmedas o blandas, se deben mejorar o reemplazar los estudios especiales de estabilización.
- ✓ Si la base es franca o limosa y partículas de estos materiales pueden penetrar y contaminar la capa granular del pavimento al humedecerse, aplicar una capa de material ambiental o geotextil de 10 cm de espesor, capa (a su criterio). 0,80 m para bases buenas y normales (6% 1,00 m y 1,20 m para bases malas o mal clasificadas (CBR)

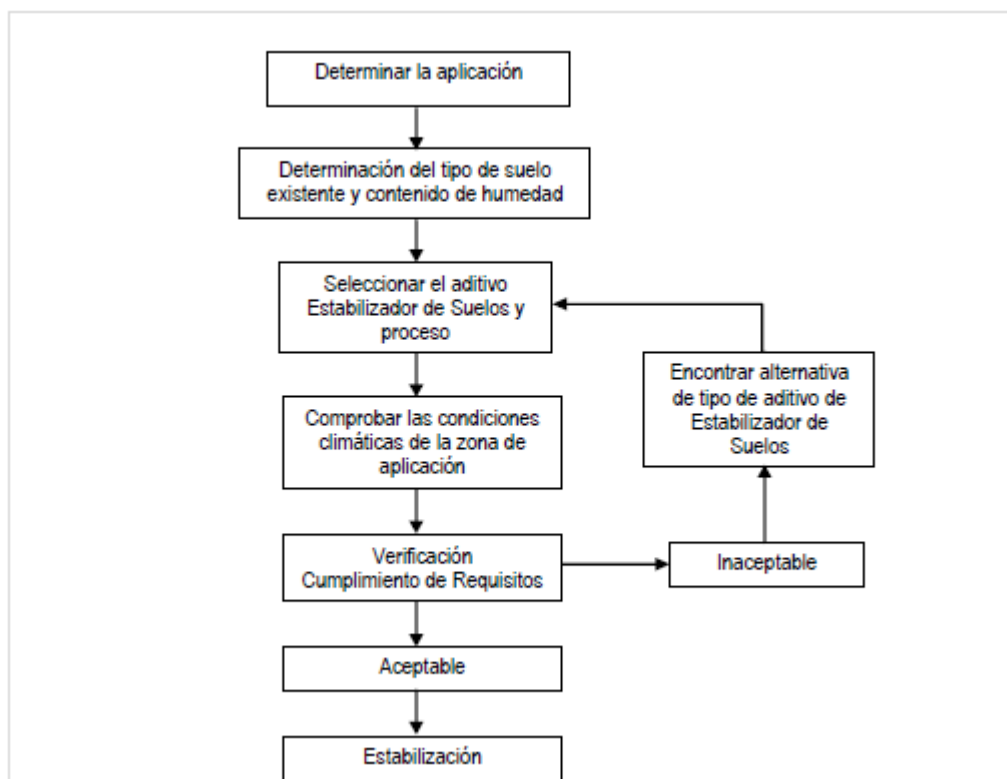
Figura 3. Proceso para la Identificación del tipo del Suelo



Nota. Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

- ✓ El propósito de los antecedentes es evaluar y analizar para seleccionar resultados de investigación internacionales, nacionales y locales relevantes para el tema de investigación. Por esta razón, se han considerado varios estudios que tratan los temas señalados, cuyas conclusiones pueden utilizarse para hacer una discusión correspondiente en el presente estudio.

Figura 4. Proceso de selección del tipo de Estabilización



Nota. Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

2.2.3. Métodos de estabilización de suelos

2.2.3.1. Estabilización Mecánica

Para lograr esta forma de estabilización es necesario aplicar compactación, la cual comprime la cantidad de vacíos en el suelo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014). Para ello, se debe instituir la energía de compactación óptima (además del contenido de agua de compactación óptimo para lograr la mejor densidad seca del suelo). Esto está determinado por las dependencias de datos de la prueba Proctor estándar o modificado.

La fórmula de correlación es:

$$E = (N \cdot n \cdot P \cdot h) / V$$

Donde:

h = Altura de caída libre del pisón

N = Numero de golpes por capa

V = Volumen de suelo compactado

E = Energía de compactación

n = Numero de capas de suelo

P = Peso del pisón

Figura 5. Estabilizacion mecánica campo



Nota. Google imágenes.

Se puede ejecutar de las siguientes formas:

- ✓ Por muda de suelos.
- ✓ Por compactación.
- ✓ Por combinación de suelos.
- ✓ Con geo sintéticos.

2.2.3.2. Estabilización Química

- ✓ Lograr este tipo de estabilización requiere compactación, lo que reduce la cantidad de vacíos en el suelo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014). Para ello, se debe determinar la energía de compactación. Esto está determinado por las dependencias de datos de la prueba de Proctor: El cemento, la cal y el asfalto.

Figura 6. Estabilización en campo tramo Purupampa – Tunapuco – Huascapampa, provincia Pachitea, Huánuco.



Nota. Estabilización de suelos a nivel de subrasante con cemento. Fuente: Elaboración propia.

2.2.4. Estabilización con vidrio triturado

2.2.4.1. Vidrio

El (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) La definición de vidrio como un compuesto químico de silicatos sólidos y cal con la fórmula: $\text{SiO}_2 (\text{Na}_2\text{O})^m (\text{CaO})^n$. El silicato (SiO_2) se encontró en arena limpia y seca, el Na_2O se encontró en dióxido de carbono o sulfato de sodio, y el CaO y MgO se encontraron en dolomita y caliza naturales. El vidrio se crea cuando estos elementos se funden a unos 1500°C .

En esa misma línea, (Morales , 2018) cita a E. Mari y lo define de la siguiente manera: “El vidrio es un material sólido que se forma al enfriar rápidamente la masa fundida para evitar la cristalización. Como sabes, el vidrio es un material translúcido, quebradizo y duro, no biodegradable y 100% infinitamente reciclable. Su uso se ha incrementado en los últimos años debido a su alta resistencia química. ASTM C162 (2015) define el vidrio como "un producto inorgánico derretido que se ha refrigerado hasta un estado sólido sin cristalizar".

2.2.4.2. Composición del vidrio

(Morales , 2018) presenta 5 grupos primordiales de constitución del vidrio en el orden y papel que prestan durante el proceso de fusión:

- a) Agentes de glaseado: Estos elementos formadores de vidrio fundamentales constituyen el marco estructural del material. Constituyen la mayor porción de la masa de vidrio y determinan sus características y nombre común. Entre ellos se encuentran el dióxido de silicio (SiO_2), el trióxido de boro (B_2O_3) y el pentóxido de fósforo (P_2O_5), que son “los principales elementos utilizados en la fabricación del vidrio y representan alrededor de una cuarta parte de su composición.
- b) Fundentes: Estos son elementos que favorecen la formación de vidrio, promueven la formación de vidrio y ayudan a mejorar las circunstancias de fusión al reducir la temperatura. Después del silicio, los tres elementos más comunes en la mayor parte de los vidrios son el óxido de sodio (Na_2O), el óxido de potasio (K_2O) y el óxido de litio (Li_2O).
- c) Bases u óxidos: Estos elementos estabilizadores te consienten modificar algunas de sus características. Se trata de la presencia de óxido de calcio (CaO), óxido de magnesio

(MgO) y óxido de bario (BaO), que son "el tercer elemento más abundante en la masa de los vidrios ordinarios".

- d) Estabilizadores: También conocidos como óxidos inertes, se utilizan como fundentes y abrasivos. El óxido de aluminio (Al_2O_3) controla la firmeza mecánica del material. Óxido de hierro (FeO), óxido de plomo (PbO), óxido de zinc.
- e) Componentes Secundarios: Factores que mejoran la textura y apariencia del vidrio sin cambiar su integridad estructural. Estos incluyen ayudas de fluidez, agentes blanqueadores, tintes, sedantes y refinadores.

Figura 7. Composición del vidrio en %

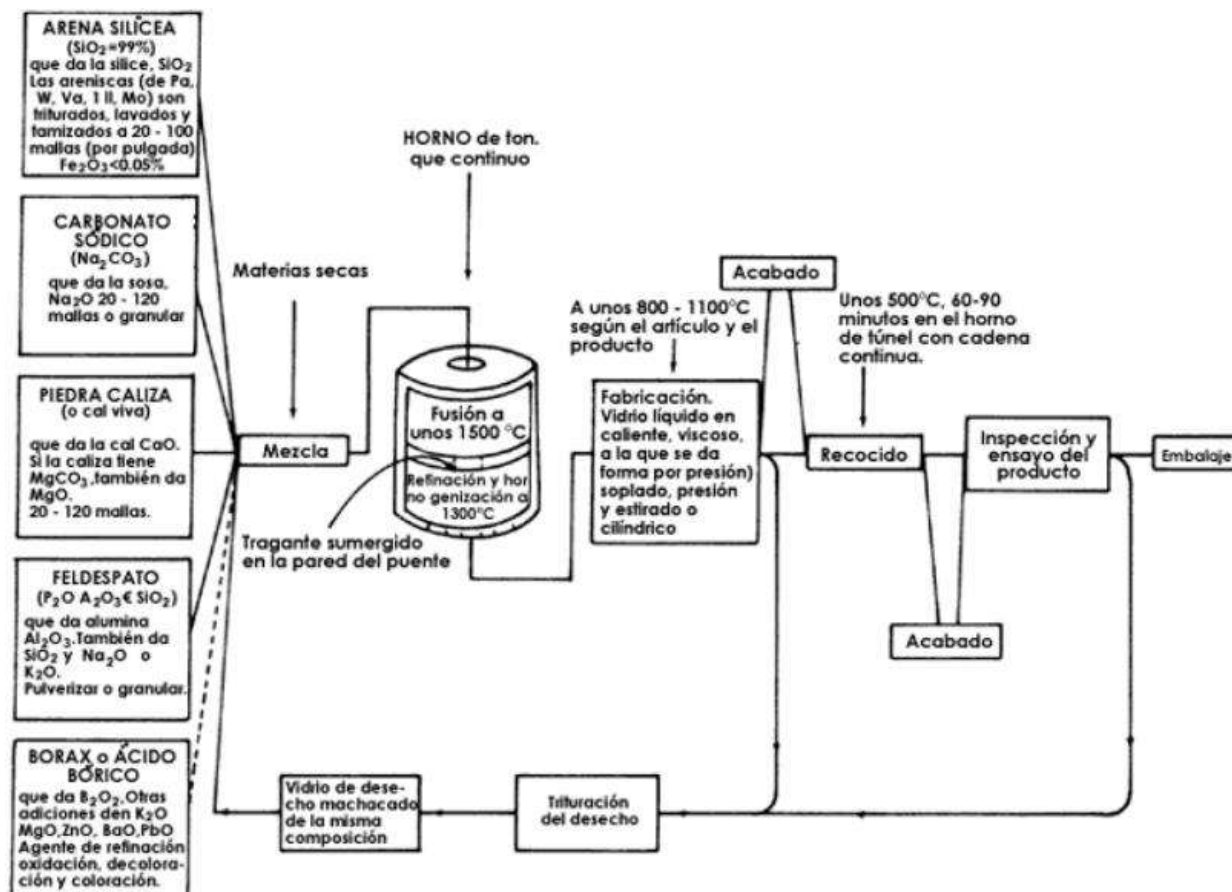


Nota. Google imágenes.

2.2.4.3. Proceso industrial del vidrio

Para hacer vidrio, la arena de sílice y los óxidos metálicos secos a menudo se calientan. A temperaturas superiores a 1000°C , la fusión produce una sustancia pegajosa que eventualmente se vuelve clara y uniforme. El vidrio producido en el reactor se endurece y se vuelve trabajable. El control de la temperatura de enfriamiento evita la desvitrificación y la cristalización.

Figura 8. Diagrama de fabricación del vidrio



Nota. Google imágenes.

2.2.4.4. Tipos de vidrio

(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) El vidrio se puede dividir en vidrio primario, que se obtiene directamente del horno de fusión, y productos secundarios, que se obtienen mediante procesos secundarios utilizando como material primordial el vidrio producido en la industria primaria.

El primer conjunto incluye vidrio estirado, vidrio laminado, vidrio flotado, vidrio transparente y translúcido. El segundo conjunto incluye vidrio templado, vidrio laminado, vidrio templado

curvado, vidrio templado curvado, vidrio laminado curvado, vidrio aislante, vidrio opaco, vidrio translúcido, vidrio fonoabsorbente y vidrio laminado curvado. calentar el vidrio.

2.2.4.5. Vidrio triturado

El suelo arcilloso se estabiliza con vidrio reciclado. De grano fino y muy maleable son las características de los suelos arcillosos. El vidrio triturado reemplaza el suelo, modifica la composición de la arcilla, mejora la gradación, disminuye la plasticidad, fomenta el drenaje y aumenta la capacidad de carga de los proyectos viales. El vidrio tiene un alto contenido de dióxido de silicio, lo que explica esto. La elasticidad del vidrio es causada por el dióxido de silicio, que es un componente de algunas rocas. Esto se convierte en agregado de arena una vez que se ha molido al tamaño correcto. El vidrio no cambia, no absorbe agua, ni reacciona a temperatura ambiente.

Figura 9. Vidrio triturado



Nota. Google imágenes.

2.2.4.6. Situación en Perú

De acuerdo a los datos proporcionados en el Plan de Acción Ambiental impulsado por el (Ministerio del Ambiente, 2018) se registra la existencia de únicamente treinta instalaciones de tratamiento de residuos de vidrio en el territorio peruano. Estas plantas se encuentran distribuidas en diferentes regiones del país, como Callao, Piura, Arequipa, La Libertad y Cusco. Estas plantas reciclan y procesan la mayoría del vidrio proveniente de proyectos de construcción de tanques industriales y naves, terminan pavimentos asfálticos y recubren elementos plásticos y otros productos utilizados en la construcción, la industria y la minería (Carhuapoma y Tito, 2021).

2.2.5. *Propiedades afectadas en los procesos de Estabilización*

- ✓ **Estabilidad Volumétrica.** Se trata de una característica vinculada a las alteraciones de volumen que experimentan los materiales al entrar en relación con el agua; en numerosos casos, esta interacción produce reacciones de manera inmediata, mientras que en otros casos los cambios se manifiestan de manera estacional, pronunciados especialmente en suelos con contenido arcilloso o arenoso, así como en suelos probablemente colapsar.
- ✓ Se aconseja la aplicación de cargas, técnicas de impermeabilización mediante membranas y otras medidas para su mejora o control.
- ✓ **Resistencia.** Es la capacidad de los suelos para reaccionar a las demandas de carga mientras previenen la deformación y la falla. Los suelos arcillosos son los menos resistentes, especialmente cuando entran en contacto con mucha humedad.
- ✓ Se recomiendan estabilizaciones mediante técnicas de compactación, precarga, drenaje, mecánicas o químicas para aumentar la resistencia de los suelos arcillosos.
- ✓ **Permeabilidad.** Dado que el suelo está compuesto por partículas de varios tamaños, una de sus características es la presencia de poros. Esto a menudo se relaciona con dos

cuestiones fundamentales: la derivación de la presión intersticial y el flujo de agua a través del suelo.

- ✓ **Compresibilidad.** la característica por la cual la carga hace que el volumen del piso disminuya. La razón por la que los suelos gruesos se compactan menos es porque su superficie irregular obliga a las partículas a estar en contacto constante. Por el contrario, los suelos finos se compactan mucho más porque el material puede llenar los vacíos resultantes y reducir el volumen. La correspondencia entre el índice de plasticidad y la compresibilidad del material es directa.
- ✓ **Durabilidad.** Esto está relacionado con su capacidad para soportar la intemperie (impacto), la erosión y el desgaste causado por el tráfico.

2.2.6. Suelos Arcillosos

Ellos "contienen capas de partículas microscópicas y submicroscópicas, principalmente de mica, minerales arcillosos y otros minerales. Según Braja (2015), las partículas $< 0,002$ mm se consideran arcillas. Este marco divide los suelos arcillosos en diferentes grupos según en el tamaño y la plasticidad de sus partículas, en lugar de solo los minerales que contienen. Se describe que la arcilla tiene una "cantidad finita de agua", parafraseando a Grim (1953). Las partículas que se vuelven plásticas cuando se combinan se definen como tales (Braja, 2015), las arcillas que presentan plasticidad actuarán como masilla o arcilla en contacto, característica que está íntimamente ligada al grado de elasticidad e hinchamiento del suelo. (Braja, 2015).

Tabla 2

Clasificación de suelos de acuerdo al tamaño de la partícula

Nombre de la organización	Tamaño de grano (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)	>2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	<0.002
Departamento de Agricultura de E.U. (USDA)	>2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	<0.002
Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	<0.002
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de E.U., Oficina de Reclamación de E.U., Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	Finos (p.ej., limos y arcillas) <0.075	

Nota. Braja M. Das (2015)

2.2.6.1. Características

- a) **Plasticidad.** Esta es una de las particularidades de los suelos francos finos generalmente. Debido a esta propiedad, estos suelos varían en consistencia (resistencia al corte) dependiendo de la humedad. Una película de agua rodea las partículas de arcilla, creando un resultado de manchado en el que el suelo húmedo se vuelve incapaz de soportar los esfuerzos cortantes a medida que la capa de agua se espesa. Esta propiedad ocurre cuando se forma una película de agua cerca de las partículas de arcilla. Muchas variables afectan la plasticidad, incluido el contenido de humedad, el tamaño, la forma y la estructura de las partículas, la existencia de materia orgánica y la soltura de las partículas.
- b) **Hinchamiento o expansividad.** La absorción de agua (o retención de agua en los poros) aumenta el volumen del material del suelo. Las arcillas de esmectita, especialmente la montmorillonita, son propensas a este fenómeno. Se forma cuando el agua penetra en los

poros del suelo, lo que hace que las capas del suelo se separen y creen fuerzas electrostáticas que se repelen entre sí. Este proceso de expansión separa completamente unas capas de suelo de otras. El fenómeno opuesto, llamado contracción, es la pérdida de agua y una disminución de volumen.

- c) **Superficie específica.** El área de superficie determinada es la correspondencia entre el área de área de una partícula de suelo y su masa. Los suelos arcillosos son de grano relativamente fino y, por lo tanto, tienen un área de superficie específica grande (en comparación con los suelos granulares). Este es un parámetro muy importante si queremos apreciar la relación de las partículas de arcilla con el medio ambiente.
- d) **Tixotropía.** La tixotropía es un fenómeno por el cual la arcilla pierde sus características mecánicas cuando se amasa y actúa más como un líquido. Pero si se descuidan, estas cualidades volverán. La arena se derrumba con frecuencia, una característica de la arcilla. La duración del tiempo de residencia del material, la severidad de la condición inicial, el contenido de humedad y la porosidad del material afectan su tixotropía.

2.2.6.2. Clasificación de los suelos arcillosos

- a) **Caolinitas.** Se caracteriza por una estructura espaciosa cuando se satura, dando como resultado un tono muy estable. Consisten en capas sucesivamente apiladas de dióxido de silicio y aluminio.
- b) **Illitas.** Las rocas sedimentarias contienen este mineral arcilloso en sus poros. Dos capas de óxido de aluminio están intercaladas entre dos capas de óxido de silicio en su estructura, que se caracteriza además por el entrelazamiento de iones de potasio entre las capas. En comparación con la caolinita, generalmente tiene un poco más de expansión. aunque menos que la montmorillonita.

- c) **Montmorillonitas.** Se refiere a una arcilla expansiva que exhibe una estructura altamente análoga a la de las illitas, si bien su unión es más frágil, lo que la hace particularmente inestable al entrar en relación con el agua.

Figura 10. Suelo Arcilloso



Nota. Google imágenes.

2.2.7. Subrasante

Se trata de la capa superior de la superficie en la base de una excavación en un terreno, que además sirve como base para el pavimento. Por esta razón, debe cumplir con ciertas propiedades específicas. Según lo definido en el "Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos", se refiere a la zona final en una carretera, nivelada después de realizar movimientos de tierra (ya sea corte o relleno), sobre la cual se instalará la estructura del pavimento o afirmado. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

En la prospección de suelos, es posible hallar diversos tipos de materiales que podrían ser empleados como sustratos. El MTC establece una conexión entre las clasificaciones de suelos según las normas AASHTO y SUCS, a través del siguiente cuadro:

Tabla 3

Correlación de tipos de suelos AASHTO-SUCS

Clasificación de suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de suelos SUCS ASTM-D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Nota. Clasificación equivalente entre ambos sistemas. (MTC, 2014)

Una vez que se ha realizado la clasificación del material, se procede a establecer un plan de ensayos CBR (Índice de Capacidad de Soporte California). Este ensayo consiguió el importe de resistencia del suelo, el cual estará relacionado con el 95% de la Máxima Densidad Seca (MDS) y se realizó mediante una perspicacia de carga estándar de 2,54 mm.

Hay clases de la subrasante referente al CBR, según el valor derivado podemos catalogar y describir la conducta de los suelos.

Tabla 4

Categorías de Subrasante

Categorías de subrasante	CBR
S0: Sub rasante Inadecuada	CBR<3%
S1: Sub rasante Insuficiente	De CBR \geq 3% a CBR<6%
S2: Sub rasante Regular	De CBR \geq 6% a CBR<10%
S3: Sub rasante Buena	De CBR \geq 10% a CBR<20%

S4: Sub rasante Muy Buena	De CBR \geq 20% a CBR<30%
S5: Sub rasante Excelente	CBR<30%

Nota. Clasificación de subrasante en función de la capacidad de soporte. (MTC, 2014).

2.2.8. Clasificador de rutas

Este es el informe oficial del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el cual abarca las carreteras actualmente en funcionamiento y aquellas planificadas, categorizadas como parte de la Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional, y Tinto Vial Vecinal o Rural.

2.2.8.1. Red vial Nacional

Se refiere a las vías de comunicación designadas como carreteras de interés nacional, que están compuestas por las arterias viales principales en términos longitudinales y transversales. Estas carreteras conforman el fundamento del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Además, desempeñan el papel de receptores primarios tanto para las carreteras de ámbito departamental o regional como para las carreteras de carácter vecinal o rural.

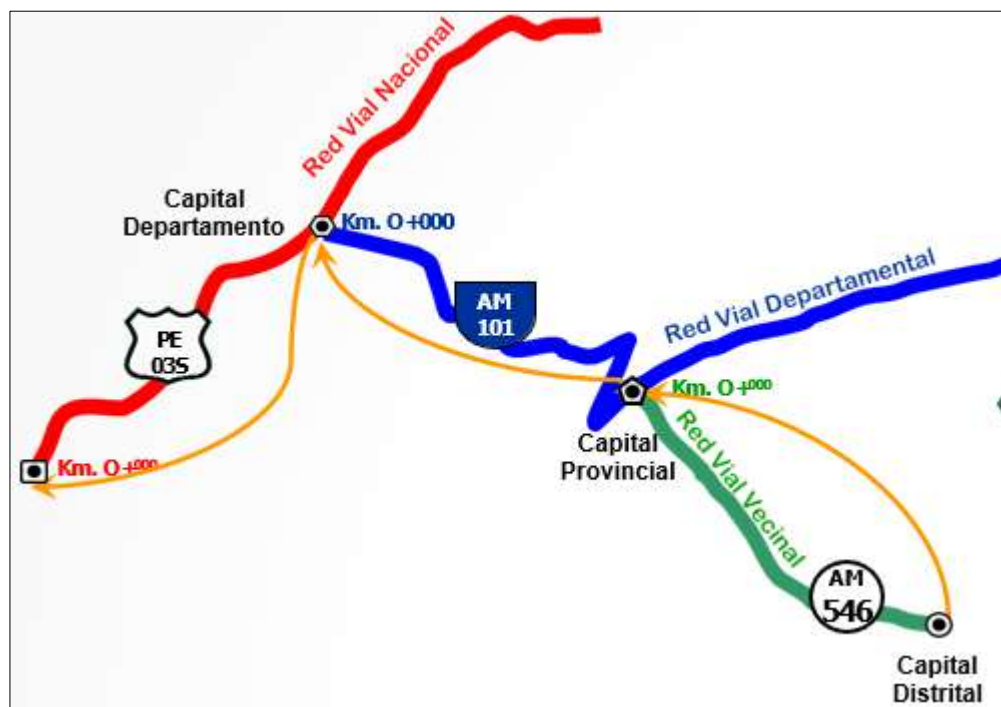
2.2.8.2. Red Vial Departamental o Regional

Se componen de las carreteras que forman la infraestructura vial dentro de los límites geográficos de una entidad gubernamental regional. Su función principal es la interconexión entre la Red Vial Nacional y la Red Vial Vecinal o Rural.

2.2.8.3. Red Vial Vecinal o Rural

Esta categoría abarca las carreteras que integran la estructura vial local, limitándose al ámbito geográfico de una comunidad. Su propósito principal es establecer conexiones entre las capitales de provincia y las capitales de distrito, así como entre estas últimas y los centros poblados o áreas de influencia local. Estas carreteras también cumplen la función de vincularse con las redes viales nacionales y departamentales o regionales.

Figura 11. Jerarquización vial por funcionalidad - SINAC



Nota. Provias Descentralizado – MTC.

2.2.9. Ensayos de Laboratorio

a) Análisis Granulométrico por tamizado – MTC E 107

El ensayo en cuestión se lleva a cabo con el propósito de analizar la composición granulométrica de una muestra de suelo, con el fin de evaluar la distribución de la amplitud de partículas presentes. Para lograr esto, se determina el porcentaje de material que atraviesa diversos tamices, llegando hasta el tamaño de 74 mm (tamiz N° 200).

La ejecución de este ensayo demanda el uso de ciertos equipos esenciales, entre ellos balanzas, horno para secado, tamices con mallas cuadradas de diferentes aberturas, así como brochas, cepillos y recipientes (taras) para manipular y contener la muestra.

Mediante la observación de las dimensiones de las partículas, es posible identificar y clasificar el material sometido a ensayo. El manual "Suelos y Pavimentos" (2014)

presenta una tabla que detalla los diversos tamaños y sus correspondientes tipos de materiales.

Tabla 5

Material en función al tamaño de las Partículas

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

Nota. Manual de Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2014).

✓ **Clasificación AASHTO (Asociación de Estadounidense de funcionarios de Carreteras y Transportes del Estado).**

Este sistema desarrollado en 1929 por Hogentogler y Terzaghi, categoriza los suelos en 8 grupos principales, designados desde A-1 hasta A-8, según su granulometría, límite líquido e índice de plasticidad. Los suelos A-1, A-2 y A-3 son considerados materiales granulares (como canto rodado, grava o arena), mientras que los suelos A-4, A-5, A-6 y A-7 pertenecen a la categoría de materiales finos (limo y arcilla). Por otro lado, el suelo A-8, aunque no se encuentra comúnmente en las tablas de clasificación, se refiere a suelos con alta concentración de materia orgánica, como las turbas. La clasificación de los suelos a través de este sistema se basa en la información proporcionada por los análisis granulométricos y los límites de Atterberg.

Tabla 6

Clasificación 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.	N.P.	...	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			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Nota. Extraído de Wikipedia, s.f.

✓ **Clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)**

Este sistema de clasificación, propuesto inicialmente por Arthur Casagrande en 1932, se fundamenta en el estudio granulométrico y los límites de Atterberg como criterios principales. La clasificación se divide en dos clases: suelos gruesos y suelos finos. Se determina en función del porcentaje de partículas que atraviesan el tamiz N° 200. Si menos del 50% del peso total pasa por este tamiz, el suelo se clasifica como grueso. Por otro lado, si más del 50% pasa por el tamiz N° 200, se considera un suelo fino. A continuación, se muestra la nomenclatura de este sistema para las distintas clases de suelo.

Tabla 7

Clasificación SUCS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)
INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

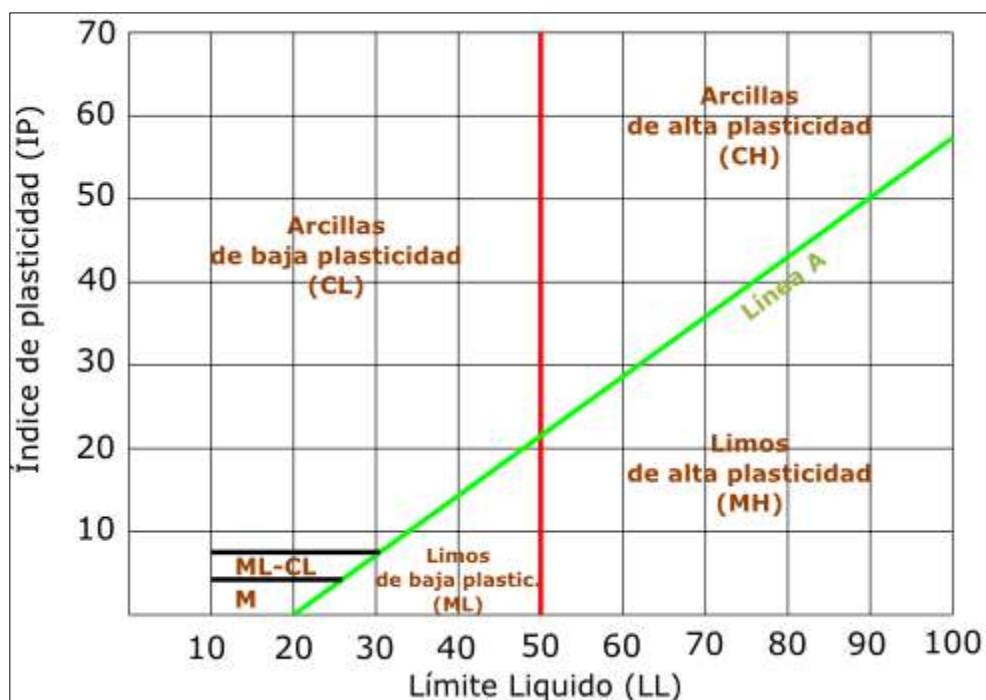
DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕ Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No. 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	<p>DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO: SUELO: Mimos del 9%-GW,GPSW,SP; mris del 12%: GM,GC,SM,SC. Entre 5% y 12%: Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles **</p> <p>COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA Cc: entre 1 y 3. Cu = D₆₀ / D₁₀ Cc = (D₃₀)² / (D₁₀)(D₆₀)</p> <p>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O LP. MENOR QUE 4.</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON LP. MAYOR QUE 7.</p> <p>Cu = D₆₀ / D₁₀ mayor de 6 ; Cc = (D₆₀)² / (D₁₀)(D₆₀) entre 1 y 3.</p> <p>No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O LP. MENOR QUE 4.</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON LP. MAYOR QUE 7.</p> <p>G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad</p>		
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos			
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo		GRAVAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	
		GC				Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4	ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas	SW		Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	
			SP		Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	
	ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas	SM		Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	
			SC		Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.	
	SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕ Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No. 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML		Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	<p>CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)</p>
			CL		Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.			
		MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diazómicáceos, más elásticos.			
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.			
		OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.			
P		Turbas y otros suelos altamente orgánicos.				

** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.
⊕ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.
* LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFIO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL LP. ES DE 6 O MENOS. EL SUFIO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Nota. Google imágenes.

Para la categorización de suelos finos, se incorpora también la carta de plasticidad de Casagrande. Esta herramienta complementaria ayuda a definir los sufijos M (para limos) y C (para arcillas) cuando un material granular incluye una proporción significativa de partículas finas. La carta de plasticidad permite una categorización más precisa al considerar tanto la distribución de tamaño de partículas como las propiedades de plasticidad del suelo en cuestión.

Figura 12. Carta de plasticidad de Casagrande



Nota. Google imágenes

b) Límite líquido – MTC E 110

El ensayo busca identificar el nivel máximo de humedad que un suelo puede alcanzar sin transitar de su estado plástico a líquido. De acuerdo a (Castro, 2017), en el estado líquido, la resistencia al corte del suelo es tan mínima que incluso una leve carga puede provocar su fluidez. El MTC (2014), este ensayo, conocido como "Límites de Atterberg - Límite Líquido", implica la eliminación arbitraria del contenido de humedad. En el

ensayo, se crea una ranura entre dos porciones de una pasta de suelo y se cierra a lo largo de su base en una distancia de 13 mm (equivalente a 1/2 pulgada). La prueba implica dejar caer una copa de un dispositivo específico desde una altura de 1 cm, realizando 25 caídas a una velocidad de 2 caídas por segundo. La idea es observar cuantos golpes se requieren para que el surco separador se cierre debido a la plasticidad del suelo. Este procedimiento determina el límite líquido del suelo, que es el contenido de humedad en el cual la pasta de suelo adquiere una consistencia líquida y el surco se cierra. El límite líquido es un parámetro fundamental en la caracterización de la plasticidad y comportamiento del suelo.

El límite líquido se calcula, mediante las siguientes ecuaciones:

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

Donde:

N = Cantidad de impactos necesarios para cerrar la hendidura en función del contenido de humedad.

W^n = Contenido de humedad del suelo.

c) **Límite plástico – MTC E 111**

El Manual de Carreteras (MTC) define el límite plástico como el contenido de humedad más bajo con el cual es posible constituir cilindros de suelo de aproximadamente 3.2 mm (1/8") de diámetro, al rodar la muestra entre las manos o sobre una superficie lisa, preferentemente de vidrio esmerilado. Estos cilindros no deben agrietarse antes de conseguir la medida indicada.

A través de los resultados obtenidos de los límites sobre los puntos (a) y (b), se puede calcular el índice de plasticidad. Este índice representa la discrepancia entre el límite

líquido y el límite plástico: Índice de plasticidad (IP) = Límite líquido (LL) - Límite plástico (LP)

El índice de plasticidad, en última instancia, indica el nivel de contenido de humedad en el cual un suelo se mantiene en un estado plástico. Esta propiedad ayuda a una clasificación más detallada del tipo de suelo en función de estos resultados, requiere información valiosa sobre su comportamiento y características.

d) Ensayo Proctor Modificado – MTC E 115

Este ensayo de laboratorio tiene como objetivo establecer la correspondencia entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos, lo cual se simboliza mediante una curva de compactación. En este procedimiento, se espesan muestras de suelo en capas dentro de moldes con dimensiones estandarizadas. La compactación se realiza manejando un pistón de 10 lb (libras), el cual, al ser aplicado desde una altura específica, genera una energía de compactación de 2700 kilonewton-metros por metro cúbico (KN-m/m³).

La ejecución de este ensayo permitirá determinar dos aspectos clave: el contenido óptimo de humedad y la densidad máxima seca del suelo bajo una energía de compactación determinada. Estos resultados son de gran importancia para el diseño y construcción de obras geotécnicas, ya que tienen información suficiente sobre las condiciones ideales de compactación para lograr la mayor densidad y resistencia del suelo.

La curva de compactación que se consigue a partir de este ensayo visualiza cómo varían los valores de contenido de agua y peso unitario seco en función del proceso de compactación, ayudando así a identificar el punto óptimo en cuál se alcanza la máxima densidad del suelo.

Existen 3 métodos para la realización de este ensayo:

METODO “A”

Molde: 101.6 mm (4 pulg.) de diámetro

Material: se emplea el que pasa por el tamiz 4.75 mm (N° 4)

Numero de capas: 5

Golpes por capa _ 25

Uso: cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4).

METODO “B”

Molde: 101.6 mm (4 pulg.) de diámetro

Material: se emplea el que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8 pulg)

Numero de capas: 5

Golpes por capa: 25

Uso: cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) y 20% o menos de peso del material es retenido en el tamiz 9.5 mm (3/8 pulg).

METODO “C”

Molde: 152.4 mm (6 pulg.) de diámetro

Material: se emplea el que pasa por el tamiz 19.0 mm (3/4 pulg)

Numero de capas: 5

Golpes por capa: 56

Uso: cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz 9.50 mm (3/8 pulg) y menos de 30% en peso del material es retenido en el tamiz 19.0 mm (3/4 pulg).

Figura 13. *Materiales para el Ensayo Proctor*



Nota. Se observa una paleta, cucharones, moldes de 4", bandeja y martillo. Fuente: Google Imágenes.

e) Ensayo CBR – MTC E 132

El ensayo de California Bearing Ratio (CBR) admite calcular el índice de resistencia de los suelos, también acreditado como relación de soporte. Para realizar este ensayo, se deben preparar las muestras de suelo en condiciones específicas de humedad y densidad.

El ensayo de CBR se utiliza para evaluar la resistencia potencial de diversos materiales, como sub-base y material de base, en el contexto de obras de ingeniería y construcción. Proporciona información valiosa sobre cómo un suelo o material reaccionará bajo carga y presión, lo que es fundamental para el esbozo y la construcción de pavimentos y estructuras.

Se realizan cálculos para cada muestra de suelo, obteniendo dos valores: uno a una penetración de 0,1 pulgadas y otro a una penetración de 0,2 pulgadas, los cuales se expresan como porcentajes en comparación con su valor estándar mediante la fórmula siguiente:

$$CBR = \frac{\text{Resistencia a la penetracion (Psi) requerida para penetrar 0.1 pulg}}{1000 \text{ lb/pulg}^2}$$

Los moldes se sumergen en agua con la carga adicional aplicada, permitiendo que el agua fluya libremente a través de la parte superior e inferior de la muestra durante un período de 96 horas (4 días).

Figura 14. *Materiales para Ensayo CBR*



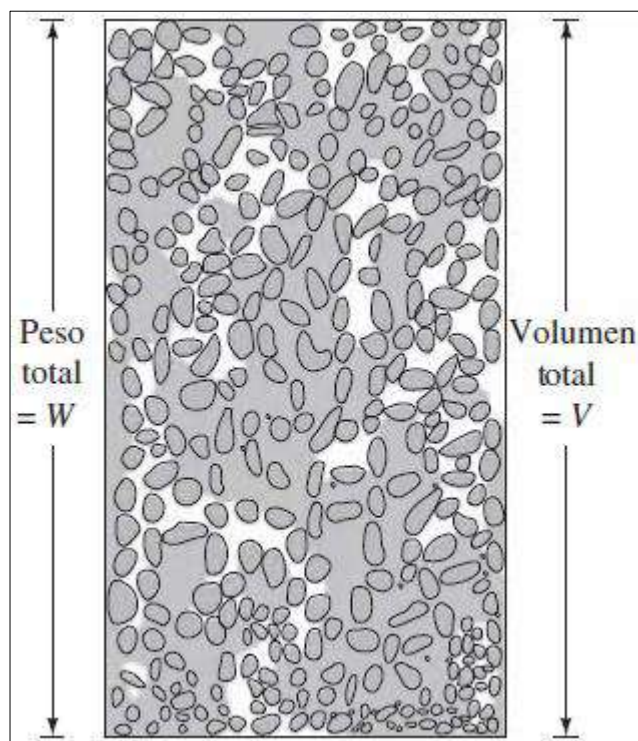
Nota: en la imagen se observa una paleta, cucharones, martillo, moldes, anillos, sobrecarga, etc. Laos, 2022

2.3. Bases conceptuales o Definición de términos básicos

2.3.1. Suelo

(Braja, 2015) Se define al suelo como una "mezcla no consolidada de partículas minerales y materia orgánica descompuesta (sólidos) con líquido y aire presente en los espacios intersticiales entre las partículas sólidas".

Figura 15. Elemento de suelo en estado natural



Nota: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Fuente: Braja M. Das (2015)

2.3.2. Granulometría

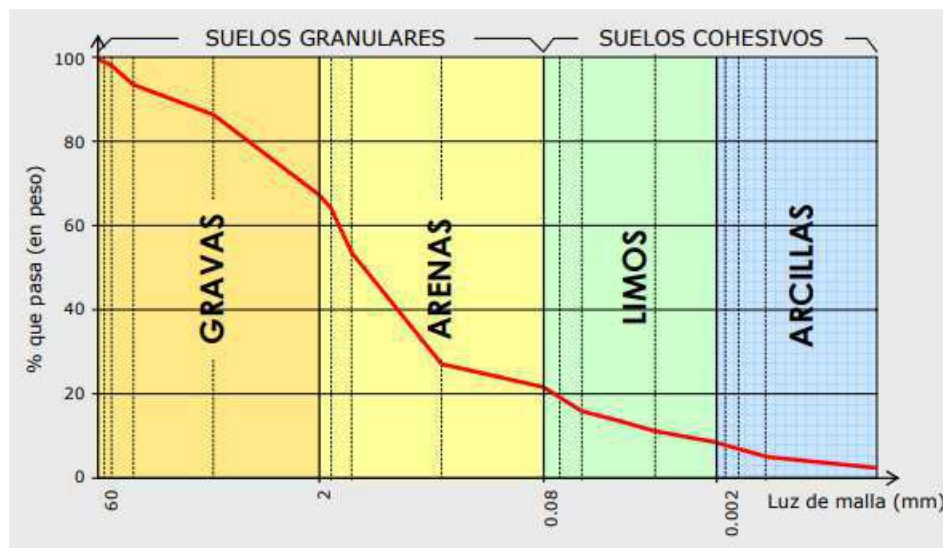
La denominación para la colocación de las partículas de un suelo por su tamaño se conoce como "análisis granulométrico". Este proceso implica la selección y separación de las partículas de suelo en diferentes fracciones de tamaño, utilizando ensayos normalizados que emplearon tamices con mallas cuadradas de dimensiones variadas.

- ✓ **Curva granulométrica.** El gráfico que representa las proporciones de los diferentes volúmenes de granos que componen un árido se llama "curva granulométrica". Esta curva muestra, en un eje, los tamaños de partículas (generalmente en escala logarítmica) y, en el otro eje, los porcentajes ponderales o volumétricos de cada tamaño de partículas en la muestra. La curva granulométrica proporciona información visual sobre la distribución de tamaño de partículas en el

material. Puede ayudar a comprender la gradación del material y su comportamiento en términos de permeabilidad, compactación, capacidad de drenaje y otras propiedades geotécnicas granular.

figura 1

Curva Granulométrica de un suelo



Nota. Manual de Carreteras-Tomo II: Elementos y Proyecto, por Blázquez & Beviá en 1999 (pág.

6)

2.3.3. Plasticidad

La propiedad que mide la capacidad de los suelos para deformarse sin fracturarse bajo la influencia de las fuerzas de las películas de agua internas se conoce como "plasticidad". Esta característica permite que el material experimente deformación bajo cierto nivel de esfuerzo sin desarrollar fisuras.

El estudio de la plasticidad de los suelos a menudo se realiza mediante el análisis de curvas esfuerzo-deformación de los materiales. Estas curvas describen cómo cambia la deformación del suelo en respuesta a diferentes niveles de esfuerzo. La forma de estas curvas

está influenciada por las propiedades y características específicas del material, y proporciona información valiosa sobre su comportamiento ante cargas y esfuerzos aplicados.

2.3.4. Compactación

El proceso mediante el cual se aplica energía controlada a un suelo suelto mediante golpes repetidos se denomina "compactación". Este proceso tiene como objetivo principal eliminar los espacios vacíos en el suelo, aumentando su densidad y, por ende, mejorando propiedades como la capacidad de soporte y estabilidad, entre otras.

En la compactación, se busca lograr la "densidad máxima compactada seca", que representa la mayor densidad que un suelo puede conseguir al ser compactado a una humedad óptima específica. Esta humedad óptima se conoce como "humedad óptima", que es la participación de humedad ideal para que un suelo, sometido a una determinada energía de compactación, alcance su máxima densidad. En resumen, la compactación es un procedimiento esencial en la ingeniería geotécnica para optimizar las propiedades mecánicas de los suelos, y su éxito se basa en alcanzar una densidad máxima compactada seca a través de la humedad óptima adecuada.

2.3.5. Resistencia

La resistencia se describe a la capacidad de los elementos estructurales para aguantar las cargas a las que están expuestas sin experimentar fracturas. Esta capacidad de resistir esfuerzos se ve influenciada por diversos factores, incluyendo el tipo de material utilizado, la geometría de la estructura y las conexiones entre los elementos.

En otras palabras, la resistencia de una estructura se relaciona con su habilidad para mantener su integridad y funcionalidad frente a las fuerzas que actúan sobre ella, sin sufrir daños o colapsar. Para asegurar una resistencia adecuada, es esencial considerar cuidadosamente la selección de materiales, el diseño estructural y la calidad de las uniones en la construcción.

III. METODOLOGÍA

3.1. **Ámbito**

Con respecto al problema de investigación presentado en la sección 1.1, se ha empleado un suelo de naturaleza arcillosa con el propósito de examinar las posibles alteraciones que pueden surgir al incorporar distintos niveles de vidrio triturado. Este material, que actualmente se considera un residuo en la industria de la construcción, se caracteriza por su versatilidad de aplicación, por lo que es fundamental impulsar su reutilización.

La recolección de vidrio triturado reciclado se ha realizado de las vidrierías locales ubicadas en el distrito de amarilis, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco.

Las muestras de suelo han sido extraídas de 03 calicatas con la cantidad necesaria del camino departamental UC-104, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

Ubicación política

Tramo : Emp. PE-18 C (Campo Verde) – Pimentel – Pte. Agua blanca – L.D (HU-104 a Tournavista)

Código de Ruta : UC-104

Distrito : Campo Verde

Provincia : Coronel Portillo

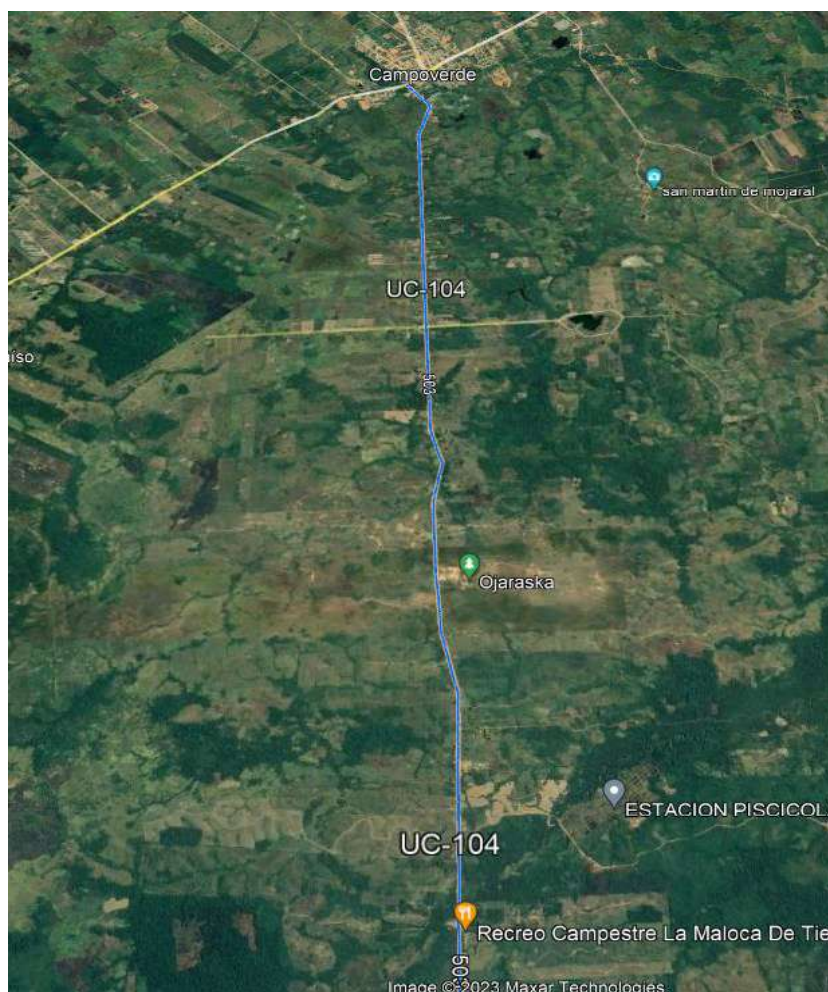
Departamento : Ucayali

Coordenadas geográficas

Latitud : -8.478459914203231

Longitud : -74.8085294986756

Figura 16. Camino departamental UC-104, Ucayali.



Nota: Imagen Satelital - Google Earth.

3.2. Población y selección de muestra

3.2.1. Población

López (2004), lo define como el grupo de elementos o individuos que se busca investigar. Esta población o universo puede englobar a personas, animales, datos médicos, registros de nacimientos, muestras de laboratorio, incidentes de tráfico y diversas categorías similares.

La población de análisis consistirá en todos los suelos de naturaleza arcillosa, que se distribuyen a nivel nacional, aunque se presentan con mayor predominio en la región amazónica. En el contexto de este estudio y considerando la conveniencia de obtener muestras de manera

eficiente, la población objeto de investigación se limitará a los suelos arcillosos situados en el tramo del camino departamental UC-104, específicamente en la ruta que se extiende desde la Intersección PE -18 C (Campo Verde) hasta Pimentel, continuando hacia Pte. Agua Blanca y LD (HU-104 a Tournavista), que corresponde al distrito de Campo Verde, perteneciente a la provincia de Coronel Portillo en el departamento de Ucayali.

3.2.2. Selección de la muestra

(Hernandez et al., 2018) en su obra, llegan a la conclusión de que la muestra constituye una subsección del conjunto más amplio de la población de interés, en la cual se recopilarán datos. Destacan la importancia de establecer una definición y delimitación precisa de esta muestra, enfatizando además la necesidad de que dicha muestra sea representativa de la población en su conjunto.

Antes de definir la muestra, es esencial destacar que los suelos arcillosos, según la clasificación AASHTO, son considerados materiales de regular e insuficiente calidad para su uso en subrasantes viales. Además, el Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos, establece que, para la exploración de suelos en carreteras con bajo volumen de tránsito, se requiere una calicata por kilómetro a una profundidad de 1,50 metros.

Dentro de este contexto y debido a factores de accesibilidad, la selección de la muestra se llevará a cabo mediante la metodología No Probabilística. Esto se debe al alcance específico del estudio, donde la elección de la muestra se basará en la discreción del investigador. En línea con esta consideración, hemos optado por realizar el estudio con muestras provenientes de 02 calicatas.

- 100% Suelo Arcilloso y 0% vidrio triturado.
- 92% suelo Arcilloso y 8% vidrio triturado.

- 88% Suelo Arcilloso y 12% vidrio triturado.
- 84% Suelo Arcilloso y 16% vidrio triturado.

3.3. Nivel, tipo y diseño de estudio

3.3.1. Tipo de investigación

Existen diferentes categorías para clasificar una investigación, según el propósito, es de tipo aplicada, “porque el objeto de esta investigación es una parte de la realidad concreta que se da en el tiempo y ocupa espacio” (Caballero , 2013)

En relación al enfoque adoptado, se trata de una investigación de carácter cuantitativo, ya que se emplearán herramientas de análisis matemático y se tendrán la capacidad de anticipar fenómenos a través de datos numéricos. Asimismo, en cuanto a la recopilación de datos, se clasifica como una investigación prospectiva, ya que los datos serán recabados en el momento en que están a la orden del día el fenómeno objeto de estudio.

3.3.2. Nivel de investigación

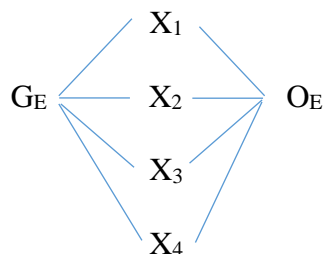
Esta investigación tiene el nivel de relacional, ya que, según (Hernandez et al., 2018) menciona “este tipo de estudio tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categoría o variables en una muestra o contexto en particular” (pág. 93).

El objetivo principal de este estudio será investigar las posibles conexiones entre la incorporación de vidrio triturado en distintas cantidades y la mejora de las características mecánicas de los suelos arcillosos utilizados en subrasantes. Específicamente, se pretende analizar si el triturado podría funcionar como un agente estabilizante en estos suelos de vidrio.

3.3.3. *Diseño de estudio*

Considerando los objetivos a lograr, el nivel y el enfoque de investigación, se emplea un diseño cuasi experimental. En este enfoque, se planifican pruebas donde se introducen modificaciones intencionadas en las variables que influyen en un proceso o sistema (causas hipotéticas), con el propósito de observar, identificar y analizar las relaciones entre las causas y las respuestas obtenidas (Cortés y Iglesias , 2004), además que la selección de las muestras no es de manera aleatoria.

La variable del vidrio triturado será controlada con el fin de investigar cómo afecta el comportamiento de los suelos arcillosos, mediante la observación durante la realización de los ensayos correspondientes. La estructura del diseño de esta investigación se sintetiza en el siguiente diagrama:



Donde:

G_E = Grupo experimental – Suelo Arcilloso con tratamientos

O_E = Observacion experimental

$X_1, X_2, X_n \dots ; n$ = Grado de manipulacion de la variable independiente.

3.4. Métodos, Técnicas e instrumentos

3.4.1. *Método Inductivo*

Este enfoque comienza con el examen de situaciones específicas, en este caso, las proporciones de suelos arcillosos combinados con porcentajes de vidrio triturado para mejorar

las características de los suelos arcillosos en la subrasante. La confirmación de las hipótesis se logrará mediante la validación de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.

3.4.2. Técnicas

Siguiendo la estructura de nuestro diseño y los logros que buscamos alcanzar en nuestra investigación, optaremos por emplear la técnica de observación durante la fase experimental para medir y registrar los datos relevantes. Es recomendable establecer con anticipación los elementos específicos que deseamos observar, así como establecer un marco teórico preliminar o esquema conceptual. Esta planificación previa permitirá una dirección clara en nuestras observaciones y una mejor organización de los datos recopilados, facilitando el análisis y la interpretación coherente de los resultados.

Para la recolección de datos se usará:

Información indirecta. Se trata de la recopilación de información que no se obtiene directamente de una fuente original, sino que se adquiere a través de referencias y recomendaciones de otras fuentes. Existen tres categorías de fuentes de información, las cuales se describen en detalle a continuación:

- ✓ Fuentes primarias: Estas entienden tesis, libros, revistas, artículos, documentos oficiales, disertaciones, trabajos presentados en conferencias o seminarios, artículos periodísticos, recursos en línea, testimonios de expertos, foros, páginas web, entre otros.
- ✓ Fuentes secundarias: En este grupo se incluyen resúmenes y referencias que mencionan y comentan de manera breve artículos, libros, tesis, disertaciones y otros documentos relevantes en el campo de investigación en cuestión.
- ✓ Fuentes terciarias: Estas consisten en compendios y directorios de títulos, revistas, autores, organizaciones científicas, catálogos de libros y otros materiales similares. Estos

documentos recopilan nombres y títulos de las fuentes previamente mencionadas. Son especialmente útiles para identificar fuentes no documentales.

Pruebas estandarizadas. (Hernandez et al., 2018) Se menciona que estas evaluaciones cuantifican aspectos particulares, y en nuestra situación específica, contamos con protocolos establecidos para cada análisis de laboratorio que se llevará a cabo. Cada uno de estos procedimientos nos brindará la capacidad de identificar las cualidades y particularidades de los suelos arcillosos, tanto en su estado original como cuando se incorpora el vidrio triturado.

Observación Directa. Se trata de un método de recopilación en el que se utiliza los sentidos para examinar y analizar los hechos y situaciones actuales, con el propósito de describirlos y comprenderlos. Esta técnica implica llevar a cabo un registro detallado de cómo se comportan los sujetos u objetos que están siendo investigados.

3.4.3. Instrumentos

Los medios utilizados para la obtención de información serán los siguientes:

- ✓ Formatos normalizados de laboratorio específicos para los ensayos de Granulometría, Consistencia, Proctor y CBR.
- ✓ Además, se emplearán formatos adicionales diseñados para la presentación de resultados de manera que posibiliten una visualización exhaustiva de los datos obtenidos en cada uno de los análisis. Esto permitirá realizar comparativas pertinentes y lograr la consecución de los objetivos planteados.

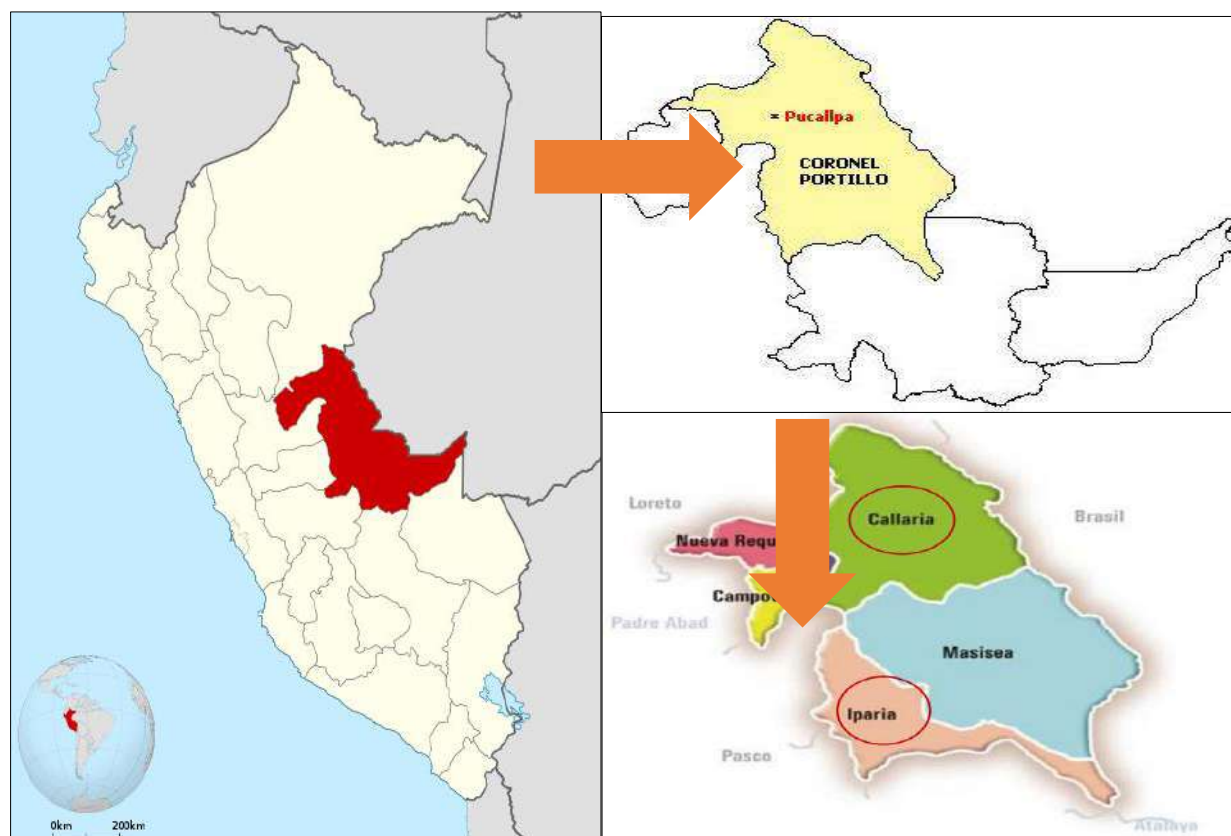
3.5. Procedimiento

3.5.1. Ubicación y localización de los materiales.

Suelo arcilloso. En la región selvática se ubican los suelos arcillosos, y se llevará a cabo la búsqueda de muestras de suelo en la provincia de Coronel Portillo, Ucayali. Este proceso

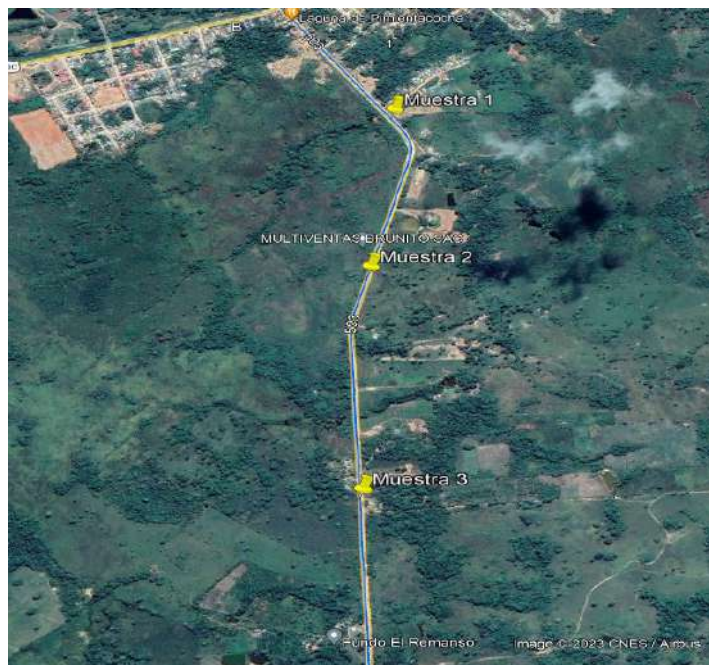
involucrará una fase de trabajo de campo, seguida por un reconocimiento detallado de la zona de estudio. La determinación precisa de los puntos de investigación se basará en la evaluación del investigador y se regirá por las pautas establecidas en el Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos. Una vez completada esta etapa, se procederá a recolectar las muestras, las cuales serán trasladadas al laboratorio para confirmar su clasificación adecuada.

Figura 17. Ubicación del Material Arcilloso a nivel departamental, Provincial y distrital



Nota. Elaboración propia

Figura 18. Ubicación del Suelo Arcilloso



Nota. Imagen Satelital – Google Earth.

La remoción del suelo se ha llevado a cabo manualmente mediante el uso de herramientas adecuadas, seguido de la recolección y embolsado de las muestras en sacos con un peso aproximado de 30 a 41 kg. Estos sacos serán transportados al laboratorio para llevar a cabo los ensayos correspondientes. La profundidad de la excavación se establecerá en 1,50 m, y los estratos anteriores consistirán en materiales orgánicos y limosos.

Vidrio triturado. Se ha reciclado de vidrierías locales del distrito Amarilis, Huánuco. Estos desechos son fragmentos de vidrio de pequeño tamaño que se generan durante la fabricación de elementos como ventanas y mamparas, entre otros. Se opta por utilizar este tipo de residuos debido a que no considera aptos para su reutilización, ya que su manipulación resulta complicada debido a las posibles lesiones que podrían ocasionar al estar fracturados.

Posterior al reciclado se trasladó al laboratorio, y para añadir en forma triturado primero se ha lavado los residuos de vidrio con agua a presión, con el fin de eliminar las impurezas que pueden producir cambios en la investigación.

Luego de esto, se dio paso a la fase dos del proceso de fragmentación, en la cual se ha llevado a cabo una reducción manual de los fragmentos a dimensiones de 2 a 3 pulgadas, con el propósito de hacerlos más manejables. Este proceso se realizó utilizando herramientas como una comba y un martillo, siguiendo estrictas medidas de seguridad que incluyen el uso de guantes de cuero, una camisa de manga larga, pantalones de jean resistente, mascarilla y gafas protectoras.

Como tercer paso en la secuencia de molienda, se ha sometido el vidrio a una primera trituración mediante la Máquina de los Ángeles alimentado por electricidad. Este dispositivo permitirá obtener fragmentos de vidrio similares en tamaño a los de una arena gruesa.

La cuarta y última etapa involucra una segunda trituración en el mismo Máquina de los Ángeles eléctrico, con especial atención para retirar los fragmentos de vidrio de mayor envergadura. Durante esta fase, se ha llevado a cabo también el proceso de tamizado del vidrio triturado a través de una malla N° 200. Una vez completada esta operación, el vidrio triturado ha sido añadido a la muestra de suelo arcilloso.

3.5.2. Procedimiento técnico

3.5.2.1. Recolección de muestras

Según el manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. Para la obtención del valor CBR de diseño de subrasante. En los sectores con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de sub rasante en función al siguiente criterio:

Si los valores no son parecidos o no son similares, tomar el valor crítico (el más bajo) o en todo caso subdividir la sección a fin de agrupar subsectores con valores de CBR parecidos o similares a definir el valor promedio. La longitud de los subsectores no será menor a 100 m.

En la presente investigación se realizaron 03 (tres) calicatas en el camino departamental EMP. PE-18C (Campo Verde) – Pimentel – Pte. Agua Blanca – L.D. Huánuco (HU-104 a Tournavista), dichas calicatas se tomarán dentro de un tramo de 3.62 km, estimando una sección homogénea de suelo arcilloso, a una profundidad de 1.50 m.

Coordenadas UTM de las Calicatas

Tabla 8

Coordenadas UTM de las Calicatas

Calicata	Profundidad (m)	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
C-01	1.50	521386.43 m	9062331.87 m
C-02	1.50	521349.85 m	9059354.47 m
C-03	1.50	521485.60 m	9056464.71 m

Nota. Coordenadas de la extracción de muestra. Fuente: Elaboración Propia

Figura 19. Ubicación de las calicatas



Nota. Calicata N° 01, N° 02. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 20. Ubicación de las calicatas



Nota. Calicata N° 03. **Fuente:** Elaboración propia.

3.5.2.2. Preparación de muestras



Nota. Para cada ensayo se requieren cantidades específicas de Vidrio Triturado.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. Fase experimental

3.5.3.1. Análisis granulométrico

Figura 21. Análisis Granulométrico



Nota. Análisis granulométrico a una muestra de Vidrio Triturado con equipo mecánico.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3.2. Límites de Atterberg

Figura 22. Muestra Tamizada para el ensayo de Límites de Atterberg



Nota. Muestras con tratamientos al 8%, 12% y 16% para ensayos de Límites de Atterberg.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 23. Saturación de la muestra para el ensayo de Límites de Atterberg



Nota. Muestras con tratamientos al 8%, 12% y 16% para ensayos de Límites de Atterberg.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 24. Ensayo de Limite Liquido



Nota. Muestra sin Vidrio Triturado. **Fuente:** Elaboración Propia.

Figura 25. Ensayo de Limite Plástico



Nota. Muestra sin Vidrio Triturado. **Fuente:** Elaboración Propia.

3.5.3.3. Ensayo Proctor Modificado – Método “A”

Figura 26. Preparación de Muestra para Ensayo Proctor Modificado



Nota. Muestra natural con adición de 8% de vidrio triturado. **Fuente:** Elaboración Propia.

Figura 27. Ensayo de la combinación al 12% de Vidrio Triturado



Nota. Compactación manual de la muestra con adición de 12% de vidrio triturado.

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.3.4. Ensayo CBR

Figura 28. Preparación de Moldes a 55, 26 y 12 golpes, al 12% de Vidrio Triturado.



Nota. Moldes para ensayo de CBR. **Fuente:** Elaboración Propia.

Figura 29. Preparación de Moldes a 55, 26 y 12 golpes, al 8%, 12% y 16% de Vidrio Triturado.



Nota. Los moldes se saturan después de ser compactados, se mide la expansión del material cada día. **Fuente:** Elaboración Propia.

Figura 30. Ensayo de Moldes al 16% de Vidrio Triturado.



Nota. Después de 4 días se realiza el ensayo correspondiente en la maquina universal, en la fotografía se observa el mejor resultado añadiendo 12%. **Fuente:** Propia

3.6. Plan de tabulación y análisis de datos estadísticos

Para llevar a cabo el análisis de los datos recopilados en relación a los impactos generados por el vidrio triturado en el suelo arcilloso, se ha empleado como herramienta principal el software de hojas de cálculo Excel. En esta plataforma se han configurado formatos que contienen la información pertinente y adecuada para cada uno de los ensayos que se realizarán en el transcurso específico de esta investigación. Los resultados de laboratorio serán sometidos a un análisis exhaustivo, cuya presentación se realizará a través de una variedad de gráficos, incluyendo representaciones de barras, histogramas, líneas y dispersión.

Además de utilizar el software, la interpretación de los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio se ha respaldado mediante referencias bibliográficas relevantes. Para organizar y

sistematizar la información de manera eficiente, se ha empleado tablas resumen y fichas textuales que ha contribuido a una presentación ordenada y coherente de los resultados.

3.7. Consideraciones éticas

Consentimiento informado. Se ha informado a los usuarios del tramo Emp. PE-18C (Campo Verde) – Pimentel – Pte. Agua Blanca – L.D. Huánuco (HU-104 a Tournavista) para el presente estudio, con el propósito de que se tenga el permiso para ejecutar los puntos de investigación antes determinados.

Se mantendrá el debido respeto por la utilización de información proveniente de otros autores, investigaciones y regulaciones vigentes. Estos recursos se citarán adecuadamente a lo largo de este estudio, resaltando sus contribuciones y avances. En el contexto de la investigación, se reconoce la relevancia ética de observar los principios de propiedad intelectual y se hace un esfuerzo por salvar el trabajo intelectual de terceros.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados descriptivos

ANÁLISIS GRANULOMETRIA DE LA CALICATA 01

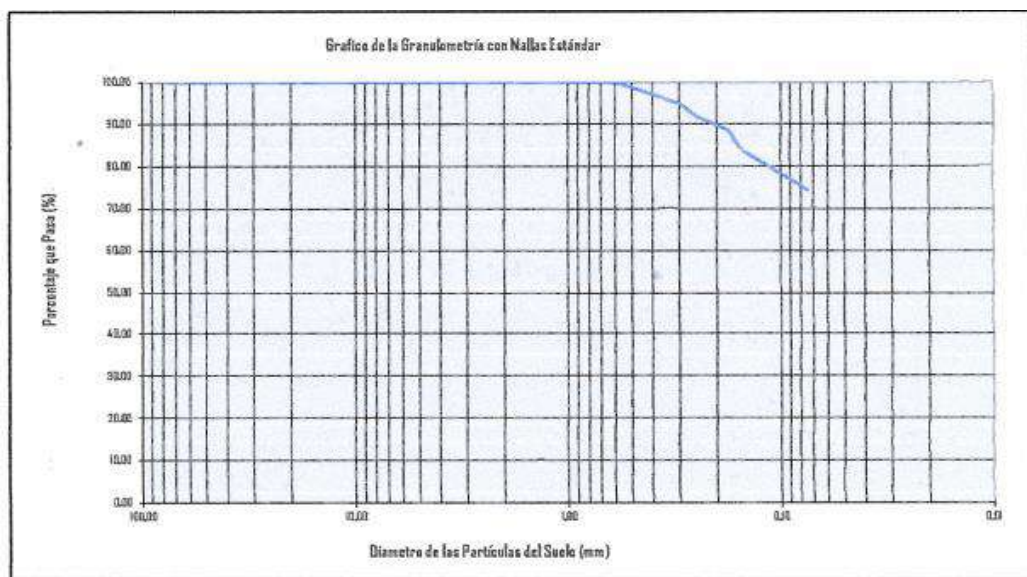
Tabla 9

Análisis granulométrico de la muestra (M) 01

TAMIZ N°	Diametro (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumul. (%)	Retenido parcial (%)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.50	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.53	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 10	2.00	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 20	0.85	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 30	0.59	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 40	0.43	24.35	97.57	0.02	2.44
N° 50	0.30	26.81	94.88	0.05	2.68
N° 60	0.25	29.28	91.96	0.08	2.93
N° 80	0.18	32.64	88.69	0.11	3.26
N° 100	0.15	48.90	83.80	0.16	4.89
N° 200	0.08	92.43	74.56	0.25	9.24
CAZOLETA	0	745.63	0.00	1.00	74.56
TOTAL			1000.00		

Tabla 10

Curva Granulométrica de la muestra (M) 01



Nota. En la tabla se logra apreciar el análisis granulométrico donde el porcentaje pasante por la malla N°200 es 74.56%.

LIMITES DE ATTERBERG DE LA CALICATA 01

Tabla 11

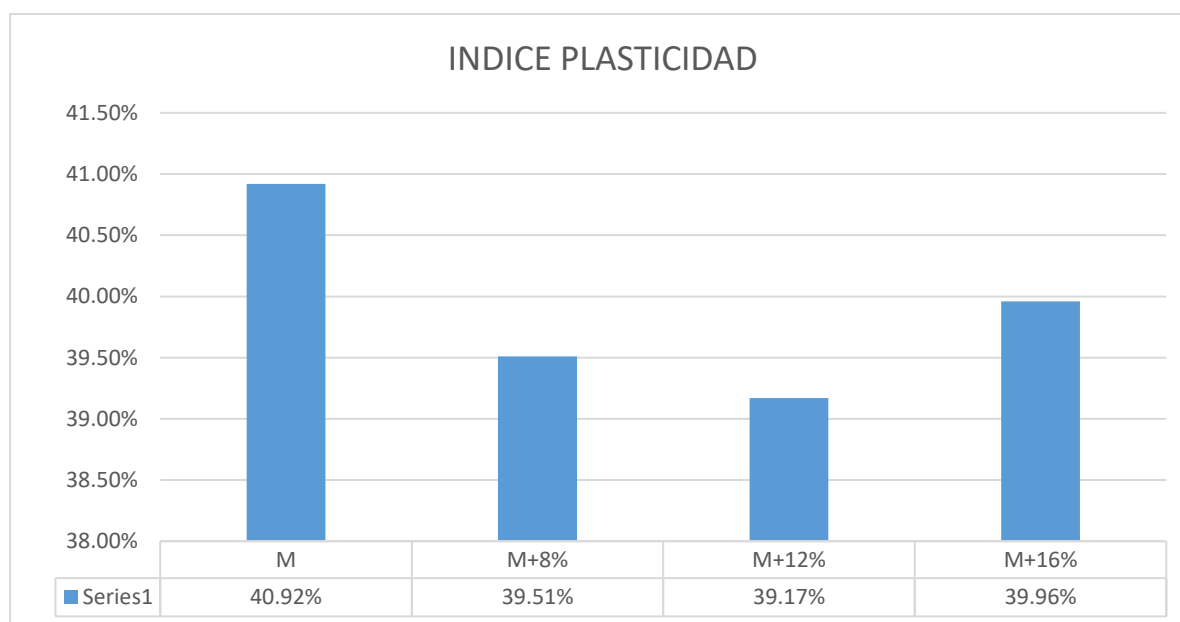
Limites de Atterberg de la calicata 01

LIMITES DE ATTERBERG				
	LL	LP	IP	SUCS
M	66.81%	25.89%	40.92%	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)
M+8%	63.76%	24.25%	39.51%	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)
M+12%	61.25%	22.08%	39.17%	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)
M+16%	62.00%	22.04%	39.96%	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)

Nota. Resultado de ensayo de la calicata 01. Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 1

Índice de Plasticidad de la calicata 01



Los índices de plasticidad son menores con las diferentes dosificaciones de vidrio triturado (8%, 12% y 16%) en comparación de la muestra patrón.

PROCTOR MODIFICADO DE LA CALICATA 01

Tabla 12

Proctor modificado de la calicata 01

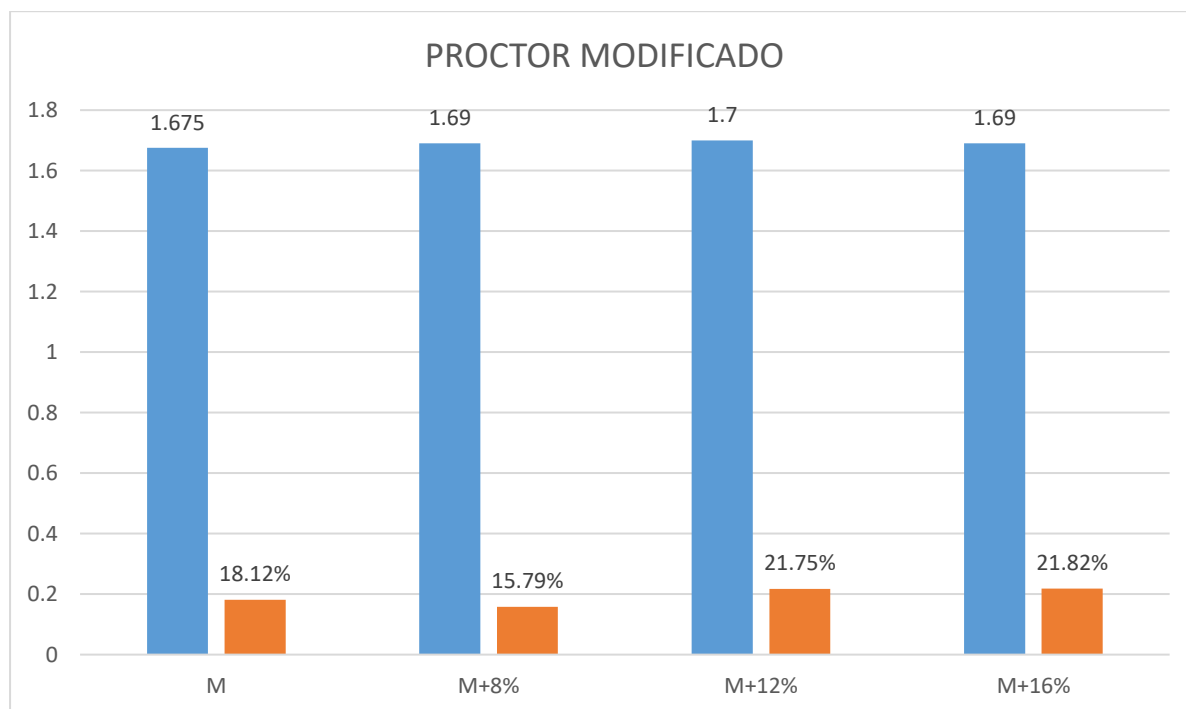
PROCTOR MODIFICADO		
	Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	Humedad optima (%)
M	1.675	18.12%

M+8%	1.69	15.79%
M+12%	1.7	21.75%
M+16%	1.69	21.82%

Nota. Resultado de ensayo de la calicata 01. Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 2

Proctor Modificado de la calicata 01



Se aprecia que la muestra con la incorporación de 12% de vidrio triturado se obtiene un mayor máximo densidad seca con valor de 1.70 kg/cm³ y un contenido de humedad de 21.75%.

CBR DE LA CALICATA 01

Tabla 13

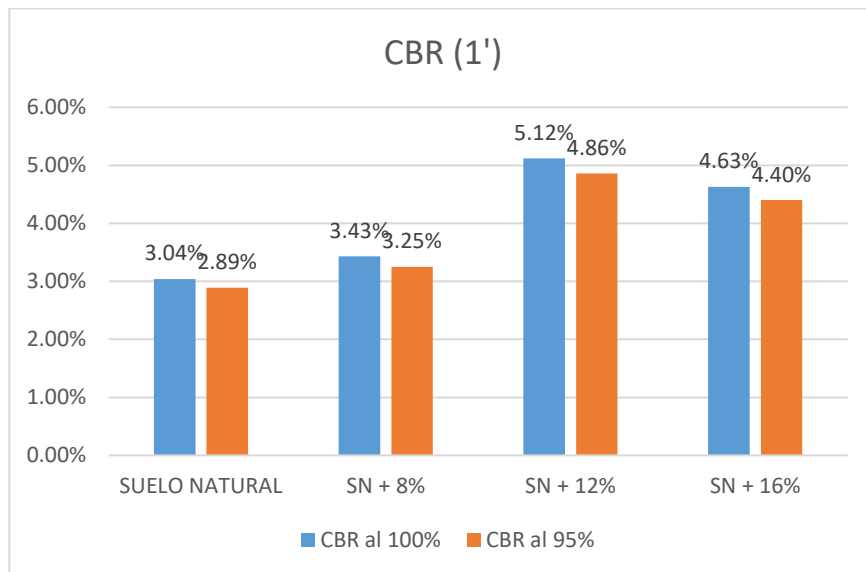
CBR de la calicata 01

	CBR	
	100%	95%
M	3.04%	2.89%
M+8%	3.43%	3.25%
M+12%	5.12%	4.86%
M+16%	4.63%	4.40%

Nota. Resultado de ensayo de la calicata 01. Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 3

Capacidad de Soporte de la calicata 01



El CBR mayor se obtiene con la incorporación de 12% de vidrio triturado con valor de 5.12% al 100% y 4.86% al 95%.

ANÁLISIS GRANULOMETRIA DE LA CALICATA 02

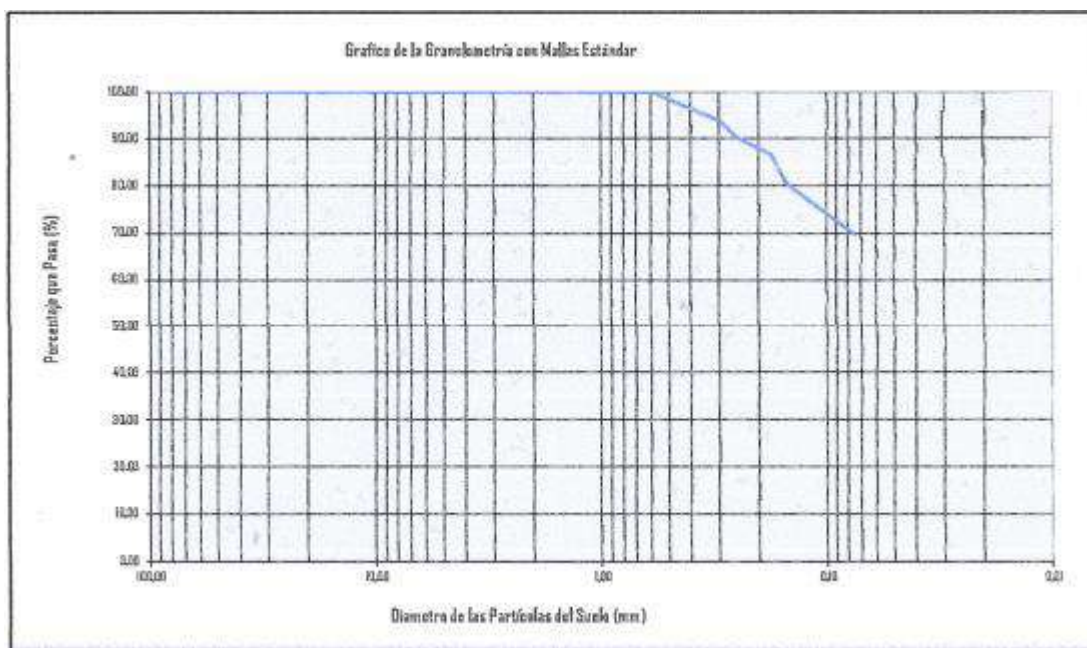
Tabla 14

Análisis Granulométrico de la muestra (M) 02

TAMIZ N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido	Porcentaje Pasante (%)	Retenido acumul. (%)	Retenido parcial (%)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.50	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.53	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 10	2.00	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 20	0.85	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 30	0.59	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 40	0.43	28.31	96.96	0.03	3.04
N° 50	0.30	29.41	93.79	0.06	3.16
N° 60	0.25	32.21	90.33	0.10	3.46
N° 80	0.18	32.52	86.83	0.13	3.50
N° 100	0.15	58.89	80.50	0.19	6.33
N° 200	0.08	98.41	69.92	0.30	10.58
CAZOLETA	0	650.25	0.00	1.00	69.92
TOTAL			930.00		

Tabla 15

Curva Granulométrica de la muestra (M) 02



Nota. En la tabla se logra apreciar el análisis granulométrico donde el porcentaje pasante por la malla N°200 es 69.92%.

LIMITES DE ATTERBERG DE LA CALICATA 02

Tabla 16

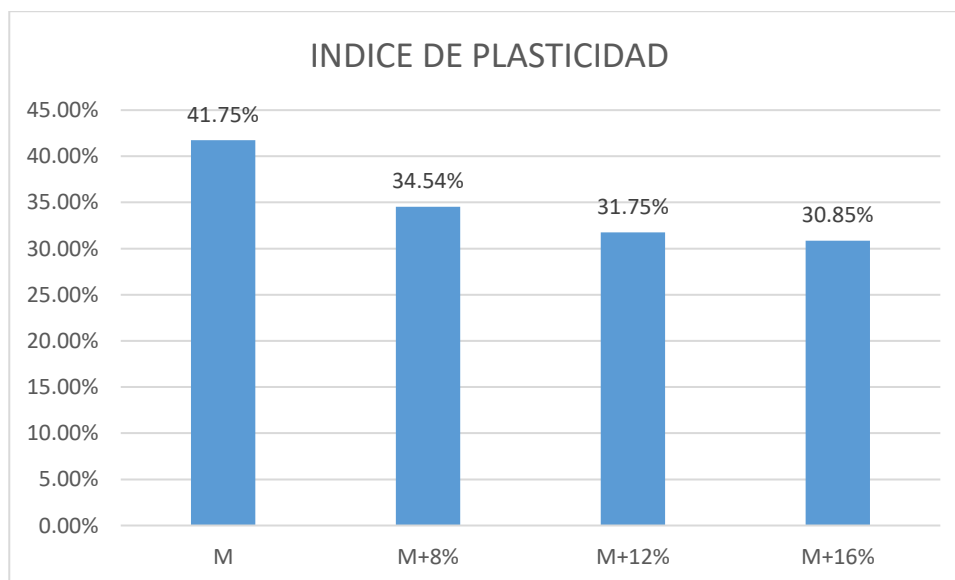
Límites de Atterberg de la calicata 02

LIMITES DE ATTERBERG				
	LL	LP	IP	SUCS
M	67.42%	25.67%	41.75%	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)
M+8%	59.82%	25.28%	34.54%	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)
M+12%	54.82%	23.07%	31.75%	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)
M+16%	52.45%	21.60%	30.85%	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)

Nota. Resultado de ensayo de la calicata 02. Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 4

Índice de Plasticidad de la calicata 02



Los índices de plasticidad son menores con las diferentes dosificaciones de vidrio triturado (8%, 12% y 16%) en comparación de la muestra patrón.

PROCTOR MODIFICADO DE LA CALICATA 02

Tabla 17

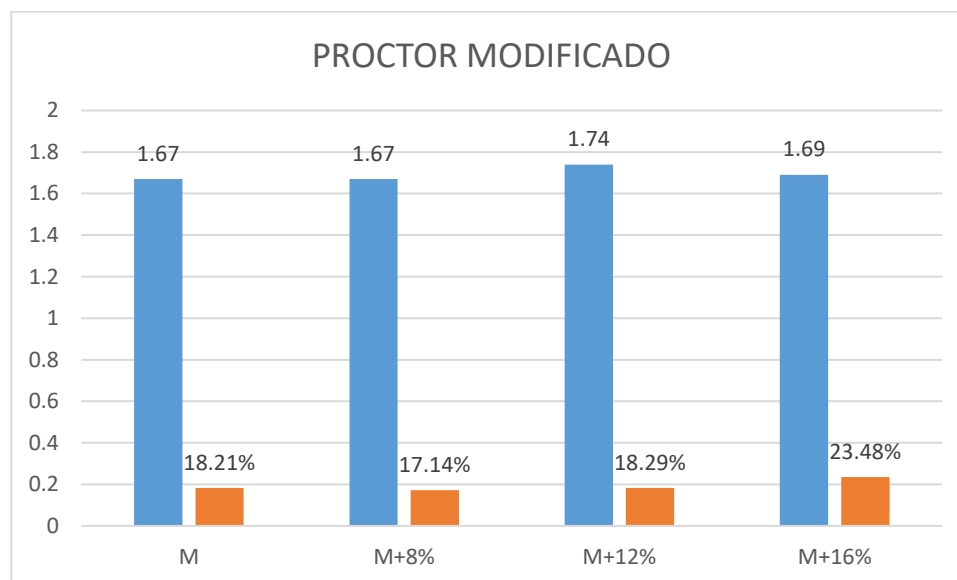
Proctor Modificado de la calicata 02

PROCTOR		
	Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	Humedad optima (%)
M	1.67	18.21%
M+8%	1.67	17.14%
M+12%	1.74	18.29%
M+16%	1.69	23.48%

Nota. Resultado de ensayo de la calicata 02. Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 5

Proctor modificado de la calicata 02



Se aprecia que la muestra con la incorporación de 12% de vidrio triturado se obtiene un mayor máximo densidad seca con valor de 1.74 kg/cm³ y un contenido de humedad de 18.29%.

CBR DE LA CALICATA 02

Tabla 18

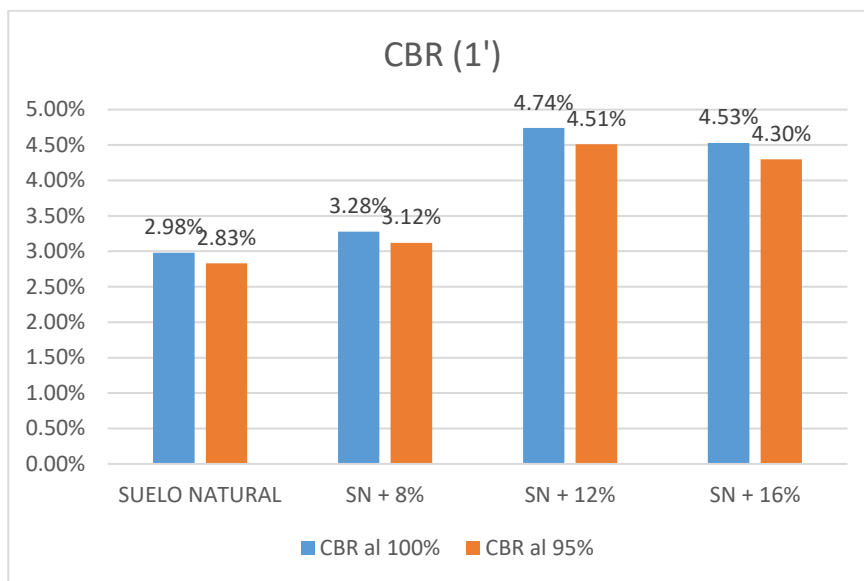
CBR de la calicata 02

CBR		
	100%	95 %
M	2.98%	2.83%
M+8%	3.28%	3.12%

M+12%	4.74%	4.51%
M+16%	4.53%	4.30%

Nota. Resultado de ensayo de la calicata 02. Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 6
Capacidad de Soporte de la calicata 02



El CBR mayor se obtiene con la incorporación de 12% de vidrio triturado con valor de 4.74% al 100% y 4.51% al 95%.

ANALISIS GRANULOMETRIA DE LA CALICATA 03

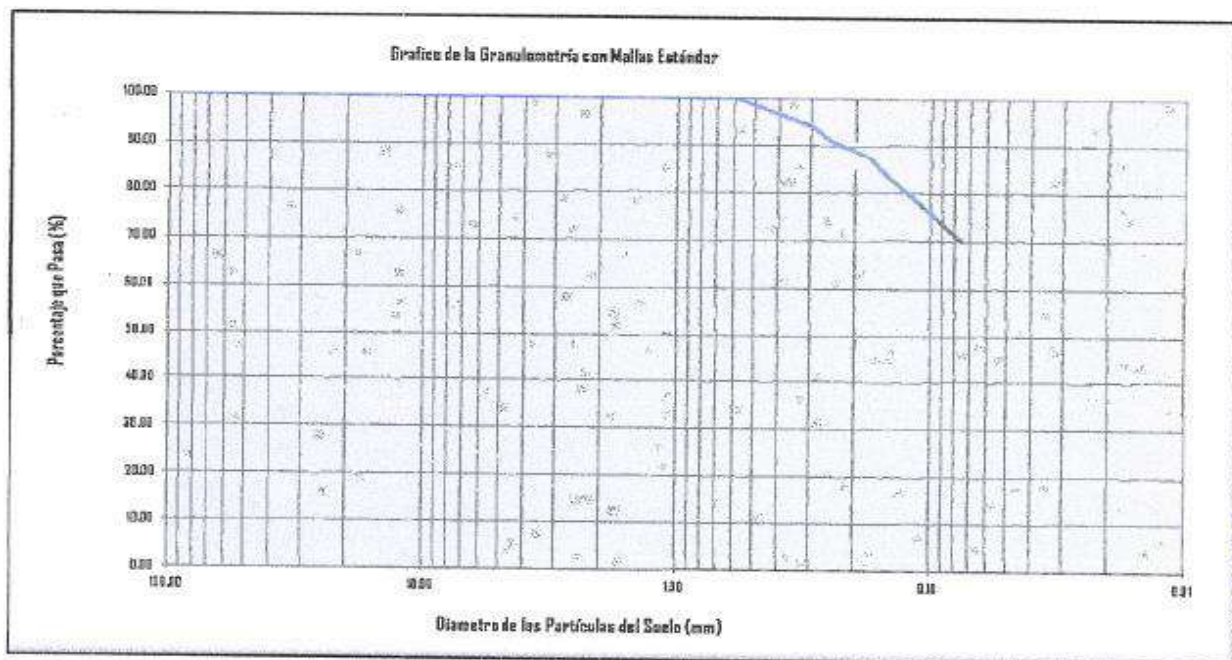
Tabla 19

Análisis Granulométrico de la muestra (M) 03

TAMIZ N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumul. (%)	Residuo parcial (%)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.50	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.53	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.75	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 10	2.00	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 20	0.85	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 30	0.59	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 40	0.43	28.31	97.17	0.03	2.83
N° 50	0.30	29.41	94.23	0.06	2.94
N° 60	0.25	32.21	91.01	0.09	3.22
N° 80	0.18	32.52	87.76	0.12	3.25
N° 100	0.15	35.89	83.87	0.16	3.89
N° 200	0.08	138.41	70.03	0.30	13.84
CAZOLETA	0	700.25	0.00	1.00	70.03
TOTAL			1000.00		

Tabla 20

Curva Granulométrica de la muestra (M) 03



Nota. En la tabla se logra apreciar el análisis granulométrico donde el porcentaje pasante por la malla N°200 es 70.03%.

LIMITES DE ATTERBERG DE LA CALICATA 03

Tabla 21

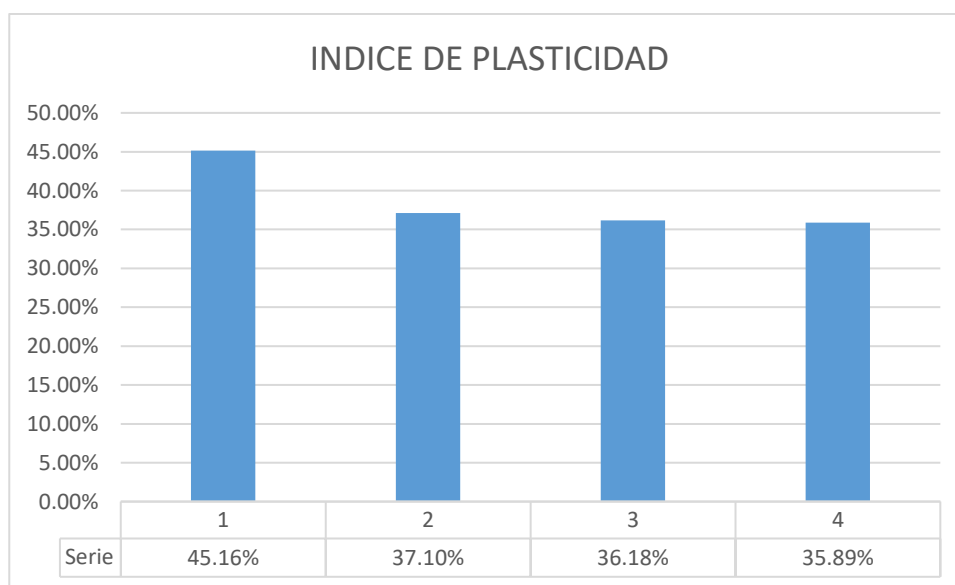
Límites de Atterberg de la calicata 03

LIMITES DE ATTERBERG				
	LL	LP	IP	SUCS
M	68.64%	23.48%	45.16%	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)
M+8%	60.13%	23.03%	37.10%	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)
M+12%	55.90%	19.72%	36.18%	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)
M+16%	55.13%	19.24%	35.89%	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)

Nota. Resultado de ensayo de la calicata 03. Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 7

Índice de Plasticidad de la calicata 03



Los índices de plasticidad son menores con las diferentes dosificaciones de vidrio triturado (8%, 12% y 16%) en comparación de la muestra patrón.

PROCTOR MODIFICADO DE LA CALICATA 03

Tabla 22

Proctor Modificado de la calicata 03

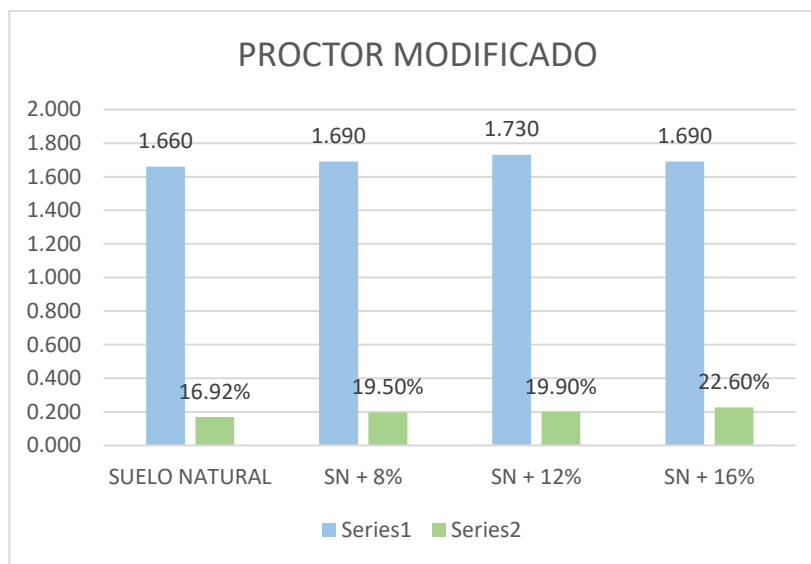
PROCTOR		
	Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	Humedad optima (%)
M	1.66	16.92%
M+8%	1.69	19.50%

M+12%	1.73	19.90%
M+16%	1.69	22.60%

Nota. Resultado de ensayo de la calicata 03. Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 8

Proctor Modificado de la calicata 03



Se aprecia que la muestra con la incorporación de 12% de vidrio triturado se obtiene un mayor máximo densidad seca con valor de 1.73 kg/cm³ y un contenido de humedad de 19.90%.

CBR DE LA CALICATA 03

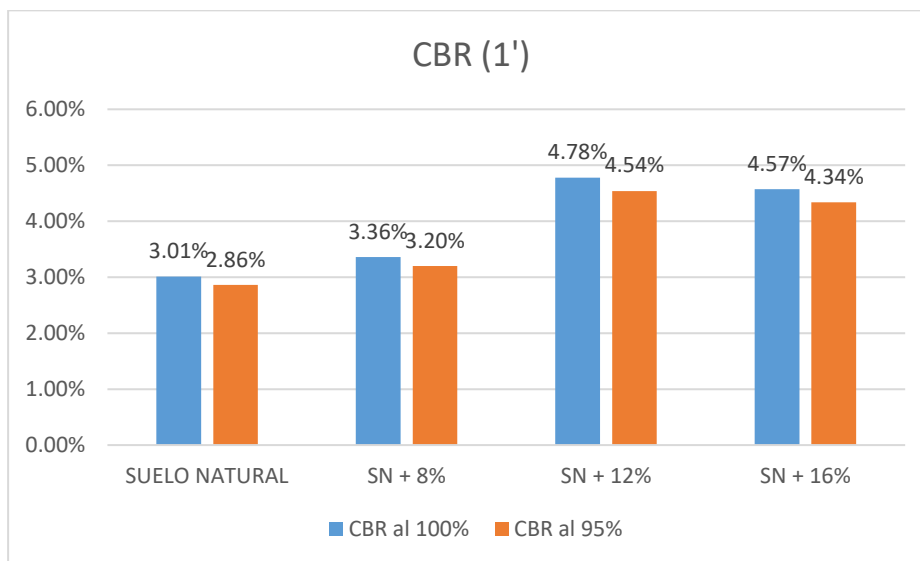
Tabla 23

CBR de la calicata 03

	CBR	
	100%	95 %
M	3.01%	2.86%
M+8%	3.36%	3.20%
M+12%	4.78%	4.54%
M+16%	4.57%	4.34%

Nota. Resultado de ensayo de la calicata 03. Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 9
Capacidad de Soporte de la calicata 03



El CBR mayor se obtiene con la incorporación de 12% de vidrio triturado con valor de 4.78% al 100% y 4.54% al 95%.

Se llegaron a los siguientes resultados

1. Los valores del límite líquido (LL) y límite plástico (LP) experimentaron reducciones al incrementarse el porcentaje de polvo de vidrio.
2. El índice de plasticidad (IP) resultó en todos los casos de incorporación de vidrio en polvo, siendo más acentuado en el caso del 12% de vidrio.
3. La máxima densidad seca (MDD) del suelo mostró mejoras progresivas al añadir 8% y 16% de vidrio triturado.
4. El contenido óptimo de humedad (OMC) llegó hasta alcanzar un valor de 19,98% para el 12% de polvo de vidrio.
5. El número de soporte California Bearing Ratio (CBR) aumentó en todas las proporciones evaluadas, siendo el mayor incremento observado con la mejora de un 12%.

4.2. Análisis inferencial

4.2.1. Planteamiento de normalidad

Tabla 24

Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Densidad máxima Seca (gr/cm ³)	,585	16	,000
Índice de plasticidad	,980	16	,962
Humedad optima (%)	,935	16	,293
C.B.R	,826	16	,006

Nota. Resultado del procesamiento de datos. Fuente: Software estadístico SPSS V26.0

Dado el tamaño de la muestra, se empleará el estadístico Shapiro-Wilk, ya que es muy sugerido para determinar la normalidad de las variables en muestras pequeñas. Así mismo, se observa que al contar con una significancia por encima del margen estipulado de .050, se determinará la normalidad de las variables, caso contrario se asume la no normalidad. Cabe mencionar que al contar con variables normales se trabajará con la prueba Anova de un factor y en caso de las no normales se trabajará con H de Kruskal-Wallis.

4.3. Comprobación de hipótesis

Tabla 25

Comprobación de la primera hipótesis específica para el índice de plasticidad

	Índice de plasticidad			F	Sig.
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática		
Entre grupos	,013	3	,004	5,755	,011
Dentro de grupos	,009	12	,001		
Total	,022	15			

Nota. Resultado del procesamiento de datos. Fuente: Software estadístico SPSS V26.0

Tabla 26

Análisis de comparación post hoc para el índice de plasticidad

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
M+16%	4	,355650	
M+12%	4	,357000	
M+8%	4	,370500	
M	4		,426100

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Como se observa en la tabla 25, se determina una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, y a través de la prueba post hoc que se observa en la tabla 26, se determina que el compuesto M+16% genera un menor índice de error en la plasticidad, por ende, se asume que la adición del vidrio triturado influye significativamente en la plasticidad de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

Tabla 27

Comprobación de la hipótesis densidad máxima seca (gr/cm³)

	Tratamientos	N	Rango promedio	H de Kruskal Wallis	gl	Significancia asintótica
Densidad máxima Seca (gr/cm ³)	M	4	14,50	8.890	3	.031
	M+8%	4	7,75			
	M+12%	4	6,00			
	M+16%	4	5,75			
	Total	16				

Nota. Resultado del procesamiento de datos. Fuente: Software estadístico SPSS V26.0

Tabla 28

Análisis de comparación post hoc

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
M+16%	4	,355650	
M+12%	4	,357000	
M+8%	4	,370500	
M	4		1,668325

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Como se observa en la tabla 27, existe una diferencia entre los diferentes tratamientos de densidad máxima seca (gr/cm³) en donde se aprecia en el análisis post hoc mediante Tukey-B determina en la tabla 28, que el tratamiento M+16% determina una mejor adición del vidrio triturado mejora el comportamiento de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

Tabla 29

Comprobación de la segunda hipótesis específica para el contenido de humedad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,007	3	,002	17,794	,000
Dentro de grupos	,002	12	,000		

Total ,008 15

Nota. Resultado del procesamiento de datos. Fuente: Software estadístico SPSS V26.0

Tabla 30

Prueba post hoc para el contenido de humedad

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
M+8%	4	,174767		
M	4	,177500		
M+12%	4		,199800	
M+16%	4			,226333

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Como se observa en tabla 29, se determinó una diferencia entre los distintos tipos de tratamiento y mediante las pruebas post hoc en la tabla 30, se determinó que los tratamientos M+8% y M presentan un margen de error mínimo, especialmente el tratamiento M+8%. Por ende, se determina que la adición del vidrio triturado influye significativamente en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

Tabla 31

Comprobación de la tercera hipótesis específica para la capacidad de soporte (CBR)

	Tratamientos	N	Rango promedio	H de Kruskal Wallis	gl	Significancia asintótica
Capacidad de Soporte (CBR)	M	4	2.50	14.138	3	.003
	M+8%	4	6.50			
	M+12%	4	14.50			
	M+16%	4	10.50			
	Total	16				

Nota. Resultado del procesamiento de datos. Fuente: Software estadístico SPSS V26.0

Tabla 32

Prueba post hoc para la capacidad de soporte (CBR)

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
M	4	,030100			
M+8%	4		,033567		
M+16%	4			,045767	
M+12%	4				,048800

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Como se observa en la tabla 31, existe diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos y mediante la prueba post hoc en la tabla 32, se observa que el Tratamiento M, presenta un menor índice de error en la capacidad de soporte, demostrando que la adición del vidrio triturado incrementa la Capacidad de Soporte (CBR) de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

V. DISCUSIÓN

Se observa una tendencia consistente en la mejora de las propiedades del suelo de subrasante con la añadidura de polvo de vidrio en diferentes porcentajes. El límite líquido (LL) y el límite plástico (LP) disminuyeron continuamente a medida que se incrementó la proporción de polvo de vidrio en el suelo. Esto indica una reducción en la plasticidad del suelo y una mayor facilidad de manejo durante la compactación.

Además, el índice de plasticidad (IP) disminuyó para todos los porcentajes de vidrio en polvo, lo que significa que la adición de vidrio mejoró la capacidad del suelo para retener agua y reducir la contracción y expansión.

La máxima densidad seca (MDD) del suelo mostró mejoras significativas hasta un 12% de adición de polvo de vidrio. Sin embargo, después de este punto, la MDD se mantuvo constante. Esto sugiere que el polvo de vidrio contribuye a una mayor densificación del suelo, pero existe un límite en el cual la adición adicional de vidrio no produce beneficios adicionales en términos de densidad.

El contenido óptimo de humedad (OMC) redujo hasta un 67% para el 10% de polvo de vidrio. Esto indica que se requería menos agua para lograr la máxima compactación del suelo cuando se agregaba polvo de vidrio. Estos resultados son importantes desde el punto de vista de la construcción, ya que un menor contenido de humedad necesario para la compactación implica una mayor eficiencia y ahorro de recursos.

En cuanto a la resistencia del suelo, se observó un aumento significativo en el Coeficiente de Soporte California (CBR) para las condiciones de no remojado y empapado a medida que aumentaba la proporción de polvo de vidrio. Estos resultados indican una mejora en la carga de carga del suelo y su resistencia al corte con la adición de vidrio.

CONCLUSIONES

- En conclusión, los resultados conseguidos en este estudio indican que la añadidura de polvo de vidrio en el suelo de subrasante tiene un efecto significativo en sus propiedades mecánicas y físicas.
- Se observó una disminución en el límite líquido y límite plástico, lo que indica una mejora en la plasticidad y facilidad de compactación del suelo. El índice de plasticidad disminuye, el IP de la muestra sin adición tiene un valor de 42.61% en promedio, llegando hasta un 35.57% para el tratamiento de muestra al 16% de vidrio triturado.
- Así mismo, conforme se incrementa el porcentaje de vidrio triturado, el valor de la máxima densidad seca disminuye, de 1.668 gr/cm³ (muestra natural) pasando a 1.723 gr/cm³ (muestra natural más 12% vidrio triturado) en promedio, mientras que los valores de óptimo contenido de humedad incrementan moderadamente para la muestra sin adición un 17.75% y para una muestra con adicional al 12% un óptimo contenido de humedad de 19.98% en promedio.
- Además, se encontró que la resistencia a la compresión y el número de soporte CBR aumentaron con la adición de polvo de vidrio hasta cierto porcentaje, de 3.01% (muestra natural) se incrementó a 4.88% (muestra natural más 12% de vidrio triturado) en promedio, pudiendo evidenciar que el material pasa de una categoría de sub rasante insuficiente a uno de categoría inadecuada, incremento 1.62 veces su valor inicial, lo cual indica una mayor capacidad de carga y estabilidad del suelo.
- En base a estos hallazgos, se puede concluir que el porcentaje óptimo de polvo de vidrio residual para mejorar el suelo de subrasante es del 12%. El CBR mayor se obtiene con la incorporación de 12% de vidrio triturado con valor de 5.12% al 100% y 4.86% al 95%

(calicata 01). Asimismo, se validó los resultados mediante la prueba estadística Kruskal Wallis para cada parámetro de análisis planteado. Este porcentaje proporciona mejoras significativas en las propiedades mecánicas del suelo sin comprometer su resistencia a largo plazo. Sin embargo, se recomienda realizar estudios adicionales para evaluar el comportamiento a largo plazo del suelo modificado con polvo de vidrio y considerar aspectos económicos y ambientales antes de su implementación a gran escala en proyectos de construcción de carreteras.

- En resumen, la adición de polvo de vidrio puede ser una estrategia efectiva para mejorar las propiedades del suelo de subrasante, pero se requiere un cuidadoso análisis de los porcentajes óptimos y las limitaciones asociadas. Estos resultados y recomendaciones pueden servir como base para futuras investigaciones y para la aplicación práctica de la modificación del suelo con polvo de vidrio en proyectos de ingeniería civil.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

Basado en los resultados obtenidos, se sugieren las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda emplear mayor cantidad de dosificación para que cumple con el Manual de Carreteras de Suelos y Pavimentos, considerando que el CBR debe ser mayor a 6%.
2. Se deben realizar estudios adicionales para evaluar el comportamiento a largo plazo del suelo modificado con polvo de vidrio, incluyendo la durabilidad y la resistencia a condiciones ambientales adversas.
3. Se recomienda ejecutar pruebas de laboratorio adicionales para evaluar la estabilidad de las mezclas de suelo y polvo de vidrio bajo diferentes cargas y condiciones de humedad.
4. Se deben considerar estudios de viabilidad económica y ambiental antes de implementar la añadidura de polvo de vidrio a gran escala en proyectos de construcción de carreteras.
5. Sin embargo, también se identificaron algunas limitaciones en el estudio. Después de un cierto porcentaje de adición de polvo de vidrio, se evidenció una disminución en la resistencia a la compresión, lo que sugiere una saturación de partículas de vidrio en el suelo. Esto indica que existe un límite en la cantidad óptima de polvo de vidrio que se puede añadir al suelo sin comprometer su resistencia a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaqib, S., & Chakraborty, S. (2020). Effects of Waste Glass Powder on Subgrade Soil Improvement.
https://www.researchgate.net/publication/340967394_Effects_of_Waste_Glass_Powder_on_Subgrade_Soil_Improvement
- ALIAGA , E. (2023). *CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS APLICADO A SUBRASANTES, PROVINCIA PADRE ABAD – UCAYALI, EN EL 2020*. UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES.
https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/5300/T037_45238220_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Babatunde, O., Sani , J., & Sambo , A. (2019). Black Cotton Soil Stabilization using Glass. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*.
http://www.ijirset.com/upload/2019/may/53_Black.pdf
- Braja, D. (2015). *FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA cuarta edición* (Vol. 4). Cengage Learning. <https://www.geologiaviva.info/wp-content/uploads/2022/01/fundamentos-de-ingenieria-geotecnica-BMD.pdf>
- Bravo , B., & Lopez, H. (2021). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura*. Universidad peruana de ciencias aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/654603>
- Burga, G. (2015). *EL RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE CHICLAYO*. Universidad Señor de Sipan.
<https://doi.org/http://orcid.org/0000-0001-5199-9385>

- Caballero , A. (2013). *Metodología Integral Innovadora para Planes y Tesis*. Cengage.
<https://latam.cengage.com/libros/metodologia-integral-innovadora-para-planos-y-tesis/#:~:text=Metodolog%C3%ADa%20Integral%20Innovadora%20para%20Planes%20y%20Tesis%20es%20una%20soluci%C3%B3n,metodolog%C3%ADa%20operativa%20%20simple%20y%20did%C3%A1ctica.>
- Carhuapoma , C., & Tito, J. (2021). *Propuesta de mejora del comportamiento mecánico de Pavimentos Flexibles mediante la aplicación de polvo de fibra de vidrio reciclado sobre subrasante arcillosa de baja plasticidad aplicada al tramo I de la carretera Rodríguez de Mendoza, Amazonas - Perú*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
<https://doi.org/http://doi.org/10.19083/tesis/656814>
- Castro, A. (2017). *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante*. Universidad Nacional de Ingeniería.
<http://hdl.handle.net/20.500.14076/10054>
- Cortés , M., & Iglesias , M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. Universidad Autónoma del Carmen.
<http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/contenido2.pdf>
- Diario el Leon. (2006). El vidrio, un problema. *Diario el leon*, 1.
<https://www.diariodeleon.es/articulo/leon/el-vidrio-un-problema/20060315010000828201.html>
- Díaz, F. (2018). *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz*. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25951/D%c3%adaz_VF.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Gutierrez, C. (2010). “*ESTABILIZACION QUIMICA DE CARRETERASNO PAVIMENTADAS EN EL PERU Y VENTAJAS COMPARATIVAS DEL CLORURO DE MAGNESIO (BISCHOFITA) FRENTE AL CLORURO DE CALCIO*”. Universidad Ricardo Palma.
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/116/gutierrez_ca.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2018). *Metodologia de la investigacion*. Mc Graw Hill Education. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Jolly, J., Rose, J., Mareena , J., & Thomas, M. (2017). Effect of Glass Powder on Engineering Properties of Clayey Soil. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH & TECHNOLOGY (IJERT)*, 06.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17577/IJERTV6IS050024>
- Laos, C. (2022). *Efectos de la ceniza de biomasa de palma aceitera en la estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante, Huánuco 2022*. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8320>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (ABRIL de 2014). *PORTAL MTC PERU*.
 PORTAL MTC PERU:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *PORTAL GOB PERU*. PORTAL GOB PERU: <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

- Ministerio del Ambiente. (01 de Mayo de 2018). *Ministerio del Ambiente*. Ministerio del Ambiente: <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/>
- Morales , L. (2018). *EL VIDRIO EN LA EDIFICACIÓN. PROPIEDADES, APLICACIONES Y ESTUDIOS DE FRACTURAS EN CASOS REALES*. Universidad Politecnica de Catalunya.
- https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/116414/Mem%C3%B2ria_MoralesLaura.pdf
- Quintero, L., & Gallardo, R. (2015). *Caracterización mineralógica de arcillas expansivas con fines de estabilización*. Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander.
- <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0002-4740-4841>
- Soberon, B. (2022). *Estabilización de suelos arcillosos usando vidrio reciclado molido para su uso como subrasante mejorada en pavimentos urbanos en la urb. Ciudad del Chofer, Chiclayo 2019*. Chiclayo: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0001-7903-3646>
- Terra fundacion. (09 de Febrero de 2017). *Terra Fundacion*. Terra Fundacion: <https://www.terra.org/categorias/articulos/el-vidrio>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

EFFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 – UCAYALI, 2023.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Enfoque:
¿Qué efectos tiene la adición de vidrio triturado en la estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023?	Determinar los efectos de la adición de vidrio triturado en la estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.	La adición del vidrio triturado mejora el comportamiento de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.	Cuantitativo
Problema específico N° 01	Objetivo específico N° 01	Hipótesis específico N° 01	Tipo:
¿En qué medida influye la adición de vidrio triturado en la plasticidad de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023?	Evaluar la influencia de la adición de vidrio triturado en la plasticidad de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.	La adición del vidrio triturado influye significativamente en la plasticidad de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.	Aplicada
Problema específico N° 02	Objetivo específico N° 02	Hipótesis específico N° 02	Nivel:
¿En qué medida incluye la adición de vidrio triturado en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad	Evaluar la influencia de la adición de vidrio triturado en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad	La adición del vidrio triturado influye significativamente en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad	relacional
			Diseño:
			Experimental
			Muestreo:
			No probabilístico por conveniencia

seca de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023?

Problema específico N° 03

¿En qué medida incide la adición de vidrio triturado en la capacidad de soporte (CBR) de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023?

seca de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

Objetivo específico N° 03

Evaluar la incidencia de la adición de vidrio triturado en la Capacidad de Soporte (CBR) de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

seca de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

Hipótesis específico N° 03

La adición del vidrio triturado incrementa la Capacidad de Soporte (CBR) de los suelos arcillosos a nivel de subrasante en camino departamental UC-104 – Ucayali, 2023.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

ENSAYO DE DETERMINACION DE LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 – 2000)

CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)		DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)	
Nº DE GOLPES	14	25	32
S. Humedo + Tarro			
S. seco + Tarro			
Peso de Tarro			
Peso del Agua			
Peso de Suelo Seco			
HUMEDAD %	NP	NP	NP
ESPECÍMEN	1.00	2.00	3.00
S. Humedo + Tarro			
S. seco + Tarro			
Peso de Tarro			
Peso del Agua			
Peso de Suelo Seco			
HUMEDAD %	NP	NP	NP

CURVA DE FLUIDEZ

LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO			
Límite líquido LL	NP	Cantidad de Grava	
Límite plástico LP	NP	Cantidad de Arena	
Índ. de Plasticidad IP	NP	Cant. de Limo-Arcilla	
Material granular equivalente a:			

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)			
Suelo de partículas finas.			

CLASIFICACIÓN AAHSTO

 #¡VALOR!
 Valor del índice de grupo (IG):

ENSAYO DE DETERMINACION DE LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – 2016)

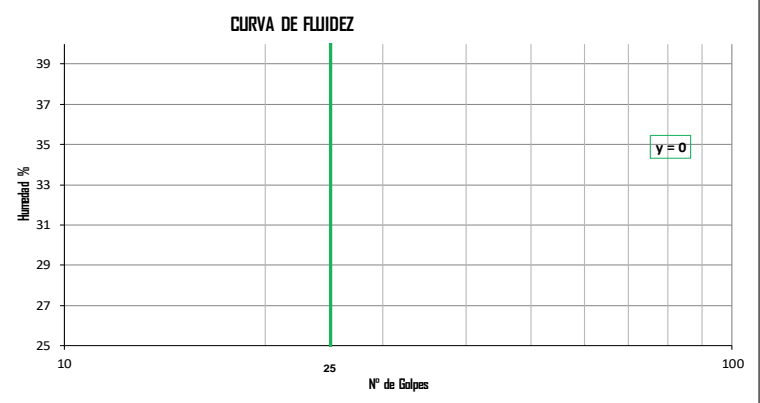
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	14	25	32
S. Humedo + Tarro			
S. seco + Tarro			
Peso de Tarro			
Peso del Agua			
Peso de Suelo Seco			
HUMEDAD %	NP	NP	NP

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECÍMEN	1.00	2.00	3.00
S. Humedo + Tarro			
S. seco + Tarro			
Peso de Tarro			
Peso del Agua			
Peso de Suelo Seco			
HUMEDAD %	NP	NP	NP

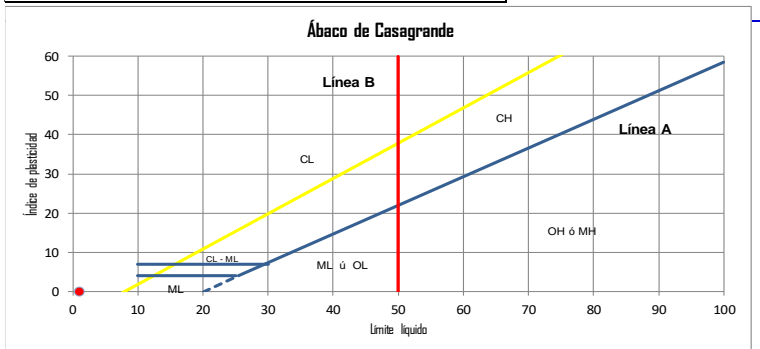


LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO

Límite líquido LL	NP	Cantidad de Grava	
Límite plástico LP	NP	Cantidad de Arena	
Ind. de Plasticidad IP	NP	Cant. de Limo-Arcilla	

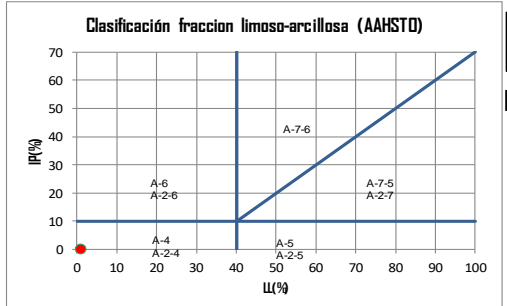
Material granular equivalente a:

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas finas.

CLASIFICACIÓN AAHSTO

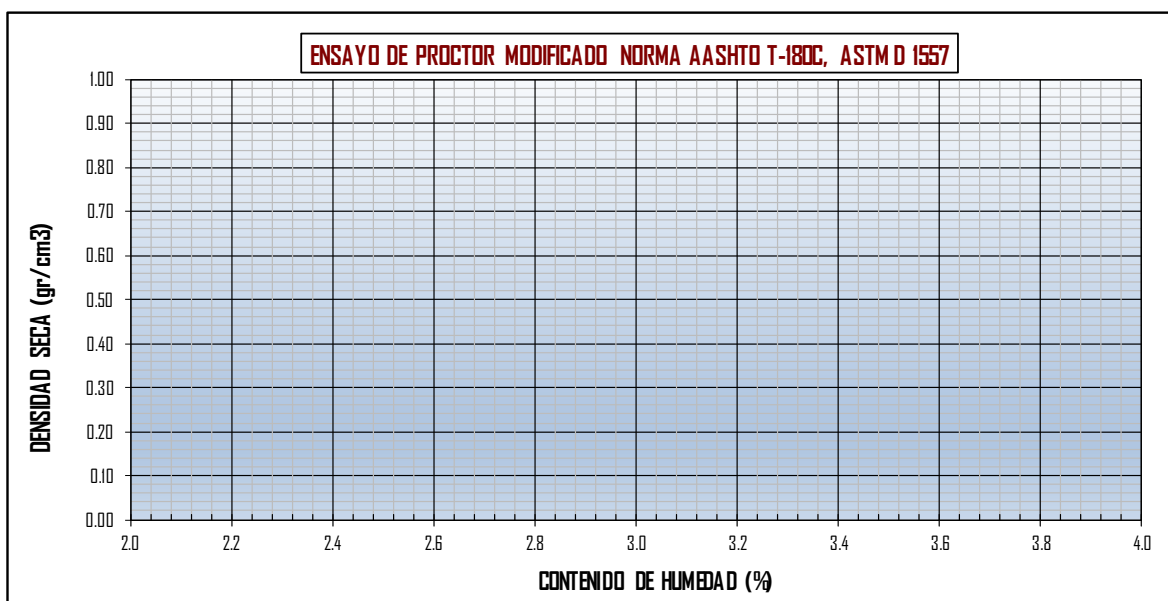


 #¡VALOR!
 Valor del índice de grupo (IG):

ENSAYO DE MAXIMA DENSIDAD SECA Y OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) (MTC E 115 – 2016)

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MAXIMA COMPACTADA**

Peso Suelo H. + molde	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso molde	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso suelo Humedo	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Volumen del molde	cm ³	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
N° de Tara		1	2	3	4	5	6	7	8
Determinación		Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
Peso suelo H. + tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo S. + tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de la tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Contenido de Humedad	%	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Humedad Promedio	%	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Densidad suelo seco	gr/cm ³	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!



Densidad Máxima Seca :	#¡DIV/0!
Humedad Óptima :	#¡DIV/0!

ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) (MTC E 132 – 2016)

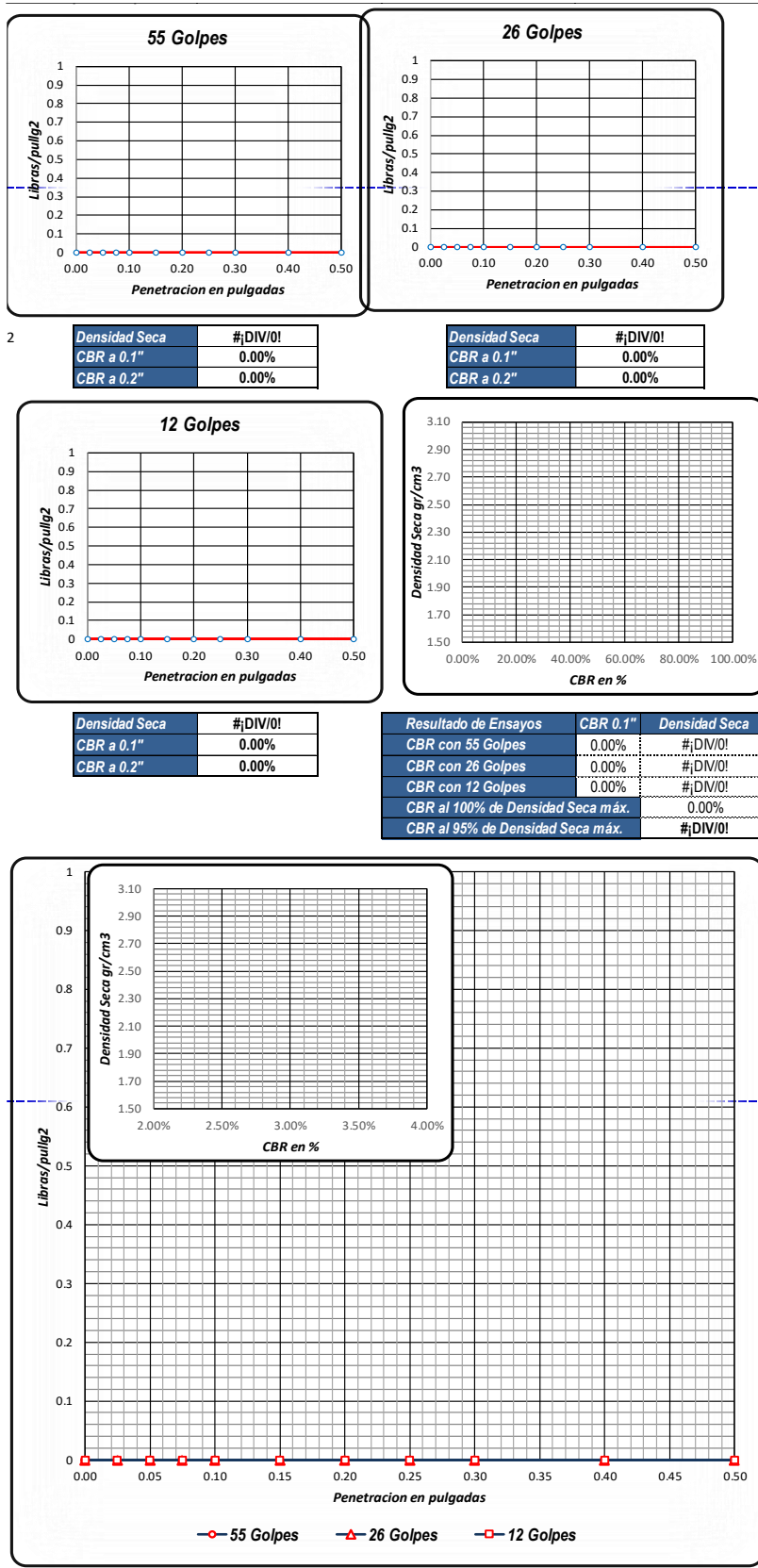
ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)							
N° DE GOLPES		MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
CONDICIÓN		S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.
Peso del molde + suelo humedo	gr,	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del molde	gr,	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo humedo	gr,	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Volumen del suelo	cm3.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Densidad humeda	gr/cc	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Humedad	%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Densidad seca	gr/cc	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Peso tara + suelo humedo	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso tara + suelo seco	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de la tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de los solidos	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
humedad	%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Promedio de humedad	%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
03/02/2021	08:30	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
04/02/2021	08:30	24	0.2	5.0800	4.372%	0.3	7.6200	6.563%	0.35	8.8900	7.657%
05/02/2021	08:30	48	0.23	5.8420	5.028%	0.33	8.3820	7.220%	0.38	9.6520	8.314%
06/02/2021	08:30	72	0.25	6.3500	5.465%	0.34	8.6360	7.438%	0.4	10.1600	8.751%
07/02/2021	08:30	96	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%

PENETRACIÓN

PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
Tiempo	pulg	cm	Kg	Libras	Lib/pul2	Kg	Libras	Lib/pul2	Kg x10	Libras	Lib/pul2
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
1'	0.050	0.127	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
1' 30"	0.075	0.191	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2'	0.100	0.254	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
3'	0.150	0.381	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
4'	0.200	0.508	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5'	0.250	0.635	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
6'	0.300	0.762	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
8'	0.400	1.016	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
10'	0.500	1.270	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00



ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

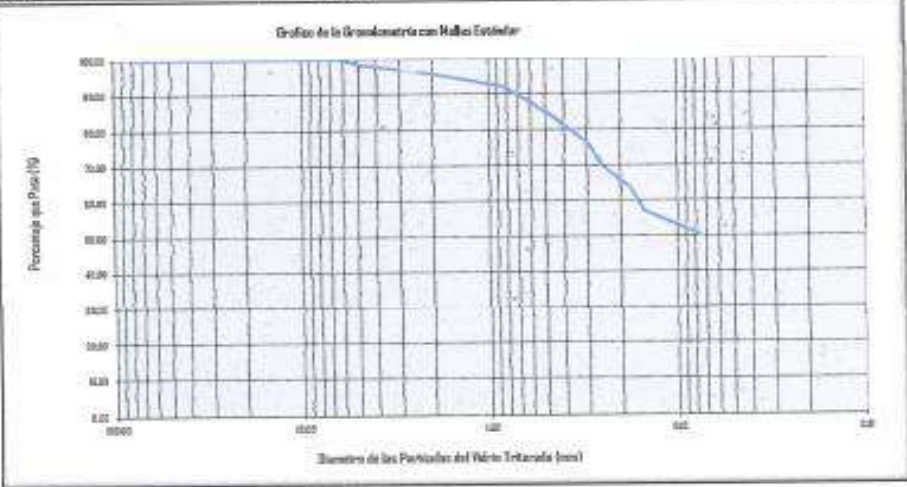
TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO GUZQUI, Serles
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2025"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTIL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (BU-104 A TOUNNAVISTA)
 FECHA: 14-23
 CALKATA: PRG.: MUESTRA: VI PROG.:

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA ASTM D 422

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Peso del vidrio - M ₁	2022.75 gr
Peso de la tara	431.30 gr
Peso del vidrio	1614.40 gr

TAMM N°	Granulometría Peso	Peso Retenido	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado	Retenido porcentaje
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	53.50	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.50	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.75	26.40	96.45	0.02	1.57
N° 10	2.00	43.39	95.74	0.04	2.88
N° 20	0.85	57.15	92.20	0.08	3.54
N° 30	0.60	76.20	87.48	0.13	4.72
N° 40	0.43	85.24	82.20	0.18	5.26
N° 50	0.30	96.76	76.20	0.24	5.99
N° 60	0.25	101.45	68.52	0.30	6.26
N° 80	0.18	103.57	63.50	0.37	6.42
N° 100	0.15	105.45	56.97	0.43	6.53
N° 200	0.08	109.12	50.21	0.50	6.75
CAJONETA	0.00	615.56	0.00	1.00	30.21
TOTAL			1014.40		

Guizqui
 Ing. Civil Bonifacio Guizqui Serles
 C.P. N° 48104
 Jefe de Laboratorio
 MCA - UNHEVAL



[Firma]
 Sr. Edwin Esteban CAMPOS Celavides
 Asesor Administrativo de
 Laboratorio de Ingeniería Civil



[Firma]
 Sr. Cristian VIGOR ROMAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

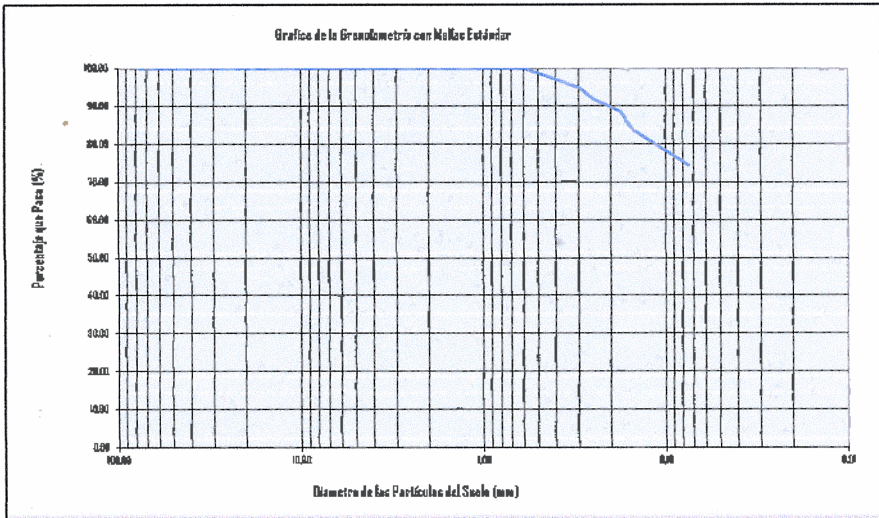
TESISTA: Bach. Ing. CIVIL BOMFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS AROLLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUJA BLANCA - LD. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN PROG.: 00+620 KM

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Peso de la muestra Seca + Tara	1408,30 gr
Peso de la Tara	409,30 gr
Peso de la muestra Seca	1009,00 gr



Pasa tamiz N° 4	100,00 %
Pasa tamiz N° 200	74,56 %

TAMIZ	Díametro (mm)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
3"	76,20	0,00	100,00	0,00	0,00
2 1/2"	63,50	0,00	100,00	0,00	0,00
2"	50,80	0,00	100,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,10	0,00	100,00	0,00	0,00
1"	25,40	0,00	100,00	0,00	0,00
3/4"	19,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1/2"	12,70	0,00	100,00	0,00	0,00
3/8"	9,53	0,00	100,00	0,00	0,00
1/4"	6,35	0,00	100,00	0,00	0,00
N° 4	4,76	0,00	100,00	0,00	0,00
N° 10	2,00	0,00	100,00	0,00	0,00
N° 20	0,85	0,00	100,00	0,00	0,00
N° 30	0,60	0,00	100,00	0,00	0,00
N° 40	0,43	24,35	97,57	0,02	2,44
N° 50	0,30	26,81	94,88	0,05	2,68
N° 60	0,25	29,28	91,96	0,08	2,93
N° 80	0,18	32,64	88,69	0,11	3,26
N° 100	0,15	48,90	83,80	0,16	4,89
N° 200	0,08	92,41	74,56	0,25	9,24
CAZOLETA	0	745,61	0,00	1,00	74,56
TOTAL			1000,00		




 Bach/Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil




 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia UNHEVAL

 Ing. Jorge L. Ucayzan Briceño
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL





CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-35 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CAUCATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN PROG.: 004520 KM

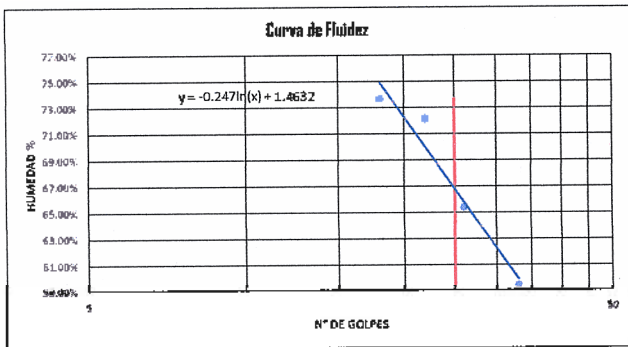
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 432)

Nº DE GOLPES	25	10	25	10
S. Humedo + Tarro	19.94	21.91	20.89	21.54
S. seco + Tarro	14.61	15.78	15.59	16.29
Peso de Tarro	7.22	7.46	7.49	7.47
Peso del Agua	5.39	6.13	5.30	5.25
Peso de Suelo Seco	7.39	8.32	8.1	8.82
HUMEDAD %	72.12%	73.68%	65.43%	59.52%

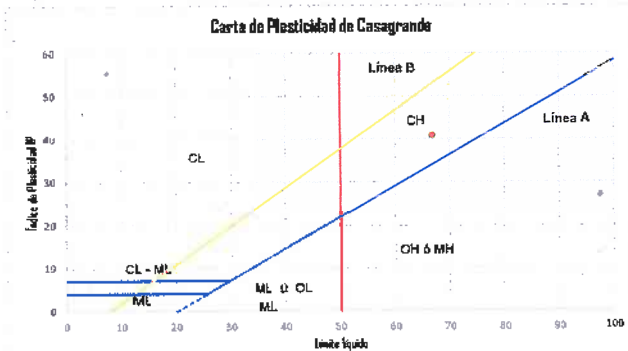
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 434)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00	4.00
S. Humedo + Tarro	2.89	2.76	2.78	2.44
S. seco + Tarro	2.54	2.43	2.45	2.19
Peso de Tarro	1.2	1.17	1.18	1.2
Peso del Agua	0.35	0.33	0.33	0.25
Peso de Suelo Seco	1.34	1.26	1.27	0.99
HUMEDAD %	26.12	26.19	25.98	25.25



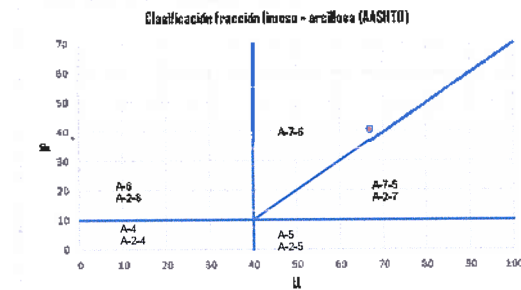
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO	
Límite líquido	66.81%
Límite plástico	25.85%
Índice de Plasticidad (IP)	40.82%

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



Clasificación (S.U.C.S.) ASTM D2487	CH
Arcilla de Alta Plasticidad	

CLASIFICACIÓN AASHTO



Velocidad de caída (mm)	18
Clasificación AASHTO ASTM D3282	A-7-6 (18)

Bach. Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

Ing. Jorge L. Moyzan Briceño
 C.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

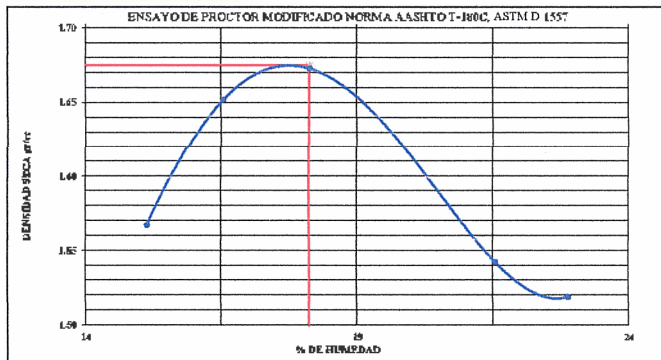


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESTISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-38 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALICATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN PROG.: 00+620 KM

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-198, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

		1	2	3	4	5
Porcentaje de Agua	%	4.5	7.88	11.25	14.63	18
Peso del Agua	gr	180	315	450	585	720
Peso Suelo H. + molde	gr	5753.6	5865.8	5813.2	5619	5811.4
Peso molde	gr	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5
Peso suelo Humedo	gr	1677.1	1789.3	1836.7	1742.5	1734.9
Volumen del molde	cm ³	929.37	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad suelo humedo	g/cm ³	1.805	1.925	1.976	1.875	1.867
Nº de Tara		1	2	3	4	5
Determinación		Intermedia	Intermedio	Intermedio	Intermedia	Intermedio
Peso suelo H. + tara	gr	777.4	268.6	858.5	569.3	848.9
Peso del suelo S. + tara	gr	250.0	238.2	737.48	479.6	705.39
Peso de la tara	gr	68.98	54.4	69.75	63.19	77.98
Peso del agua	gr	27.4	30.4	121.0	89.7	143.6
Peso del suelo seco	gr	191.0	183.8	667.7	416.4	627.4
Contenido de Humedad	%	15.14	16.54	18.12	21.54	22.89
Densidad suelo seco	g/cm ³	1.57	1.65	1.67	1.54	1.52



Densidad Máxima Seca	1.575 g/cm ³
Humedad Óptima	18.12%

Bach/Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de
Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNI-HEVAL



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - LD. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: JUL-23
CALCATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN PROG.: 006620 KM

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO) (A)

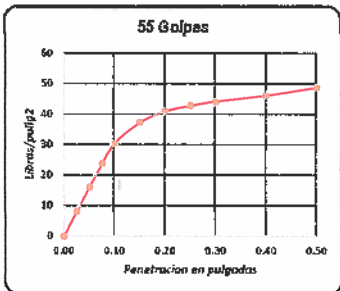
N° DE GOLPES	CONDICIÓN		MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
			Sumerg.	Sumerg.	Sumerg.	Sumerg.	Sumerg.	Sumerg.
	Peso del molde + suelo húmedo	gr.	11845.00	12156.00	11407.00	11842.00	11190.00	11619.00
	Peso del molde	gr.	7805.00	7805.00	7507.00	7507.00	7460.00	7460.00
	Peso del suelo húmedo	gr.	4040.00	4351.00	3900.00	4335.00	3730.00	4159.00
	Volumen del suelo	cm ³	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39
	Densidad húmeda	gr/cc	1.92	2.07	1.86	2.06	1.77	1.98
	Humedad	%	24.733		25.071		26.296	
	Densidad seca	gr/cc	1.541		1.483		1.405	
	Peso tara + suelo húmedo	gr.	323.00	304.00	287.00	375.00	325.00	311.00
	Peso tara + suelo seco	gr.	267.66	262.00	232.20	326.00	267.70	265.00
	Peso de la tara	gr.	71.80	64.00	55.00	71.00	63.00	78.00
	Peso del agua	gr.	55.34	42.00	54.80	48.00	57.30	46.00
	Peso de los sólidos	gr.	195.86	198.00	177.20	255.00	204.70	187.00
	humedad	%	28.25		30.83		27.99	
	Promedio de humedad	%	24.733		25.071		26.296	

EXPANSION

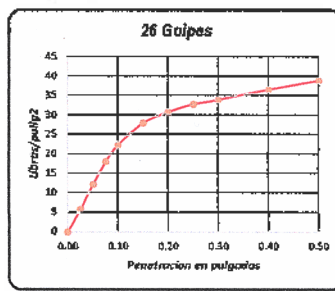
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/07/2023	18.00	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
18/07/2023	18.00	24	0.2	5.0800	4.269%	0.36	8.1440	7.664%	0.43	10.9220	9.178%
19/07/2023	18.00	48	0.23	5.8420	4.909%	0.39	9.9060	8.324%	0.45	11.4300	9.605%
20/07/2023	18.00	72	0.25	6.3500	5.336%	0.41	10.4140	8.751%	0.46	11.6840	9.818%
21/07/2023	18.00	96	0.28	7.0812	5.934%	0.43	10.9220	9.178%	0.48	12.1920	10.245%

PENETRACIÓN

Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	plg	cm		Kg	Libras	Lib/pulz	Kg	Libras	Lib/pulz	Kg	Libras	Lib/pulz
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064	11.65	25.68	8.18	18.54	5.90	6.58	14.51	4.62	10.18	14.93
1'	0.050	0.127	23.07	50.86	16.19	36.54	12.27	12.42	27.38	8.72	19.24	27.38
1'30"	0.075	0.191	33.92	74.78	23.80	52.74	18.06	16.81	37.06	11.80	26.61	37.06
2'	0.100	0.254	43.32	95.50	30.40	67.02	22.29	21.27	46.89	14.93	33.12	46.89
3'	0.150	0.381	53.23	117.35	37.35	83.02	28.01	26.94	59.39	18.81	42.30	59.39
4'	0.200	0.508	58.53	129.04	41.07	91.01	30.81	28.81	65.84	20.99	46.44	65.84
5'	0.250	0.635	61.08	134.65	42.86	95.78	32.83	31.76	70.02	22.29	49.60	70.02
6'	0.300	0.762	62.92	138.71	44.15	98.43	33.99	33.59	74.05	23.57	52.26	74.05
8'	0.400	1.016	65.77	145.00	46.15	102.11	35.57	35.86	79.06	25.16	55.82	79.06
10'	0.500	1.270	69.44	153.09	48.73	107.29	38.93	37.53	82.96	25.41	58.43	82.96



Densidad Seca	1.541 gr/cm ³
CBR a 0.1"	3.94%
CBR a 0.2"	2.74%



Densidad Seca	1.483 gr/cm ³
CBR a 0.1"	2.23%
CBR a 0.2"	2.05%



Bach. Ing. Kevin Edison GARCÉS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Roberto Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

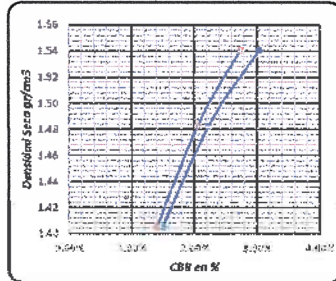
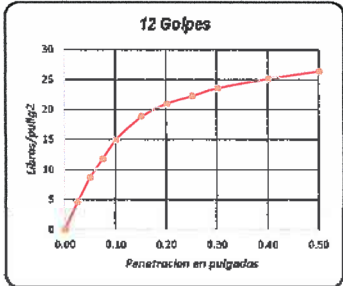


Ing. Jorge Meyza Briceño
C/P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



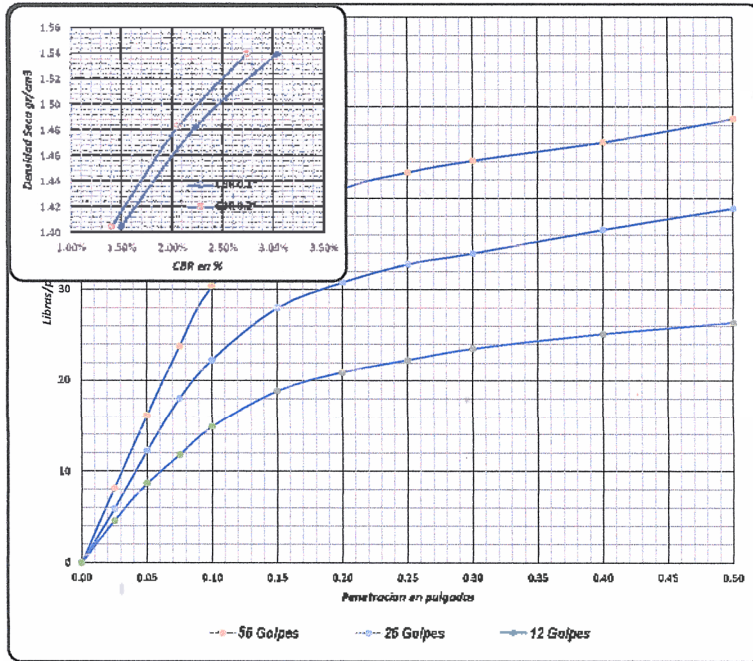
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BOMFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAVALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: JUL-23
 CALICATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN PROG.: 004520 KM



Densidad Seca	1.405 gr/cm³
CBR a 0.1"	1.49%
CBR a 0.2"	1.40%

Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	3.04%	1.541 gr/cm³
CBR con 26 Golpes	2.23%	1.483 gr/cm³
CBR con 12 Golpes	1.49%	1.405 gr/cm³
CBR al 100% de Densidad Seca máx.		3.04%
CBR al 95% de Densidad Seca máx.		2.89%



55 GOLFES		26 GOLFES		12 GOLFES		CBR DE DISEÑO	
Densidad seca	1.54 gr/cm³	Densidad seca	1.483 gr/cm³	Densidad seca	1.405 gr/cm³	CBR al 100% Densar	3.04%
CBR a 0.1"	3.04%	CBR a 0.1"	2.23%	CBR a 0.1"	1.49%	CBR al 95% Densar	2.89%
CBR a 0.2"	2.74%	CBR a 0.2"	2.05%	CBR a 0.2"	1.40%		



Bach. Kevin Edgar CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de
Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VICO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyza Briceño
E.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

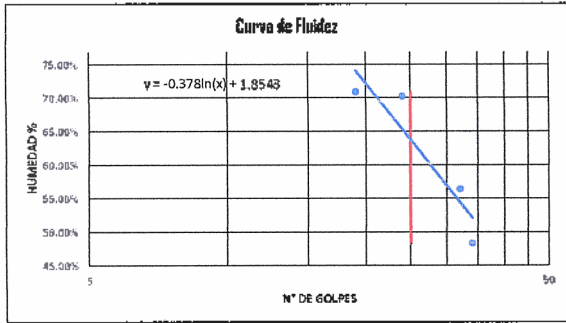
TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALCATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN+8%WT PROG.: 00+620 KM

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 422)

Nº DE GOLPES	32	25	20	15
S. Humedo + Tarro	15.93	15.18	15.5	13.69
S. seco + Tarro	13.22	12.41	12.85	10.88
Peso de Tarro	8.42	8.47	7.37	6.92
Peso del Agua	2.71	2.77	2.65	2.81
Peso de Suelo Seco	4.8	3.94	5.48	3.96
HUMEDAD %	56.46%	70.30%	48.36%	70.96%

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

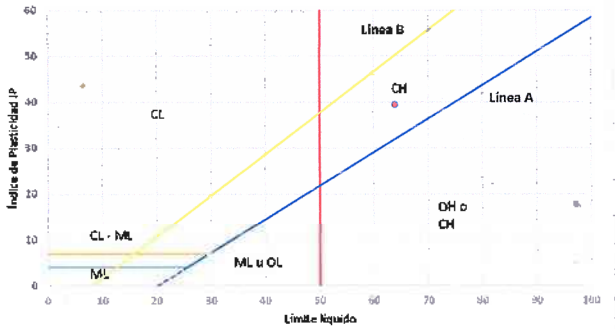
ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00	4.00
S. Humedo + Tarro	3.62	3.98	3.74	3.95
S. seco + Tarro	3.13	3.43	3.28	3.39
Peso de Tarro	1.11	1.22	1.22	1.2
Peso del Agua	0.49	0.55	0.46	0.56
Peso de Suelo Seco	2.02	2.21	2.06	2.19
HUMEDAD %	24.26	24.89	22.33	25.57



LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO	
Límite Líquido	63.76%
Límite Plástico	24.26%
Índice de Plasticidad (P)	39.50%

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

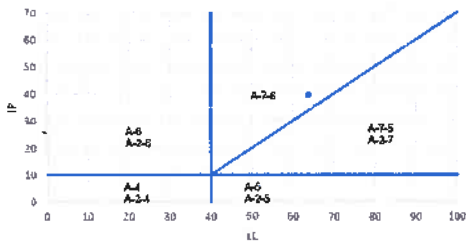
Carta de Plasticidad de Casagrande



Clasificación (S.U.C.S.) ASTM D2487:	CH
Arcilla de Alta Plasticidad	

CLASIFICACIÓN AASHTO

Clasificación de fracción (arena - arcilla) (AASHTO)



18

Clasificación AASHTO ASTM D2282	A-7.6 (18)
---------------------------------	------------



Bach. Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.A.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

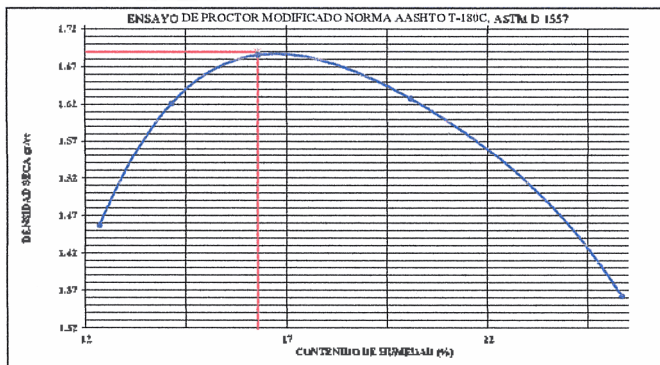


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESTISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 a TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALICATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN + 8%VT PROG.: 0D+620 KM

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-198, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

Porcentaje de Agua	%	4.5	7.88	11.25	14.63	18
Peso del Agua	gr	180	315	450	585	720
Peso Suelo H. + molde	gr	5591.6	5789.1	5890.9	5885.9	5657.2
Peso molde	gr	4076.5	4376.5	4076.5	4076.5	4076.5
Peso suelo Humedo	gr	1515.1	1712.6	1814.4	1809.4	1580.7
Volumen del molde	cm ³	929.37	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.630	1.843	1.952	1.947	1.701
Nº de Tara		1	2	3	4	5
Determinación		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Peso suelo H. + tara	gr	272.1	454.1	415.14	461.93	258.45
Peso del suelo S. + tara	gr	707.91	407.8	368.18	396.74	221.25
Peso de la tara	gr	88.2	68.3	70.7	63.96	71.54
Peso del agua	gr	14.2	46.2	47.0	65.2	37.2
Peso del suelo seco	gr	119.7	336.6	297.5	332.8	149.7
Contenido de Humedad	%	11.85	13.64	15.79	19.58	24.85
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.48	1.62	1.686	1.62	1.36



Densidad Máxima Seca	1.686 gr/cm ³
Humedad Óptima	15.79%

Bach/Ing. Kevin Edwin CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Jorge L. Méyza Briceño
C.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESTISTA: Bach. Ing. CIVIL BONFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALCATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SM + 8% VT PROG.: 00+620 KM

ENSAYO DE CBR: ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO) (A)

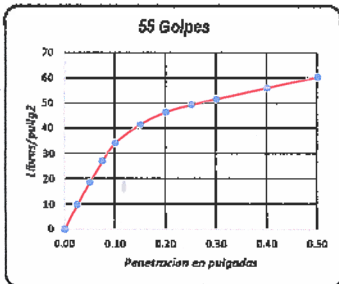
CONDICIÓN	UNIDAD	MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
		Sumerg	Sumerg	Sumerg	Sumerg	Sumerg	Sumerg
Peso del molde + suelo húmedo	gr.	11560.00	11681.00	11555.00	11714.00	11343.00	11552.00
Peso del molde	gr.	7511.00	7511.00	7559.00	7559.00	7520.00	7520.00
Peso del suelo húmedo	gr.	4069.00	4170.00	4006.00	4155.00	3823.00	4032.00
Volumen del suelo	cm ³	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39
Densidad húmeda	gr/cm ³	1.94	1.98	1.91	1.98	1.82	1.92
Humedad	%	23.454		26.089		27.515	
Densidad seca	gr/cm ³	1.568	*	1.511			1.426
Peso tara + suelo húmedo	gr.	350.00	370.00	350.00	286.00	308.00	381.00
Peso tara + suelo seco	gr.	286.51	327.00	287.80	258.00	247.48	327.00
Peso de la tara	gr.	77.00	69.00	70.00	63.00	70.00	69.00
Peso del agua	gr.	63.39	43.00	71.20	38.00	60.52	54.00
Peso de los sólidos	gr.	209.61	258.00	217.80	195.00	177.48	258.00
Humedad	%	30.24	16.67	32.69	19.49	34.10	20.93
Promedio de humedad	%	23.454		26.089		27.515	

EXPANSION

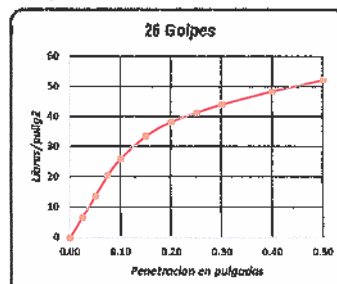
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2023	18.00	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
19/07/2023	18.00	24	0.21	5.3340	4.482%	0.34	8.6360	7.257%	0.43	10.9220	9.178%
19/07/2023	18.00	48	0.24	6.0960	5.123%	0.37	9.3960	7.897%	0.45	11.4300	9.605%
19/07/2023	18.00	72	0.26	6.6040	5.559%	0.41	10.4140	8.751%	0.46	11.6940	9.818%
19/07/2023	19.00	96	0.28	7.1120	5.876%	0.43	10.9220	8.178%	0.48	12.1920	10.245%

PENETRACIÓN

PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
Tiempo	pulg	cm	Kg	Libras	Lib/pulg	Kg	Libras	Lib/pulg	Kg	Libras	Lib/pulg
0	0.000	0.000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064	14.05	30.97	9.86	9.63	21.23	6.76	8.01	17.66	5.62
1'	0.050	0.127	26.70	58.86	18.74	19.74	43.52	13.85	16.62	36.64	11.66
1' 30"	0.075	0.191	38.63	85.16	27.11	29.67	65.41	20.82	24.27	53.51	17.03
2'	0.100	0.254	48.81	107.61	34.25	37.32	82.28	26.19	29.65	65.37	20.81
3'	0.150	0.381	59.25	130.62	41.58	48.03	105.89	33.71	38.18	79.76	25.39
4'	0.200	0.508	66.36	146.30	46.57	54.76	120.72	38.43	40.57	89.44	28.47
5'	0.250	0.635	70.56	155.56	49.52	59.04	130.16	41.43	43.43	95.75	30.48
6'	0.300	0.762	73.62	162.30	51.66	62.02	138.71	44.15	45.69	101.17	32.20
8'	0.400	1.016	80.15	176.70	56.25	69.03	152.18	48.44	50.58	111.51	35.49
10'	0.500	1.270	88.27	190.19	60.54	74.44	164.11	52.24	54.45	120.04	38.21



Densidad Seca	1.568 gr/cm ³
CBR a 0.1"	3.43%
CBR a 0.2"	3.10%



Densidad Seca	1.511 gr/cm ³
CBR a 0.1"	2.62%
CBR a 0.2"	2.56%

Bach./Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL

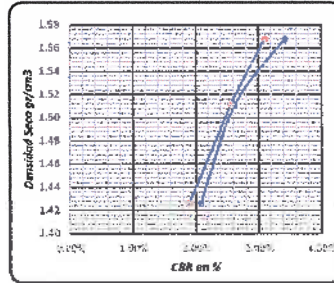
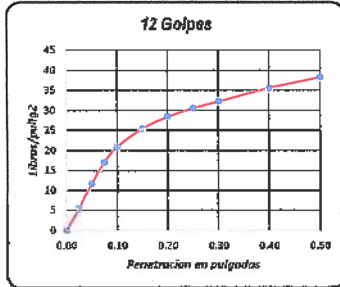


UNIVERSIDAD NACIONAL HERMINIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



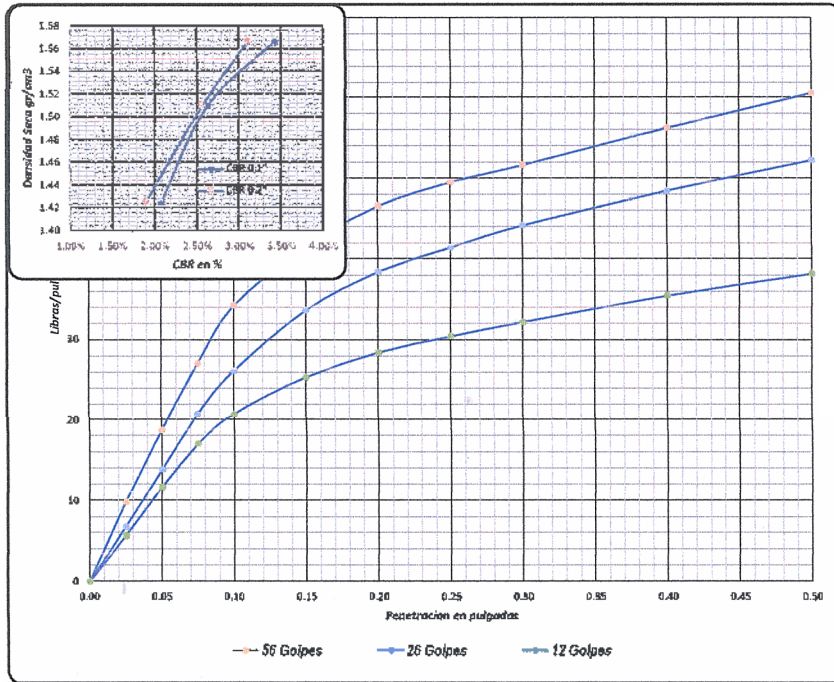
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-01 PROF.: 1,50 m MUESTRA: SN+8%VT PROG.: 00+620 KM



Densidad Seca	1,426 gr/cm ³
CBR a 0.1"	2.08%
CBR a 0.2"	1.90%

Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	3.43%	1,568 gr/cm ³
CBR con 26 Golpes	2.62%	1,511 gr/cm ³
CBR con 12 Golpes	2.08%	1,426 gr/cm ³
CBR al 100% de Densidad Seca máx.		3.43%
CBR al 95% de Densidad Seca máx.		3.25%



55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad seca	1,568 gr/cm ³	Densidad seca	1,511 gr/cm ³	Densidad seca	1,426 gr/cm ³	CBR al 100% Densax	3.43%
CBR a 0.1"	3.43%	CBR a 0.1"	2.62%	CBR a 0.1"	2.08%	CBR al 85% Densax	2.85%
CBR a 0.2"	3.10%	CBR a 0.2"	2.55%	CBR a 0.2"	1.90%		



Bach. Ing. Kevin Egoz CUMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Jorge L. Meza Briceño
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meza Briceño
C.N.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BOMFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALCATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN + 12%VT PROG.: 00+620 KM

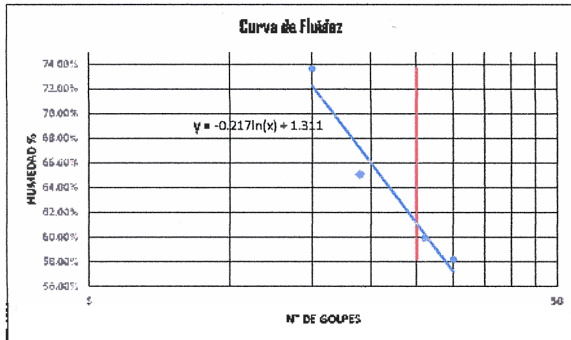
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

N° DE GOLPES	15	19	30	25
S. Húmedo + Tarro	16.02	16.18	16.15	16.35
S. seco + Tarro	12.35	12.71	12.78	12.92
Peso de Tarro	7.37	7.38	6.99	7.2
Peso del Agua	3.67	3.47	3.37	3.43
Peso de Suelo Seco	4.98	5.33	5.79	5.72
HUMEDAD %	73.69%	65.10%	58.20%	59.97%

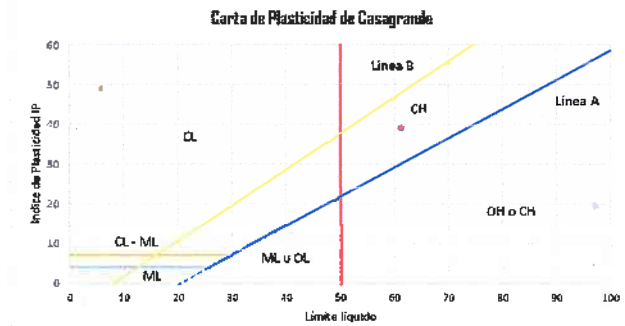
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00	4.00
S. Húmedo + Tarro	4.74	2.65	3.07	3.09
S. seco + Tarro	4.34	2.53	2.76	2.79
Peso de Tarro	2.84	1.22	1.19	1.21
Peso del Agua	0.40	0.32	0.29	0.3
Peso de Suelo Seco	1.5	1.31	1.59	1.58
HUMEDAD %	26.67	24.43	18.24	18.99



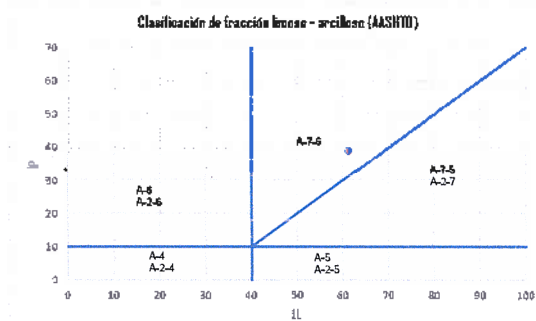
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO	
Límite Líquido	61.75%
Límite Plástico	22.08%
Índice de Plasticidad	39.17%

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



Clasificación (S.U.C.S.) ASTM D2487:	CH
Arcilla de Alta Plasticidad	

CLASIFICACIÓN AASHTO

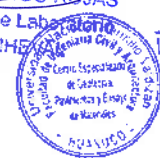


Clasificación AASHTO ASTM D3282	
A-7.6 (17)	

Bach. Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VICO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHE



Ing. Jorge Meyza Briceño
I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL

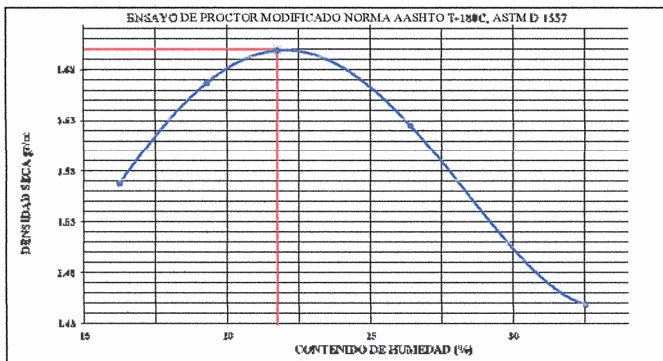


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: JUL-23
 CALCATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN + 12% VT PROG.: 00+620 KM

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, NTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MAXIMA COMPACTADA

		1	2	3	4	5
Porcentaje de Agua	%	4.5	7.88	11.25	14.63	18
Peso del Agua	gr	180	315	450	585	720
Peso Suelo H. + molde	gr	5770	5925	5999	5986	5861
Peso molde	gr	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5
Peso suelo Húmedo	gr	1693.5	1848.5	1922.5	1909.5	1784.5
Volumen del molde	cm ³	929.37	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad suelo húmedo	gr/cm ³	1.82	1.99	2.07	2.05	1.92
N° de Tara		1	2	3	4	5
Determinación		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Peso suelo H. + tara	gr	279.5	282	371.00	476	308
Peso del suelo S. + tara	gr	250.10	245.2	317.2	389.8	252.3
Peso de la tara	gr	69	54.4	69.8	63.2	78
Peso del agua	gr	29.4	36.8	53.8	86.2	56.7
Peso del suelo seco	gr	181.1	190.8	247.4	326.6	174.3
Contenido de Humedad	%	16.23	19.29	21.75	26.38	32.53
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.57	1.67	1.699	1.63	1.45



Densidad Máxima Secca	1.70 gr/cm ³
Humedad Optima	21.75%



Bach/Ing. Kelvin Edison CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de
Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-10 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALICATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN + 22% VT PROG.: 00+620 KM

ENSAYO DE CBR: ASTM D 1883 - 73, NTC E132 (LABORATORIO) (A)

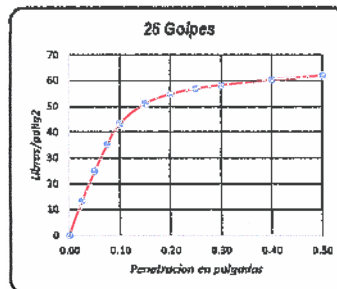
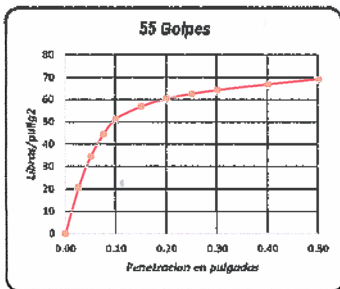
CONDICIÓN		MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
		SI Sumerg.	Sumerg.	SI Sumerg.	Sumerg.	SI Sumerg.	Sumerg.
Peso del molde + suelo húmedo	gr.	11444.00	11525.00	11469.00	11509.00	11265.00	11450.00
Peso del molde	gr.	7528.00	7528.00	7547.00	7547.00	7452.00	7452.00
Peso del suelo húmedo	gr.	3916.00	3997.00	3922.00	3962.00	3813.00	3998.00
Volumen del suelo	cm ³	2077.84	2077.84	2077.84	2077.84	2077.84	2077.84
Densidad húmeda	gr/cc	1.88	1.92	1.89	1.91	1.84	1.92
Humedad	%	22.911		25.286		24.677	
Densidad seca	gr/cc	1.533		1.507		1.472	
Peso tara + suelo húmedo	gr.	287.00	367.00	355.00	381.00	378.00	420.00
Peso tara + suelo seco	gr.	242.00	325.00	280.42	340.00	303.32	370.00
Peso de la tara	gr.	88.00	72.00	70.00	69.00	64.00	88.00
Peso del agua	gr.	45.00	42.00	74.58	41.00	75.68	50.00
Peso de los sólidos	gr.	154.00	253.00	210.42	271.00	239.32	282.00
humedad	%	29.22		16.60		35.44	
Promedio de humedad	%	22.911		25.286		24.677	

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/07/2023	18.00	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
18/07/2023	18.00	24	0.21	5.3340	4.482%	0.41	10.4140	8.751%	0.49	12.4460	10.459%
19/07/2023	18.00	48	0.25	6.3500	5.336%	0.43	10.9220	9.178%	0.51	12.9540	10.886%
20/07/2023	18.00	72	0.27	6.8580	5.763%	0.45	11.4300	9.605%	0.53	13.4620	11.313%
21/07/2023	18.00	96	0.28	7.0612	5.834%	0.47	11.8380	10.032%	0.54	13.7160	11.526%

PENETRACIÓN

Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	mm	cm	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30"	0.025	0.054	29.27	64.53	20.54	19.07	42.04	13.38	14.56	32.10	10.22	
1'	0.050	0.127	49.05	108.14	34.42	35.39	78.02	24.84	23.62	65.74	20.93	
1' 30"	0.075	0.191	63.06	139.02	44.25	49.95	110.12	35.05	40.85	90.06	28.67	
2'	0.100	0.254	72.87	160.87	51.21	61.49	135.56	43.15	48.49	106.90	34.03	
3'	0.150	0.381	80.98	178.53	56.83	72.71	160.30	51.02	57.81	127.45	40.57	
4'	0.200	0.508	85.98	188.55	60.34	77.80	171.52	54.60	61.85	136.36	43.40	
5'	0.250	0.635	88.61	195.79	62.32	80.97	178.51	56.82	64.78	142.82	45.46	
6'	0.300	0.762	91.24	201.15	64.03	82.80	182.54	58.11	66.54	146.70	46.69	
8'	0.400	1.016	94.96	209.35	66.64	85.96	189.51	60.32	68.94	151.99	48.38	
10'	0.500	1.270	98.26	216.67	68.97	88.12	194.27	61.84	69.63	153.51	48.86	



Densidad Seca	1.533 gr/cm ³
CBR a 0.1"	5.12%
CBR a 0.2"	4.02%

Densidad Seca	1.507 gr/cm ³
CBR a 0.1"	4.32%
CBR a 0.2"	3.64%



Bach. Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfonso VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Mayzán Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL

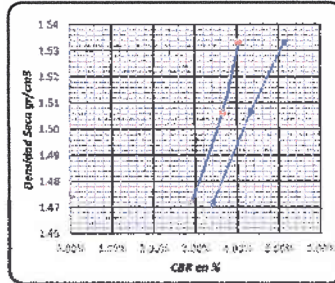
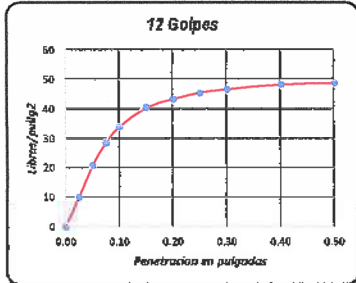


UNIVERSIDAD NACIONAL HERIBERTO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



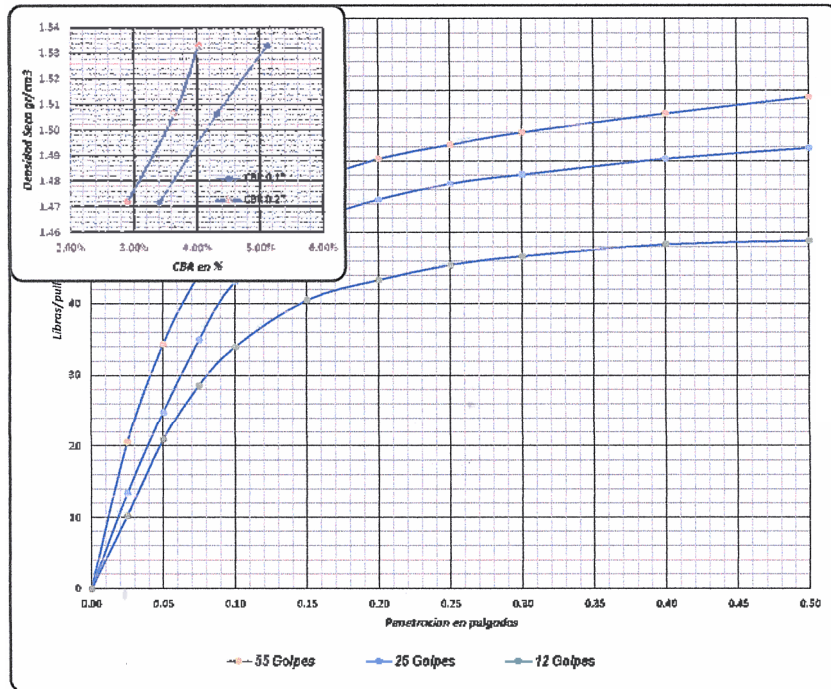
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - LICAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN + 12% VT PROG.: 00+620 KM



Densidad Seca	1,472 gr/cm ³
CBR a 0.1"	3.40%
CBR a 0.2"	2.88%

Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	5.12%	1,533 gr/cm ³
CBR con 25 Golpes	4.32%	1,507 gr/cm ³
CBR con 12 Golpes	3.40%	1,472 gr/cm ³
CBR al 100% de Densidad Seca max.		5.12%
CBR al 95% de Densidad Seca max.		4.86%



55 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad sec	1.53 gr/cm ³	Densidad seca	1.507 gr/cm ³	Densidad seca	1.472 gr/cm ³	CBR al 100% Densax	5.12%
CBR a 0.1"	5.12%	CBR a 0.1"	4.32%	CBR a 0.1"	3.40%	CBR al 95% Densax	4.86%
CBR a 0.2"	4.02%	CBR a 0.2"	3.64%	CBR a 0.2"	2.88%		

Bach. Ing. Kevin Eason CAMPOS BENAVIDES
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAMISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALCATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN + 16%VT PROG.: 00+620 KM

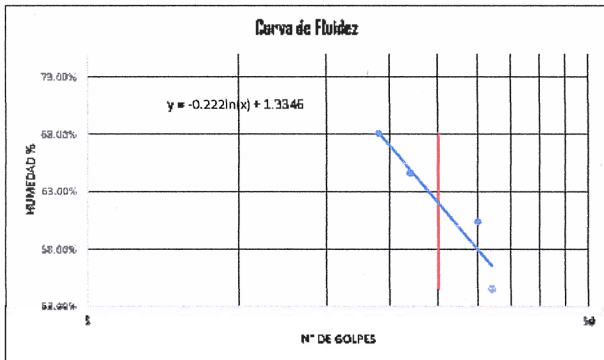
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

N° DE GOLPES	19	25	30	32
S. Humedo + Tarro	20.85	16.61	17.63	17.04
S. seco + Tarro	15.86	13.01	14.15	13.6
Peso de Tarro	8.53	7.44	8.39	7.3
Peso del Agua	4.99	3.6	3.48	3.44
Peso de Suelo Seco	7.33	5.57	5.76	6.3
HUMEDAD %	68.08%	64.63%	60.42%	54.60%

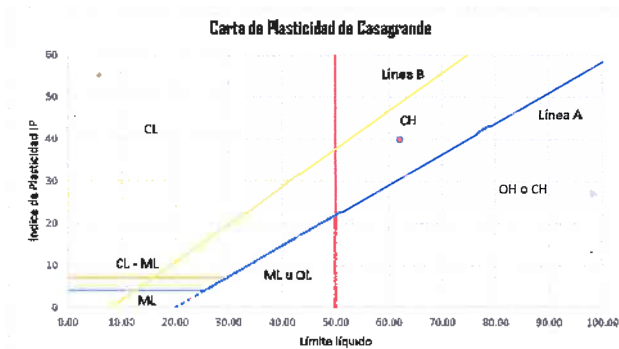
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00	4.00
S. Humedo + Tarro	2.87	2.86	2.79	2.81
S. seco + Tarro	2.55	2.56	2.51	2.54
Peso de Tarro	1.23	1.21	1.21	1.2
Peso del Agua	0.32	0.30	0.28	0.27
Peso de Suelo Seco	1.32	1.35	1.3	1.34
HUMEDAD %	24.24	22.22	21.54	20.15



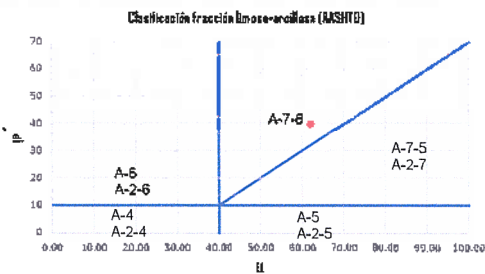
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO	
Límite líquido	62.00%
Límite plástico	22.04%
Índice de Plasticidad IP	39.96%

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



Clasificación (S.U.C.S.) ASTM D2487:	CH
Área de Alta Plasticidad	

CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación AASHTO ASTM D3292:	A-7-6 (18)
----------------------------------	------------



Bach/Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNNEVAL

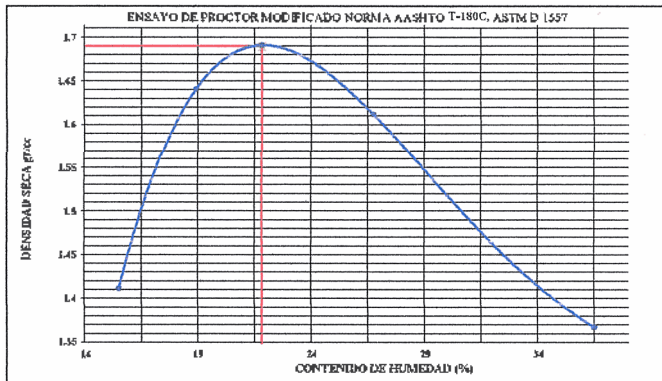


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C.(CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CAUCATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN+ 1696VT PROG.: 00+620 KM

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-198, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MAXIMA COMPACTADA

Porcentaje de Agua	%	4.5	7.89	11.25	14.63	18
Peso del Agua	gr	180	315	450	585	720
Peso Suelo H. + molde	gr	5592.3	5890.2	5991.4	5975.4	5811.4
Peso molde	gr	4976.5	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5
Peso suelo Húmedo	gr	1515.8	1813.7	1914.9	1898.9	1734.9
Volumen del molde	cm ³	929.37	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad suelo húmedo	gr/cm ³	1.63	1.95	2.06	2.04	1.87
N° de Tara		1	2	3	4	5
Determinación		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Peso suelo H. + tara	gr	529	473	394.5	528	306
Peso del suelo S. + tara	gr	469.30	408.3	336.5	272.3	243.3
Peso de la tara	gr	85.2	69.3	70.7	64	71.5
Peso del agua	gr	59.2	64.2	58.0	55.7	62.7
Peso del suelo seco	gr	381.6	339.5	265.8	208.3	171.8
Contenido de Humedad	%	15.51	18.91	21.82	26.74	36.50
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.41	1.64	1.691	1.61	1.37



Densidad Máxima Seca:	1.69 gr/cm ³
Humedad Óptima:	21.82%



Bach. Ing. Kelvin Edison CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de
Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. CIVIL BONFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALCATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN + 16% VT PROG.: 00+620 KM

ENSAYO DE CBR: ASTM D 1883 - 73, NTC E132 (LABORATORIO) (A)

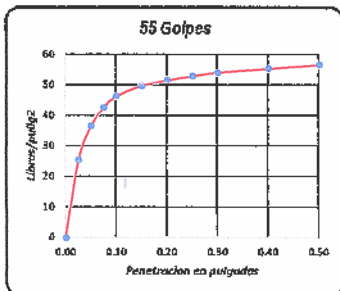
Nº DE GOLPES:	CONDICIÓN	MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
		S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.
Peso del molde + suelo húmedo	gr.	11521.00	11620.00	11473.00	11548.00	11342.00	11438.00
Peso del molde	gr.	7506.00	7506.00	7494.00	7494.00	7448.00	7448.00
Peso del suelo húmedo	gr.	4015.00	4114.00	3979.00	4054.00	3894.00	3988.00
Volumen del suelo	cm ³	2077.84	2077.84	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39
Densidad húmeda	gr/cc	1.93	1.98	1.89	1.93	1.85	1.90
Humedad	%	24.769		25.787		24.560	
Densidad seca	gr/cc	1.549		1.505		1.487	
Peso tara + suelo húmedo	gr.	305.00	546.00	410.00	441.00	378.00	401.00
Peso tara + suelo seco	gr.	246.96	480.00	326.27	364.00	302.27	348.00
Peso de la tara	gr.	69.00	90.00	90.00	54.00	55.00	55.00
Peso del agua	gr.	58.04	66.00	81.73	57.00	76.73	53.00
Peso de los sólidos	gr.	177.96	390.00	238.27	330.00	247.27	293.00
humedad	%	32.61	16.92	34.30	17.27	31.03	18.09
Promedio de humedad	%	24.769		25.787		24.560	

EXPANSION

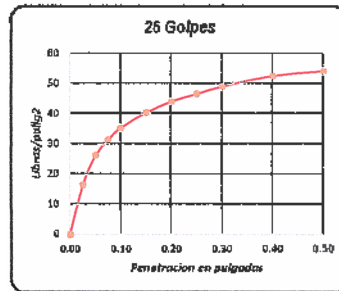
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/07/2023	18.00	0	0	0	0.000%	0	0.000%	0	0	0.000%	0
18/07/2023	18.00	24	0.2	5.0800	4.269%	0.36	9.1440	7.684%	0.43	10.9220	9.178%
19/07/2023	18.00	48	0.23	5.6420	4.909%	0.29	9.9060	8.324%	0.45	11.4300	9.605%
20/07/2023	18.00	72	0.25	6.3500	5.336%	0.41	10.4140	8.751%	0.46	11.6840	9.818%
21/07/2023	18.00	96	0.22	7.0612	5.934%	0.41	10.9220	9.178%	0.48	12.1820	10.245%

PENETRACIÓN

Tiempo	PENETRACIÓN			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	pulg	cm	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30"	0.025	0.064	36.09	79.56	23.53	51.94	16.53	19.09	42.09	13.40		
1'	0.050	0.127	52.01	114.59	36.50	37.22	82.28	26.19	31.43	69.29	22.06	
1' 30"	0.075	0.191	60.69	133.80	42.59	44.66	98.46	31.34	38.95	85.87	27.33	
2'	0.100	0.254	65.96	145.42	46.29	50.17	110.61	35.21	43.54	95.89	30.55	
3'	0.150	0.381	70.83	156.15	49.71	57.51	126.79	40.36	50.99	112.41	35.78	
4'	0.200	0.508	73.31	161.62	51.45	62.71	138.25	44.01	56.29	124.10	39.50	
5'	0.250	0.635	75.37	166.16	52.89	66.38	146.34	46.58	60.78	134.09	42.65	
6'	0.300	0.762	76.97	169.66	54.01	69.84	153.97	49.01	64.14	141.40	45.01	
8'	0.400	1.016	78.95	174.05	55.40	74.85	165.02	52.53	68.75	153.77	48.95	
10'	0.500	1.270	80.64	177.78	56.59	77.25	170.31	54.21	72.56	158.97	50.92	



Densidad Seca	1.549 gr/cm ³
CBR a 0.1"	4.63%
CBR a 0.2"	3.43%



Densidad Seca	1.505 gr/cm ³
CBR a 0.1"	3.62%
CBR a 0.2"	2.83%



Bach. Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Civil Robin Alfredo VICO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

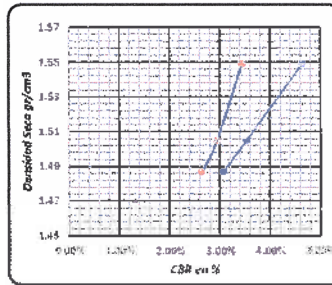
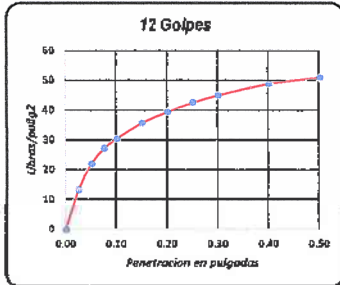


Ing. Jorge L. Meyza Briceño
C.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



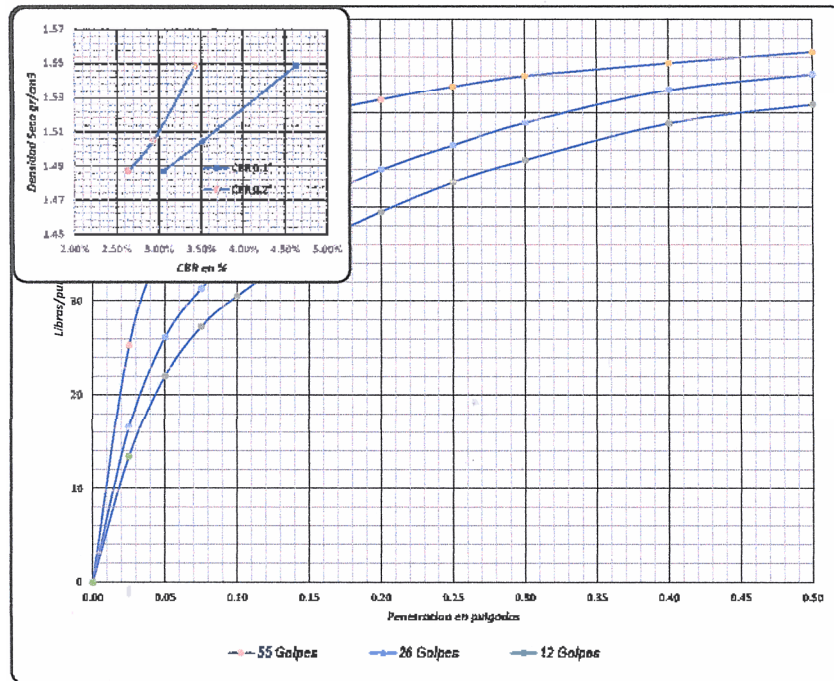
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-304 - UCAYALI, 2023"
 UBICACION: EMP. PE-16 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-01 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SM + 16% VT PROG.: 004620 KM



Densidad Seca	1.487 gr/cm ³
CBR a 0.1"	3.05%
CBR a 0.2"	2.63%

Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	4.63%	1.549 gr/cm ³
CBR con 26 Golpes	3.52%	1.505 gr/cm ³
CBR con 12 Golpes	3.05%	1.487 gr/cm ³
CBR al 100% de Densidad Seca max.		4.63%
CBR al 95% de Densidad Seca max.		4.40%



55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad sec	1.55 gr/cm ³	Densidad seca	1.505 gr/cm ³	Densidad seca	1.487 gr/cm ³	CBR al 100% Densax	4.63%
CBR a 0.1"	4.63%	CBR a 0.1"	3.52%	CBR a 0.1"	3.05%	CBR al 95% Densax	4.40%
CBR a 0.2"	3.43%	CBR a 0.2"	2.93%	CBR a 0.2"	2.63%		

Bach/Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge V. Meyzan Briceno
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

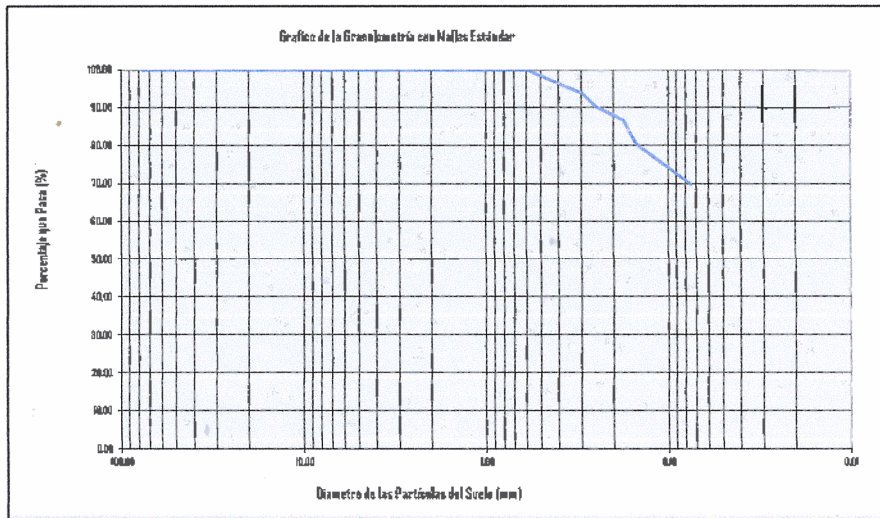
TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALICATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SM PROG.: 08+620 KM

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Peso de la muestra Seca + Tara	1355.30 gr
Peso de la Tara	425.30 gr
Peso de la muestra Seca	930.00 gr

Pasa tamiz N° 4	100.00 %
Pasa tamiz N° 200	69.92 %

TAMIZ N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido (%)	Retenido acumul. (%)	Retenido parcial (%)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.50	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.53	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.75	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 10	2.00	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 20	0.85	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 30	0.59	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 40	0.43	28.31	96.96	0.03	3.04
N° 50	0.30	29.41	93.79	0.06	3.16
N° 60	0.25	32.21	90.33	0.10	3.46
N° 80	0.18	32.52	86.83	0.13	3.50
N° 100	0.15	58.89	80.50	0.19	6.33
N° 200	0.08	98.41	69.92	0.30	10.58
CAZOLETA	0	650.25	0.00	1.00	69.92
TOTAL			930.00		



Bach/Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de
Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Jorge V. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALCATÁ: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN PROG.: 03+620 KM

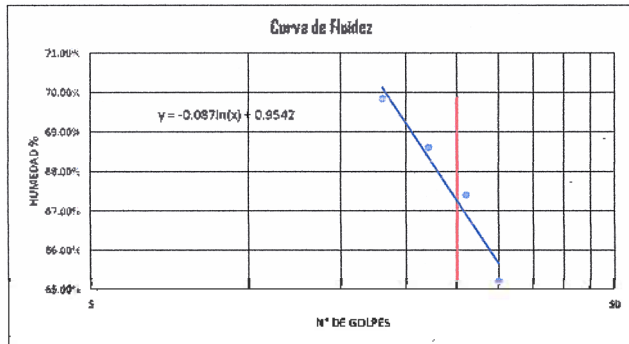
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	16	25	26	50
S. Humedo + Tarro	20.35	19.87	18.74	18.89
S. seco + Tarro	14.95	14.82	14.21	14.37
Peso de Tarro	7.22	7.46	7.49	7.44
Peso del Agua	5.4	5.05	4.53	4.52
Peso de Suelo Seco	7.73	7.36	6.72	6.93
HUMEDAD %	69.86%	68.61%	67.41%	65.22%

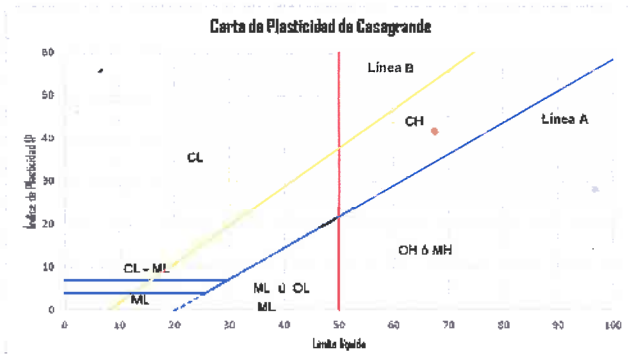
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00	4.00
S. Humedo + Tarro	2.82	2.72	2.71	2.49
S. seco + Tarro	2.48	2.41	2.42	2.21
Peso de Tarro	1.2	1.17	1.18	1.2
Peso del Agua	0.34	0.31	0.29	0.28
Peso de Suelo Seco	1.28	1.24	1.24	1.01
HUMEDAD %	26.56	25.00	23.39	27.72



LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO	
Límite líquido	67.42%
Límite plástico	25.67%
Límite de Plasticidad IP	41.75%

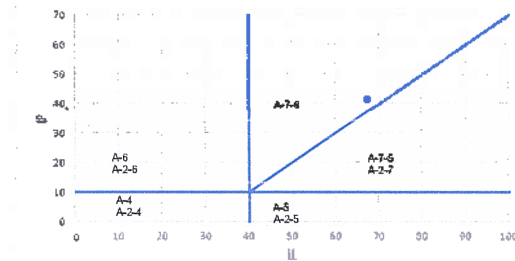
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



Clasificación (S.U.C.S.) ASTM D2487	CH
Arco de Alta Plasticidad	

CLASIFICACIÓN AASHTO

Clasificación fracción (fines) - arcillosa (AASHTO)



Clasificación AASHTO ASTM D3282	A-7-6 (17)

Bach/Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorgo L. Meyzan Briceño
C.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL

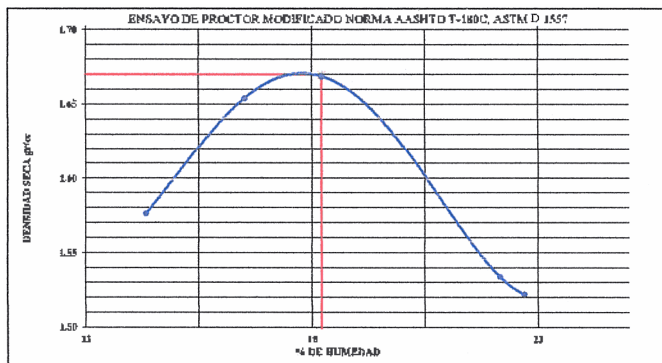


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALCATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN PROG.: 08+620 RM

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-191, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

Porcentaje de Agua	%	4.5	7.88	11.25	14.63	18
Peso del Agua	gr	180	315	450	585	720
Peso Suelo H. + molde	gr	5751.6	5867.8	5910.2	5818.34	5812.4
Peso molde	gr	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5
Peso suelo Humedo	gr	1675.1	1791.3	1833.7	1741.84	1735.9
Volumen del molde	cm ³	929.37	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad suelo humedo	g/cm ³	1.802	1.927	1.973	1.874	1.868
N° de Tara		1	2	3	4	5
Determinación		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Peso suelo H. + tara	gr	275.4	269.6	857.53	570.3	846.9
Peso del suelo S. + tara	gr	249.5	239.1	736.15	478.34	704.73
Peso de la tara	gr	68.98	54.4	69.75	63.19	77.98
Peso del agua	gr	25.9	30.5	121.4	92.0	142.2
Peso del suelo seco	gr	180.5	184.7	666.4	415.2	626.8
Contenido de Humedad	%	14.33	16.51	18.21	22.15	22.88
Densidad suelo seco	g/cm ³	1.59	1.65	1.67	1.59	1.52



Densidad Máxima Seca	1.670 g/cm ³
Humedad Óptima	16.21%



Bach/Ing. Kelvin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de
Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge Moya Briceño
C.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-1B C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PT. AGUA BLANCA - LD. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CAUCATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN PROG.: 03+620 KM

ENSAYO DE CBR: ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

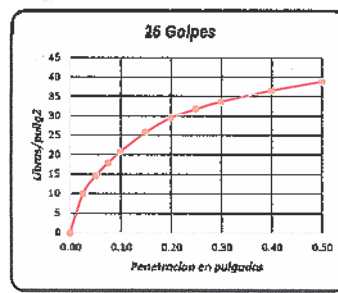
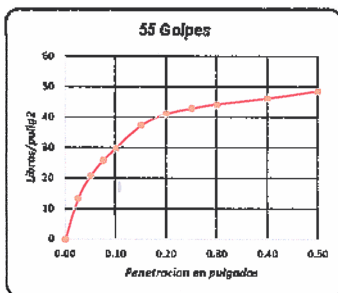
CONDICIÓN	UNIDAD	MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
		Sumerg.	Sumerg.	Sumerg.	Sumerg.	Sumerg.	Sumerg.
Peso del molde + suelo humedo	gr.	11843.00	12157.00	11408.00	11844.00	11191.00	11620.00
Peso del molde	gr.	7805.00	7806.00	7507.00	7507.00	7460.00	7460.00
Peso del suelo humedo	gr.	4038.00	4352.00	3901.00	4337.00	3731.00	4160.00
Volumen del suelo	cm ³	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39
Densidad humeda	gr/cc	1.92	2.07	1.86	2.06	1.77	1.98
Humedad	%	24.406		23.696		26.097	
Densidad seca	gr/cc	1.544		1.590		1.407	
Peso tara + suelo humedo	gr.	322.00	305.00	285.00	374.00	326.00	313.00
Peso tara + suelo seco	gr.	268.66	262.00	233.25	327.00	268.70	267.00
Peso de la tara	gr.	71.80	64.00	55.00	71.00	63.00	78.00
Peso del agua	gr.	53.34	43.00	51.75	47.00	57.30	46.00
Peso de los sólidos	gr.	196.86	198.00	178.25	256.00	205.70	189.00
humedad	%	27.10	21.72	29.03	18.36	27.86	24.34
Promedio de humedad	%	24.406		23.696		26.097	

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansion (55)		Lectura Dial	Expansion (26)		Lectura Dial	Expansion (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/07/2023	18.00	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
22/07/2023	18.00	24	0.15	3.8100	3.202%	0.31	7.8740	6.617%	0.39	9.8060	6.324%
23/07/2023	18.00	48	0.21	5.3340	4.482%	0.33	8.3820	7.044%	0.41	10.4140	8.751%
24/07/2023	18.00	72	0.23	5.8420	4.909%	0.36	9.1440	7.684%	0.43	10.9220	9.178%
25/07/2023	18.00	96	0.25	6.3500	5.336%	0.38	9.6520	8.111%	0.44	11.1760	9.392%

PENETRACIÓN

Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	seg	cm	mm	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064	19.17	42.26	13.45	14.48	31.92	10.16	9.34	20.59	6.55	11.21
1'	0.050	0.127	29.67	65.41	20.82	20.86	46.21	14.71	15.98	35.23	11.21	14.93
1'30"	0.075	0.191	36.92	81.38	25.91	25.74	56.75	18.06	19.23	42.39	13.45	18.80
2'	0.100	0.254	42.42	93.52	29.77	29.76	65.61	20.88	21.28	46.91	14.93	21.33
3'	0.150	0.381	53.23	117.35	37.35	36.81	81.15	25.83	23.94	52.78	16.80	18.18
4'	0.200	0.508	58.53	129.04	41.07	42.11	92.84	29.55	28.91	57.12	18.18	19.89
5'	0.250	0.635	61.08	134.66	42.86	45.38	100.05	31.85	28.35	62.50	19.89	21.33
6'	0.300	0.762	62.92	136.71	44.15	48.02	105.87	33.70	30.39	67.00	21.33	24.04
8'	0.400	1.016	65.77	145.00	46.15	52.11	114.88	35.57	34.26	75.53	24.04	25.26
10'	0.500	1.270	68.14	152.43	48.52	55.47	122.29	38.93	37.42	82.50	25.26	



Densidad Seca	1,544 gr/cm ³
CBR a 0.1'	2.98%
CBR a 0.2'	2.74%

Densidad Seca	1,500 gr/cm ³
CBR a 0.1'	2.09%
CBR a 0.2'	1.97%



Bach/Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
Jefe de Laboratorios FICA - UNHEVAL

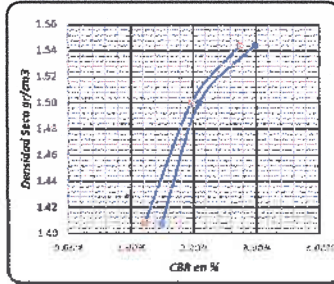
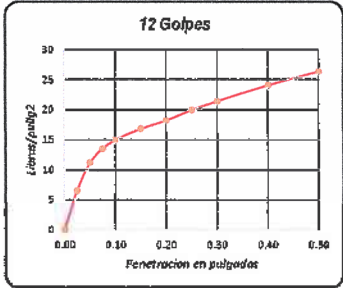


UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



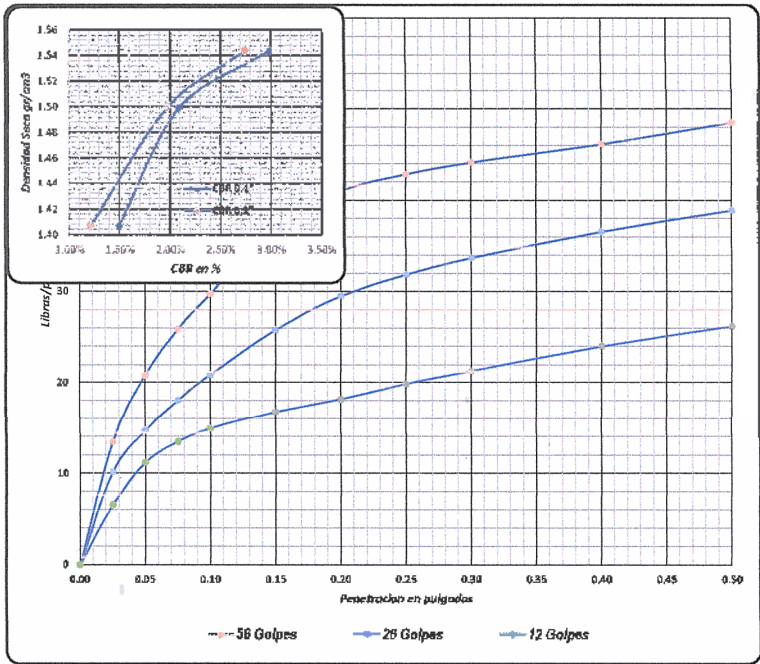
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - LICAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-38 C [CAMPO VERDE] - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. [HU-104 A TOURNAVISTA]
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN PROG.: CBH620 KM



Densidad Seca	1,407 gr/cm ³
CBR a 0.1"	1.49%
CBR a 0.2"	1.21%

Resultado de Ensayos	CBR (%)	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	2.98%	1,544 gr/cm ³
CBR con 26 Golpes	2.09%	1,500 gr/cm ³
CBR con 12 Golpes	1.49%	1,407 gr/cm ³
CBR al 100% de Densidad Seca max.	2.98%	
CBR al 95% de Densidad Seca max.	2.83%	



55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad seca	1.54 gr/cm ³	Densidad seca	1.500 gr/cm ³	Densidad seca	1.407 gr/cm ³	CBR al 100% D _{max}	2.98%
CBR a 0.1"	2.98%	CBR a 0.1"	2.09%	CBR a 0.1"	1.49%	CBR al 95% D _{max}	2.83%
CBR a 0.2"	2.74%	CBR a 0.2"	1.97%	CBR a 0.2"	1.21%		



Bach/Ing. Kevin Edison RAMOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



[Signature]
Ing. Civil Robin Alfredo VICO ROMAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



[Signature]
Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.V.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

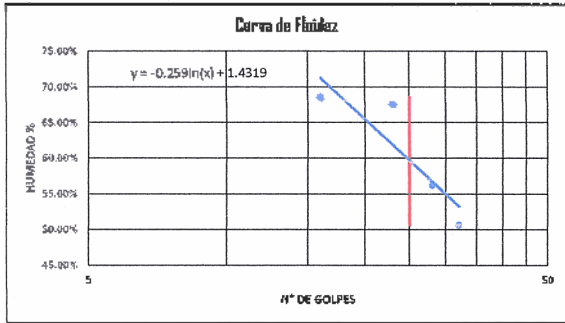
TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-304 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-28 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN+8%VT PROG.: 03+620 KM

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	16	25	26	32
S. Húmedo + Tarro	17.19	16.82	16.45	16.25
S. seco + Tarro	13.52	13.45	13.18	13.11
Peso de Tarro	6.42	6.47	7.37	6.92
Peso del Agua	3.57	3.37	3.27	3.14
Peso de Suelo Seco	5.2	4.98	5.81	6.19
HUMEDAD %	68.65%	67.67%	56.28%	50.73%

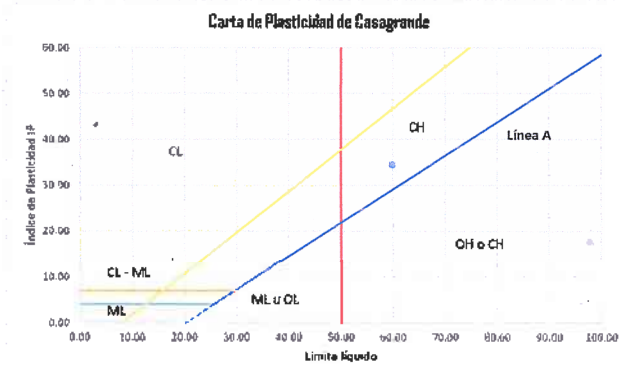
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00	4.00
S. Húmedo + Tarro	2.96	3.65	3.37	3.26
S. seco + Tarro	2.56	3.15	2.95	2.67
Peso de Tarro	1.11	1.22	1.22	1.2
Peso del Agua	0.4	0.5	0.42	0.39
Peso de Suelo Seco	1.45	1.93	1.73	1.67
HUMEDAD %	27.59	25.91	24.28	23.35



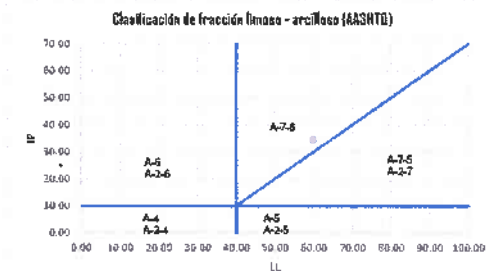
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO	
Límite Líquido	59.82%
Límite Plástico	25.28%
Contenido de Arcilla	34.54%

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)



Clasificación (S.U.C.S.) ASTM D2487:	CH
Arcilla de Alta Plasticidad	

CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación AASHTO ASTM D3282	
A-7-6 (13)	

Bach. Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL

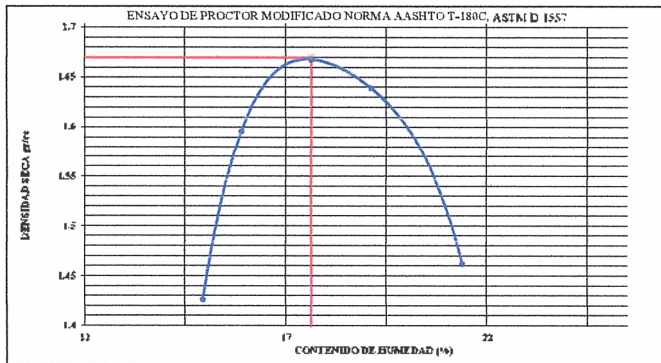


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: 10/12/23
 CALICATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN + 856VT PROG.: 03+620 KM

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

Porcentaje de Agua	%	4.5	7.88	11.25	14.63	18
Peso del Agua	gr	180	315	450	585	720
Peso Suelo H. + molde	gr	5593.6	5788.1	5892.9	5883.9	5719.2
Peso molde	gr	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5
Peso suelo Humedo	gr	1517.1	1711.6	1816.4	1807.4	1642.7
Volumen del molde	cm ³	929.37	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.632	1.842	1.954	1.945	1.768
N° de Tara		1	2	3	4	5
Determinación		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Peso suelo H. + tara	gr	228.1	459.1	412.14	459.93	254.95
Peso del suelo S. + tara	gr	210.45	401.9	362.18	387.74	223.25
Peso de la tara	gr	88.2	69.3	70.7	63.96	71.54
Peso del agua	gr	17.7	51.2	50.0	62.2	31.7
Peso del suelo seco	gr	122.3	332.6	291.5	333.8	151.7
Contenido de Humedad	%	14.44	15.39	17.14	18.63	20.90
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.43	1.60	1.67	1.64	1.46



Densidad Máxima Seca :	1.67 gr/cm ³
Humedad Óptima :	17.14%

Bach. Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyza Briceño
 C.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESTISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALCATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA: 5N + 8% VT PROG.: 03+620 KM

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

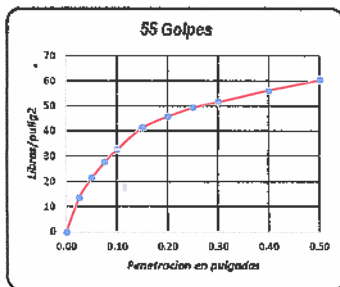
CONDICION		MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
		SI Sumerg	Sumerg	SI Sumerg	Sumerg	SI Sumerg	Sumerg
Peso del molde + suelo humedo	gr.	11581.00	11682.00	11554.00	11713.00	11342.00	11551.00
Peso del molde	gr.	7511.00	7511.00	7559.00	7559.00	7520.00	7520.00
Peso del suelo humedo	gr.	4070.00	4171.00	4005.00	4154.00	3822.00	4031.00
Volumen del suelo	cm ³	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39
Densidad humeda	gr/cm ³	1.94	1.98	1.90	1.98	1.82	1.92
Humedad	%	23.682		25.934		26.736	
Densidad seca	gr/cm ³	1.565		1.513		1.434	
Peso tara + suelo humedo	gr.	351.00	369.00	360.00	297.00	309.00	362.00
Peso tara + suelo seco	gr.	285.31	326.00	286.00	259.00	249.55	329.00
Peso de la tara	gr.	77.00	69.00	70.00	63.00	70.00	69.00
Peso del agua	gr.	65.69	41.00	71.10	38.00	59.42	53.00
Peso de los solidos	gr.	208.31	259.00	218.90	196.00	179.58	260.00
humedad	%	31.53	15.83	32.48	19.39	33.09	20.38
Promedio de humedad	%	23.682		25.934		26.736	

EXPANSION

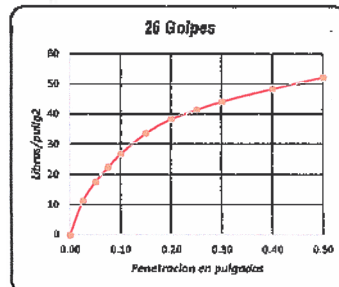
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Expansión (26)		Expansión (12)		
				mm	%	mm	%	mm	%	
21/07/2023	18.00	0	0	0	0.000%	0	0.000%	0	0.000%	
22/07/2023	18.00	24	0.18	4.5720	3.842%	0.32	8.1280	6.830%	0.39	9.9060
23/07/2023	18.00	48	0.21	5.3340	4.482%	0.34	8.6360	7.257%	0.41	10.4140
24/07/2023	18.00	72	0.23	5.8420	4.909%	0.35	8.8900	7.471%	0.43	10.9220
26/07/2023	18.00	96	0.24	6.0960	5.123%	0.37	9.3980	7.897%	0.45	11.4300

PENETRACION

Tiempo	PENETRACION		MUESTRA N° 01 (55)				MUESTRA N° 02 (26)				MUESTRA N° 03 (12)			
	pulg.	cm	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²
0	0.000	0.000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.054	19.58	43.17	13.74	16.21	35.74	11.38	11.12	24.52	7.80			
1'	0.050	0.127	30.88	68.08	21.67	25.27	55.71	17.73	18.56	40.92	13.02			
1' 30"	0.075	0.191	39.63	87.37	27.81	32.1	70.77	22.53	24.27	53.51	17.03			
2'	0.100	0.254	46.81	103.20	32.85	38.32	84.48	26.89	28.65	63.16	20.11			
3'	0.150	0.381	59.04	130.16	41.43	48.03	105.89	33.71	35.18	77.56	24.69			
4'	0.200	0.508	65.36	144.09	45.87	54.76	120.72	38.43	39.57	87.24	27.77			
5'	0.250	0.635	70.46	155.34	49.45	59.04	130.16	41.43	43.13	95.09	30.27			
5'	0.300	0.762	73.63	162.33	51.67	62.92	138.71	44.15	45.69	101.17	32.20			
8'	0.400	1.016	80.15	176.70	56.25	69.03	152.18	48.44	50.58	111.51	35.49			
10'	0.500	1.270	86.27	190.19	60.54	74.44	164.11	52.24	54.45	120.04	38.21			



Densidad Seca	1.565 gr/cm ³
CBR a 0.1"	3.28%
CBR a 0.2"	3.95%



Densidad Seca	1.513 gr/cm ³
CBR a 0.1"	2.69%
CBR a 0.2"	2.56%



Bach/Ing. Kevin Euson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNNEVAL



Ing. Jorge L. Meyzen Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNNEVAL

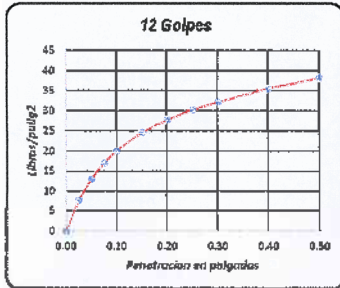


UNIVERSIDAD NACIONAL HERMITO VALDEZAN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

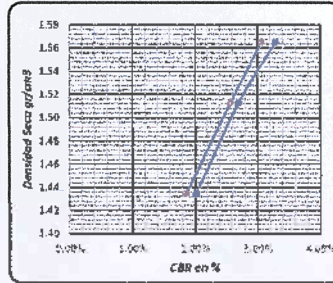


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

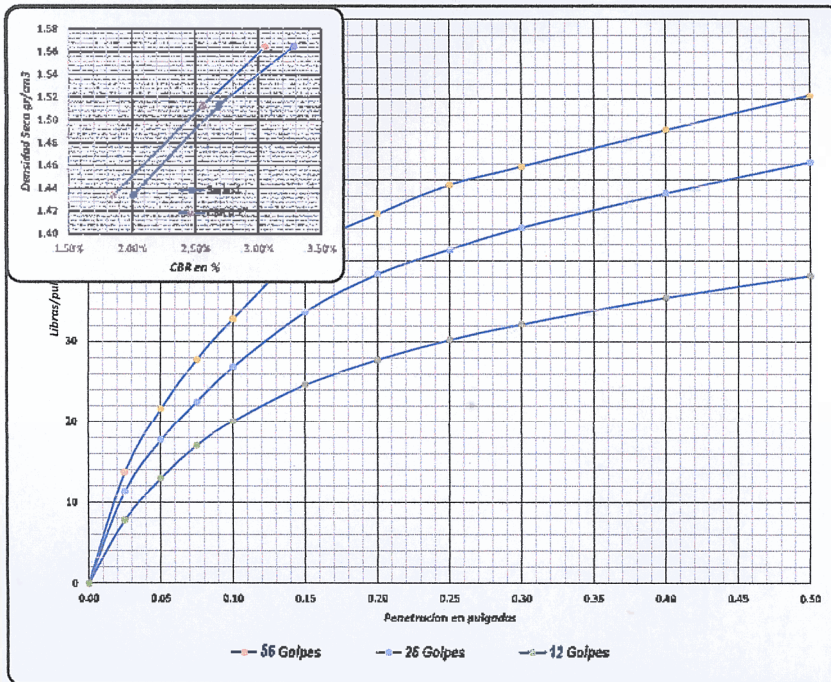
TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: ENP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN+8%VT PROG.: 03+820 KM



Densidad Seca	1,434 gr/cm ³
CBR a 0.1"	2.01%
CBR a 0.2"	1.85%



Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	3.28%	1,565 gr/cm ³
CBR con 26 Golpes	2.63%	1,513 gr/cm ³
CBR con 12 Golpes	2.01%	1,434 gr/cm ³
CBR al 100% de Densidad Seca max.		3.28%
CBR al 95% de Densidad Seca max.		3.12%



55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad seca	1,57 gr/cm ³	Densidad seca	1,513 gr/cm ³	Densidad seca	1,434 gr/cm ³	CBR al 100% Densar	3.28%
CBR a 0.1"	3.28%	CBR a 0.1"	2.63%	CBR a 0.1"	2.01%	CBR al 95% Densar	3.12%
CBR a 0.2"	3.06%	CBR a 0.2"	2.56%	CBR a 0.2"	1.85%		

Bach/Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUÁ, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-1B C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - LD. (HU-104 A TOURNAIUSTA)
FECHA: Jul-23
CALCATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN+12%VT PROG.: 03+620 KM

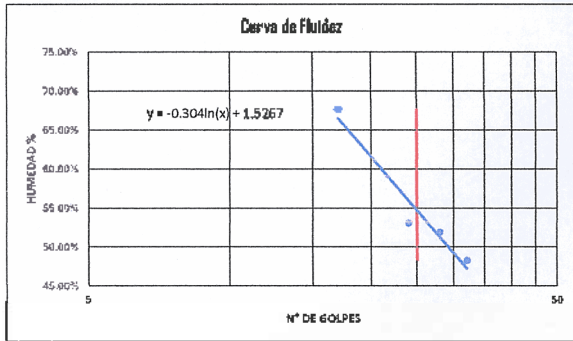
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-423)

N° DE GOLPES	17	24	28	32
S. Húmedo + Tarro	15.72	17.06	16.35	16.99
S. seco + Tarro	12.35	13.7	13.15	13.8
Peso de Tarro	7.37	7.38	6.99	7.2
Peso del Agua	3.37	3.36	3.20	3.19
Peso de Suelo Seco	4.98	6.32	6.16	6.6
HUMEDAD %	67.67%	53.16%	51.95%	48.33%

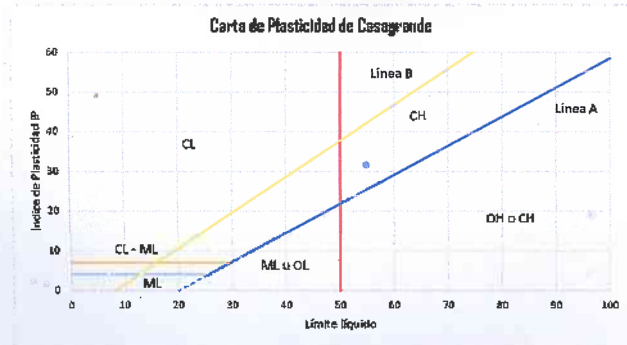
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00	4.00
S. Húmedo + Tarro	3.46	2.95	3.31	3.69
S. seco + Tarro	3.34	2.62	2.92	3.24
Peso de Tarro	2.84	1.22	1.19	1.21
Peso del Agua	0.12	0.33	0.39	0.45
Peso de Suelo Seco	0.5	1.4	1.73	2.03
HUMEDAD %	24.00	23.57	22.54	22.17

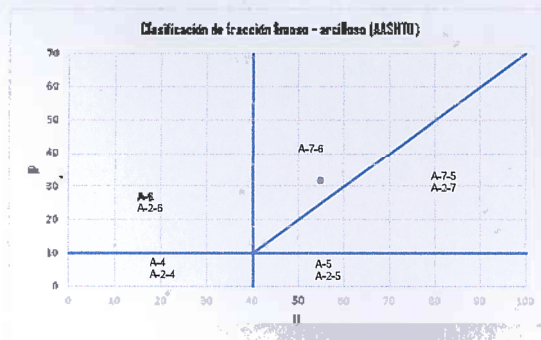


LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO	
Humedad Líquida	54.92%
Humedad Plástica	23.87%
Contenido de Arcilla (A60)	31.75%

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Bach/Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERIBERTO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

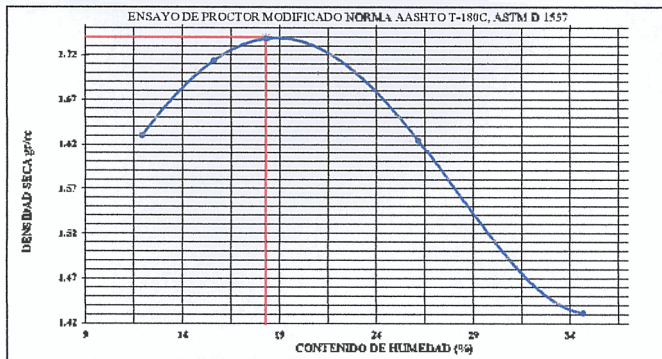


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PR-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALICATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN+12% VT PROG.: 03+620 KM

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-198, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

Porcentaje de Agua	%	4.5	7.88	11.25	14.63	18
Peso del Agua	gr	180	315	450	585	720
Peso Suelo H + molde	gr	5772.45	5918.47	5987.63	5981.61	5868.47
Peso molde	gr	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5
Peso suelo Humedo	gr	1695.95	1841.97	1911.13	1905.11	1791.97
Volumen del molde	cm ³	929.37	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad suelo humedo	g/cm ³	1.82	1.98	2.06	2.05	1.93
Nº de Tara		1	2	3	4	5
Determinación		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Peso suelo H + tara	gr	268.31	275	375.45	474.69	312.45
Peso del suelo S + tara	gr	247.10	245.2	328.2	389.43	252.11
Peso de la tara	gr	69	54.4	69.8	63.2	78
Peso del agua	gr	21.2	29.8	47.3	85.3	60.3
Peso del suelo seco	gr	178.1	190.8	258.4	326.2	174.1
Contenido de Humedad	%	11.91	15.62	18.29	26.13	34.66
Densidad suelo seco	g/cm ³	1.63	1.71	1.74	1.63	1.43



Densidad Máxima Seca:	1.74 g/cm ³
Humedad Óptima:	18.29%

Bach/Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyza Briceño
C.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. CIVIL BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL LIC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - LD. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALCATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA: 5N + 12% VT PROG.: 03+620 KM

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E137 (LABORATORIO)

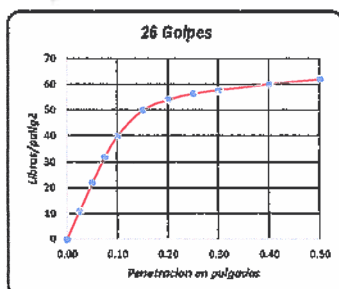
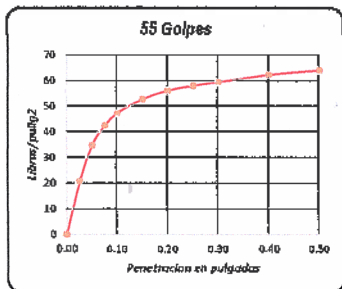
N° DE GOLPES	CONDICIÓN	Unidad	MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
			SiSumerg.	Sumerg.	SiSumerg.	Sumerg.	SiSumerg.	Sumerg.
	Peso del molde + suelo húmedo	gr.	11446.00	11526.00	11495.00	11507.00	11263.00	11448.00
	Peso del molde	gr.	7528.00	7528.00	7547.00	7547.00	7452.00	7452.00
	Peso del suelo húmedo	gr.	3918.00	4000.00	3918.00	3960.00	3811.00	3996.00
	Volumen del suelo	cm ³	2077.84	2077.84	2077.84	2077.84	2077.84	2077.84
	Densidad húmeda	gr/cc	1.89	1.93	1.89	1.91	1.83	1.92
	Humedad	%	22.651		25.384		24.510	
	Densidad seca	gr/cc	1.537		1.504		1.473	
	Peso tara + suelo húmedo	gr.	288.00	365.00	357.00	383.00	381.00	421.00
	Peso tara + suelo seco	gr.	243.00	324.00	281.42	342.00	304.32	372.34
	Peso de la tara	gr.	88.00	72.00	70.00	69.00	64.00	88.00
	Peso del agua	gr.	45.00	41.00	75.58	41.00	76.68	48.66
	Peso de los sólidos	gr.	155.00	252.00	211.42	273.00	240.32	284.34
	humedad	%	29.03	16.27	35.75	15.02	31.91	17.11
	Promedio de humedad	%	22.651		25.384		24.510	

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				min	%		min	%		min	%
21/07/2023	18.00	0	0	0	0.000%	0	0.000%	0	0	0	0.000%
22/07/2023	18.00	19	0.21	5.3340	4.482%	0.35	8.8900	7.471%	0.4	10.1600	8.538%
23/07/2023	18.00	0.22	0.25	6.3500	5.336%	0.37	9.3980	7.897%	0.43	10.9220	9.178%
24/07/2023	18.00	0.23	0.27	6.8580	5.763%	0.38	9.6520	8.111%	0.45	11.4300	9.605%
25/07/2023	18.00	0.25	0.26	7.0512	5.934%	0.41	10.4140	8.751%	0.47	11.9380	10.032%

PENETRACIÓN

Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	psi/g	cm	Kg	Libras	Lib/pul/2	Kg	Libras	Lib/pul/2	Kg	Libras	Lib/pul/2	
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30"	0.075	0.064	28.57	65.19	20.75	15.61	34.41	10.95	13.46	29.67	9.45	
1'	0.150	0.127	49.56	109.26	34.78	31.51	69.47	22.11	21.82	48.10	15.31	
1' 30"	0.075	0.191	60.57	133.53	42.51	45.24	99.74	31.75	26.82	59.13	18.82	
2'	0.190	0.254	67.61	149.05	47.45	57.00	125.66	40.00	30.49	67.22	21.40	
3'	0.150	0.381	75.36	166.14	52.88	71.38	157.37	50.09	39.81	81.15	25.83	
4'	0.200	0.508	80.15	176.70	56.25	77.19	170.17	54.17	41.40	91.27	29.05	
5'	0.250	0.635	82.91	182.79	58.18	80.46	177.38	55.46	45.38	100.05	31.85	
6'	0.300	0.762	84.84	187.04	59.54	82.39	181.64	57.82	48.54	107.01	34.06	
8'	0.400	1.016	85.95	195.12	62.43	85.66	188.85	60.11	53.94	118.92	37.85	
10'	0.500	1.270	81.57	201.88	64.26	88.51	195.13	62.11	56.53	129.04	41.07	



Densidad Seca	1.537 g/cm ³
CBR a 0.1'	4.74%
CBR a 0.2'	3.78%

Densidad Seca	1.504 g/cm ³
CBR a 0.1'	4.09%
CBR a 0.2'	3.51%

Bach. Ing. Karin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



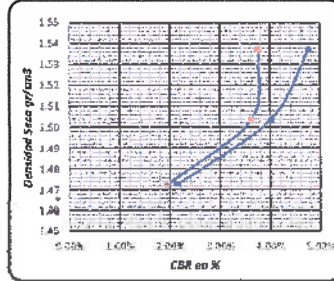
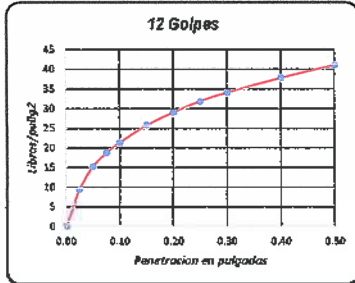


UNIVERSIDAD NACIONAL HERMINIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



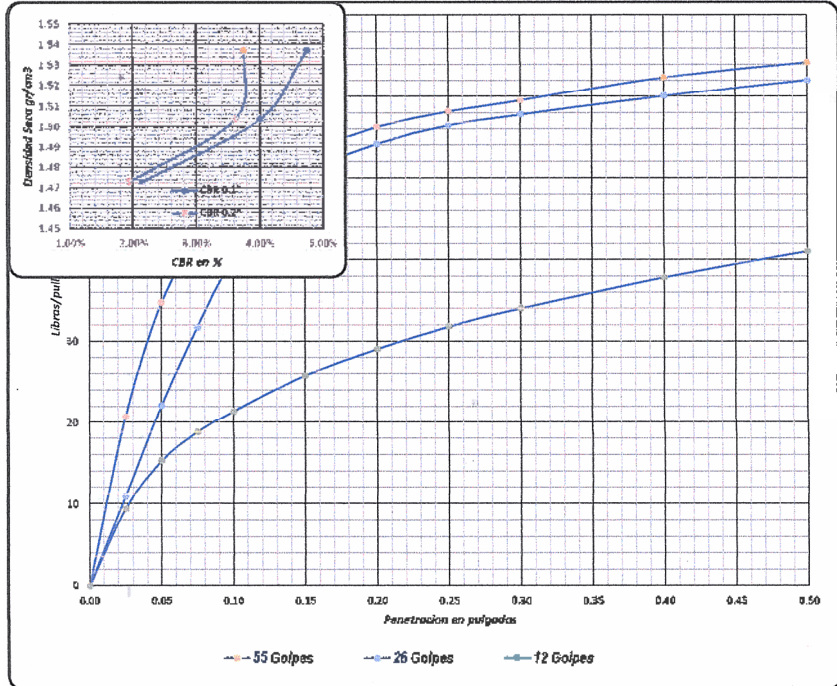
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN
 UBICACIÓN: CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 FECHA: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 CALICATA: Jul-23
 C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA: 5N + 12% VT PROG.: 03+620 KM



Densidad Seca	1,473 gr/cm³
CBR a 0.1"	2.14%
CBR a 0.2"	1.84%

Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	4.74%	1,537 gr/cm³
CBR con 26 Golpes	4.00%	1,504 gr/cm³
CBR con 12 Golpes	2.14%	1,473 gr/cm³
CBR al 100% de Densidad Seca máx.		4.74%
CBR al 95% de Densidad Seca máx.		4.51%



55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad seca	1,54 gr/cm³	Densidad seca	1,504 gr/cm³	Densidad seca	1,473 gr/cm³	CBR al 100% D _{sec} máx	4.74%
CBR a 0.1"	4.74%	CBR a 0.1"	4.00%	CBR a 0.1"	2.14%	CBR al 95% D _{sec} máx	4.51%
CBR a 0.2"	3.75%	CBR a 0.2"	3.61%	CBR a 0.2"	1.84%		



Bach/Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge Meyzan Briceño
C.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-304 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN + 16%VT PROG.: 03+620 KM

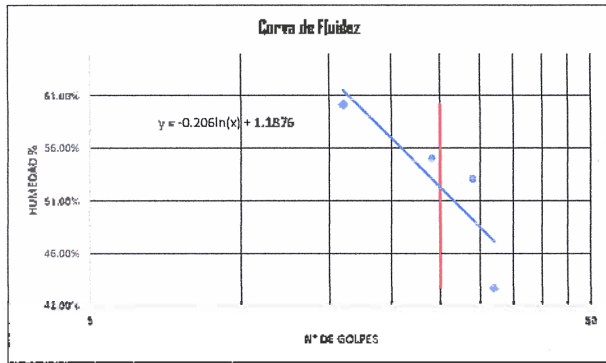
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

N.º DE GOLPES	16	24	28	32
S. Humedo + Tarro	18.19	16.79	16.17	16.21
S. seco + Tarro	14.56	13.47	13.47	13.54
Peso de Tarro	8.53	7.44	8.39	7.3
Peso del Agua	3.63	3.32	2.70	2.67
Peso de Suelo Seco	6.03	6.03	5.08	6.24
HUMEDAD %	60.20%	55.06%	53.15%	42.79%

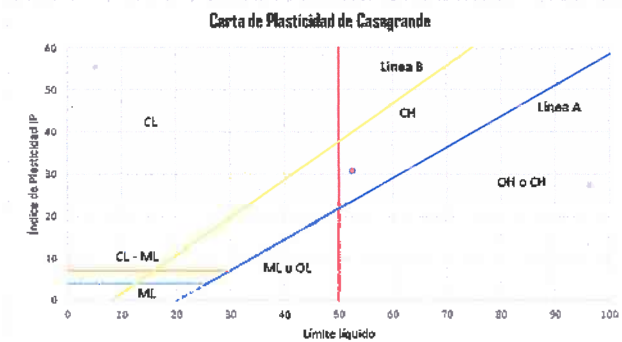
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00	4.00
S. Humedo + Tarro	3.12	3.18	2.98	3.23
S. seco + Tarro	2.76	2.82	2.68	2.89
Peso de Tarro	1.25	1.21	1.21	1.2
Peso del Agua	0.36	0.36	0.3	0.34
Peso de Suelo Seco	1.53	1.61	1.47	1.69
HUMEDAD %	23.53	22.36	20.41	20.12

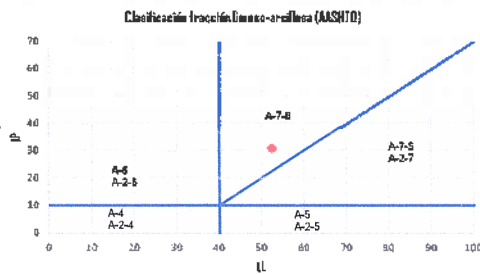


LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO	
Índice de Plasticidad	52.45%
Índice de Líquido	21.60%
Índice de Plasticidad P	30.85%

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Bach/Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge V. Meyzán Briceño
 S.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMINIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

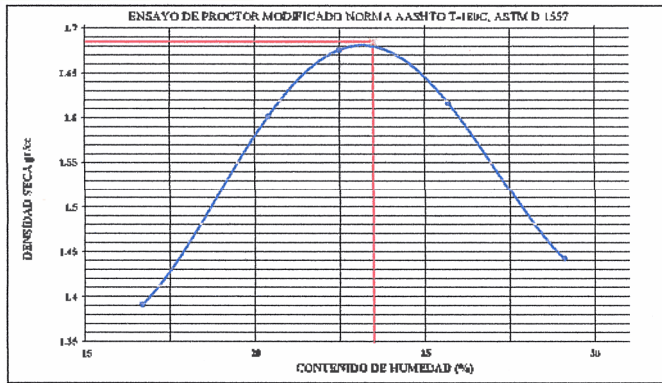


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - C.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN+16%MT PROG.: 03+620 KM

SUELO NATURAL + 16% VIDRIO TRITURADO

Porcentaje de Agua	%	4.5	7.88	11.25	14.63	18
Peso del Agua	gr	180	315	450	585	720
Peso Suelo H. + molde	gr	3365.3	3803.45	3964.4	3950.4	3607.4
Peso molde	gr	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5
Peso suelo Humedo	gr	1506.8	1782.95	1907.9	1888.9	1730.9
Volumen del molde	cm ³	929.37	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.62	1.93	2.05	2.03	1.86
N° de Tara		1	2	3	4	5
Determinación		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Peso suelo H. + tara	gr	525.26	474.51	386.74	326.58	309.61
Peso del suelo S. + tara	gr	462.80	405.88	336.9	272.9	251.3
Peso de la tara	gr	88.2	69.3	70.7	54	71.5
Peso del agua	gr	62.5	68.6	59.8	53.7	52.3
Peso del suelo seco	gr	374.6	336.6	266.2	208.9	179.8
Contenido de Humedad	%	16.67	20.39	22.48	25.70	29.09
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.39	1.60	1.68	1.62	1.44



Densidad Máxima Seca	1.69 gr/cm ³
Humedad Óptima	23.48%



Bach. Ing. Kevin Edison CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzán Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FIGA - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESTISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C [CAMPO VERDE] - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. [HJ-104 A TOURNAVISTA]
FECHA: Jul-23
CALCATA: C-02 PROF: 1.50 m MUESTRA: SN + 16% VT PROG.: 03+620 KM

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

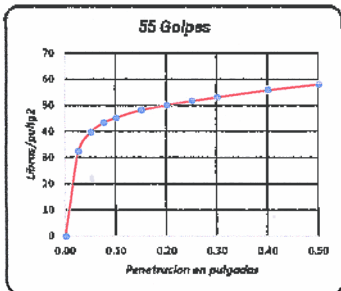
CONDICIÓN		MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
		SI Sumerg	Sumerg.	SI Sumerg	Sumerg.	SI Sumerg	Sumerg.
Peso del molde + suelo húmedo	gr.	11518.00	11617.00	11479.00	11552.00	11326.00	11439.00
Peso del molde	gr.	7505.00	7506.00	7494.00	7494.00	7448.00	7448.00
Peso del suelo húmedo	gr.	4012.00	4111.00	3985.00	4058.00	3880.00	3991.00
Volumen del suelo	cm ³	2077.84	2077.84	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39
Densidad húmeda	gr/cc	1.93	1.98	1.90	1.93	1.85	1.90
Humedad	%	24.292		25.227		24.303	
Densidad seca	gr/cc	1.553		1.514		1.485	
Peso tara + suelo húmedo	gr.	388.00	545.00	412.00	445.00	381.00	404.00
Peso tara + suelo seco	gr.	248.96	483.00	330.77	389.00	303.67	352.00
Peso de la tara	gr.	69.00	90.00	90.00	64.00	55.00	55.00
Peso del agua	gr.	59.04	62.00	81.23	56.00	77.33	52.00
Peso de los sólidos	gr.	179.96	393.00	240.77	335.00	248.67	297.00
Humedad	%	32.81	15.78	33.74	16.72	31.10	17.51
Promedio de humedad	%	24.292		25.227		24.303	

EXPANSION

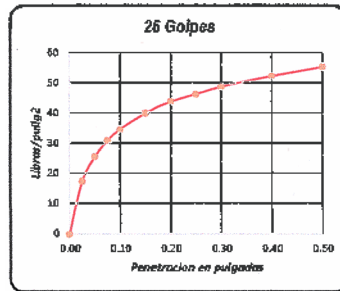
Fecha	Hora	Tiempo	Expansión (55)		Expansión (26)		Expansión (12)	
			Lectura Dial	Expansión (%)	Lectura Dial	Expansión (%)	Lectura Dial	Expansión (%)
21/07/2023	18.00	0	0	0.000%	0	0.000%	0	0.000%
22/07/2023	18.00	24	0.19	4.8260	0.28	7.1120	0.38	9.6520
23/07/2023	18.00	48	0.21	5.3340	0.32	8.1280	0.41	10.4140
24/07/2023	18.00	72	0.23	5.8420	0.34	8.6360	0.43	10.9220
25/07/2023	18.00	96	0.25	6.3500	0.35	8.8900	0.45	11.4300

PENETRACIÓN

Tiempo	PENETRACIÓN			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	tiempo	kg	cm	Kg	Libras	Lib/pulg ²	Kg	Libras	Lib/pulg ²	Kg	Libras	Lib/pulg ²
0	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	9.054	0.025	46.39	102.27	32.55	25.99	55.31	17.61	20.19	44.51	14.17
1'	0.050	9.127	0.050	56.71	125.02	39.80	36.61	80.71	25.69	32.53	71.72	22.83
1'30"	0.075	9.191	0.075	61.79	136.22	43.36	44.16	97.36	30.99	38.34	84.53	26.91
2'	0.100	9.254	0.100	64.55	142.31	45.30	46.35	108.80	34.63	43.34	95.55	30.41
3'	0.150	9.381	0.150	68.83	151.74	48.30	57.60	125.66	40.00	50.78	111.95	35.63
4'	0.200	9.508	0.200	71.48	157.59	50.16	62.61	138.03	43.94	56.39	124.32	39.57
5'	0.250	9.635	0.250	73.73	162.55	51.74	65.98	145.46	46.30	60.67	133.75	42.58
6'	0.300	9.762	0.300	75.67	167.26	53.24	68.34	153.31	48.80	63.73	140.50	44.72
8'	0.400	1.916	0.400	79.74	175.80	55.96	74.64	164.55	52.38	68.85	153.99	48.02
10'	0.500	1.270	0.500	82.94	182.85	58.20	78.02	174.21	55.45	76.17	167.93	53.45



Densidad Seca	1.553 gr/cm ³
CBR a 0.1"	4.53%
CBR a 0.2"	3.34%



Densidad Seca	1.514 gr/cm ³
CBR a 0.1"	3.46%
CBR a 0.2"	2.93%

Bach./Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Roberto ALFREDO VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

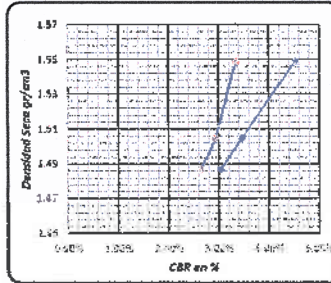
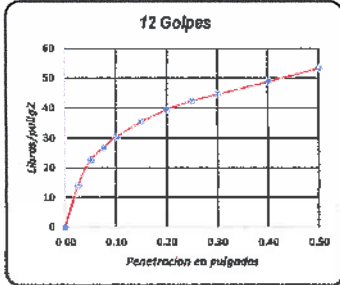


Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



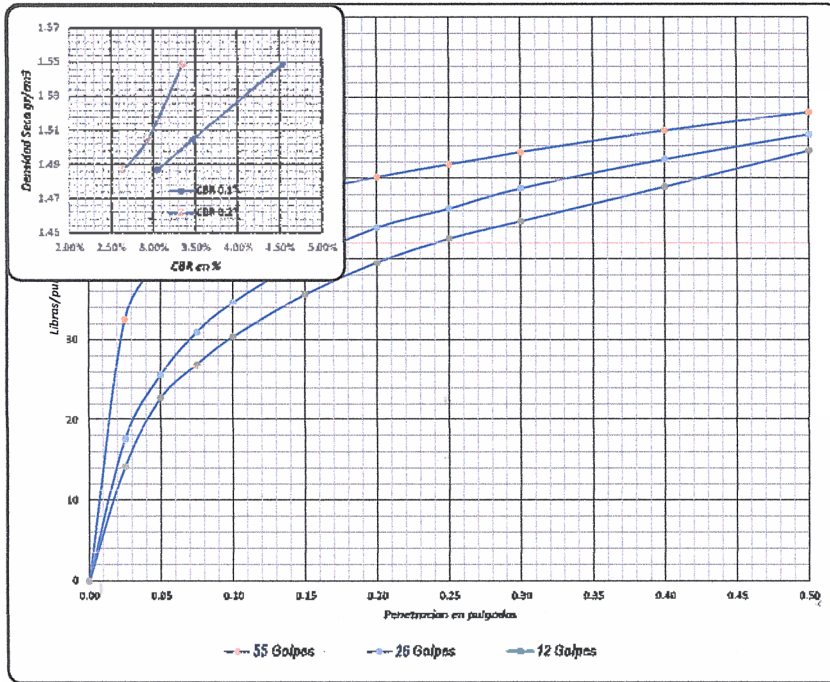
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CAUCATA: C-02 PROF.: 1.50 m MUESTRA: 5N+16% VT PROG.: Q3+210 KM



Densidad Seca	1,485 gr/cm ³
CBR a 0.1"	3.04%
CBR a 0.2"	2.64%

Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	4.53%	1,553 gr/cm ³
CBR con 26 Golpes	3.46%	1,514 gr/cm ³
CBR con 12 Golpes	3.04%	1,485 gr/cm ³
CBR al 100% de Densidad Seca max.		4.53%
CBR al 95% de Densidad Seca max.		4.30%



55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad seca	1,553 gr/cm ³	Densidad seca	1,514 gr/cm ³	Densidad seca	1,485 gr/cm ³	CBR al 100% Densax	4.53%
CBR a 0.1"	4.53%	CBR a 0.1"	3.46%	CBR a 0.1"	3.04%	CBR al 95% Densax	4.30%
CBR a 0.2"	3.24%	CBR a 0.2"	2.83%	CBR a 0.2"	2.64%		



Bach/Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMINIO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

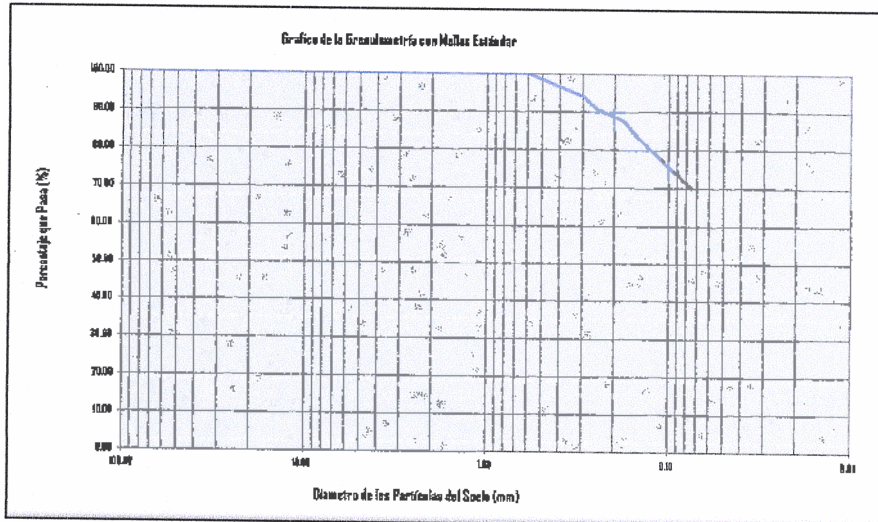
TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALCATA: C-08 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN PROG.: 06+520 KM

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Peso de la muestra Seca + Tara	1415.30 gr
Peso de la Tara	415.30 gr
Peso de la muestra Seca	1000.00 gr

Pasa tamiz N° 4	100.00 %
Pasa tamiz N° 200	78.03 %

TAMIZ N°	Diametro (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumul (%)	Retenido parcial (%)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.50	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.53	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.75	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 10	2.00	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 20	0.85	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 30	0.59	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 40	0.43	28.31	97.17	0.03	2.83
N° 50	0.30	29.41	94.23	0.06	2.94
N° 60	0.25	32.21	91.01	0.09	3.22
N° 80	0.18	32.52	87.76	0.12	3.25
N° 100	0.15	38.89	83.87	0.16	3.89
N° 200	0.08	136.41	70.03	0.30	13.64
GAZOLETA	0	700.25	0.00	1.00	70.03
TOTAL			1000.00		



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL

Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de
Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-05 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN PROG.: 06+520 KM

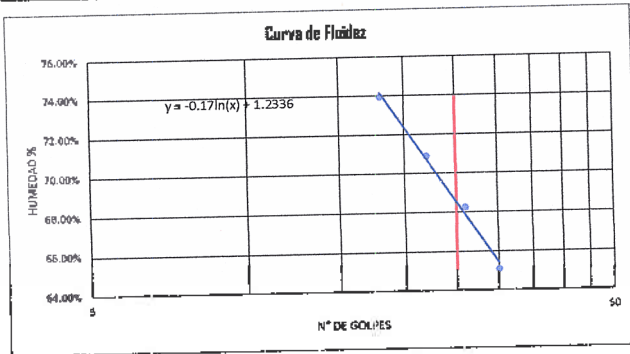
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

N° DE GOLPES	19	25	29	30
S. Humedo + Tarro	21.33	19.27	18.63	18.19
S. seco + Tarro	15.36	14.27	14.11	13.98
Peso de Tarro	7.53	7.46	7.49	7.48
Peso de Agua	6.02	4.9	4.52	4.24
Peso de Suelo Seco	8.14	6.91	6.62	6.51
HUMEDAD %	73.96%	70.91%	68.28%	65.13%

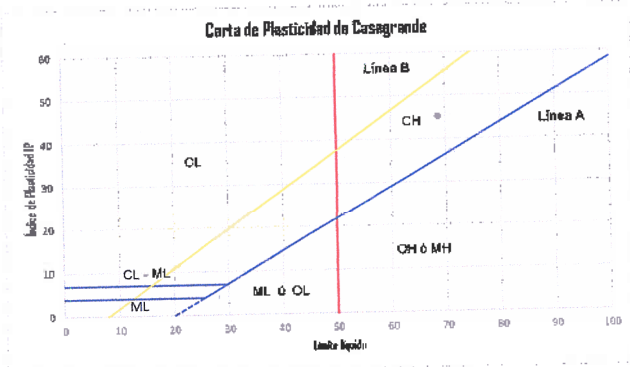
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00	4.00
S. Humedo + Tarro	2.71	2.65	2.75	2.58
S. seco + Tarro	2.38	2.36	2.50	2.33
Peso de Tarro	1.2	1.17	1.18	1.20
Peso de Agua	0.33	0.29	0.28	0.23
Peso de Suelo Seco	1.18	1.19	1.32	1.13
HUMEDAD %	27.97	24.37	21.21	20.35



LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO	
Límite Líquido	68.54%
Límite Plástico	23.48%
Índice de Plasticidad IP	45.16%

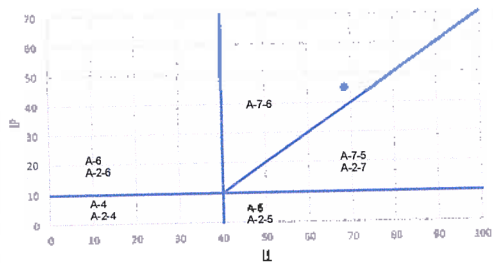
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S)



Clasificación (S.U.C.S.) ASTM D2487	CH
	Arcilla de Alta Plasticidad

CLASIFICACIÓN AASHTO

Clasificación Inerción líquida - arcillosa (AASHTO)



Índice de Plasticidad (IP)	19
Clasificación AASHTO ASTM D3282	A-7.6 (19)



Ing. Jorge L. Meyza Briceño
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL



Bach. Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
 Técnico Administrativo de
 Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

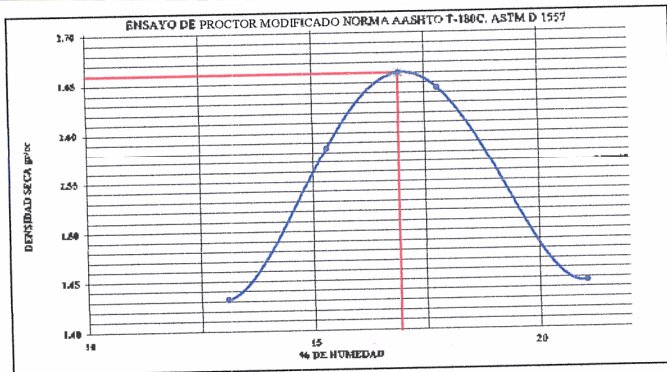


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALICATA: C-03 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN PROG.: 06+520 KM

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

		4.5	7.88	11.25	14.63	18
Porcentaje de Agua	%	4.5	7.88	11.25	14.63	18
Peso del Agua	gr	180	315	450	585	720
Peso Suelo H. + molde	gr	5581.6	5774.7	5880.3	5876.9	5704.1
Peso molde	gr	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5
Peso suelo Humedo	gr	1505.1	1698.2	1803.8	1800.4	1627.6
Volumen del molde	cm ³	929.37	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.619	1.827	1.941	1.937	1.751
N° de Tara		1	2	3	4	5
Determinación		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Peso suelo H. + tara	gr	222.5	448.6	408.54	455.24	252.38
Peso del suelo S. + tara	gr	206.95	398.25	359.64	396.18	230.95
Peso de la tara	gr	88.2	69.3	70.7	63.96	71.54
Peso del agua	gr	15.6	50.4	48.9	59.1	31.4
Peso del suelo seco	gr	118.8	329.0	288.9	332.2	149.4
Contenido de Humedad	%	13.09	15.31	16.92	17.78	21.04
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.43	1.58	1.66	1.64	1.45



Densidad Máxima Seca	1.660 gr/cm ³
Humedad Óptima	16.92%



Bach/Ing. Kevin Edison CAMPOS GENAVIDES
Técnico Administrativo de
Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Rogin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
D.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO QUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - LD. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALICATA: C-08 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN PROG.: 064520 KM

ENSAYO DE CBR: AS'IM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

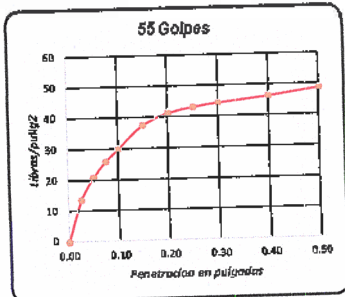
Nº DE GOLPES	MUESTRA 1 - 55			MUESTRA 2 - 26			MUESTRA 3 - 12		
	g/Sumerg	Sumerg	g/Sumerg	Sumerg	g/Sumerg	Sumerg	g/Sumerg	Sumerg	g/Sumerg
CONDICION		gr.							
Peso del molde + suelo humedo	11845.00		12159.00	11410.00		11846.00		11192.00	11621.00
Peso del molde	7805.00		7805.00	7507.00		7507.00		7460.00	7450.00
Peso del suelo humedo	4040.00		4354.00	3903.00		4339.00		3732.00	4161.00
Volumen del suelo	2102.39		2102.39	2102.39		2102.39		2102.39	2102.39
Densidad humeda	1.92		2.07	1.85		2.06		1.78	1.98
Humedad	25.457			23.332			25.966		
Densidad seca	1.532			1.505			1.409		
Peso tara + suelo humedo	323.00		306.00	286.00		375.00		325.00	314.00
Peso tara + suelo seco	269.89		259.00	234.67		328.42		267.55	266.56
Peso de la tara	71.80		64.00	55.00		71.00		63.00	78.00
Peso del agua	53.11		47.00	51.33		46.58		57.45	45.44
Peso de los solidos	198.09		195.00	179.67		257.42		204.55	190.56
Humedad	26.81		24.10	28.57		18.09		28.09	23.85
Promedio de humedad	25.457			23.332			25.966		

EXPANSION

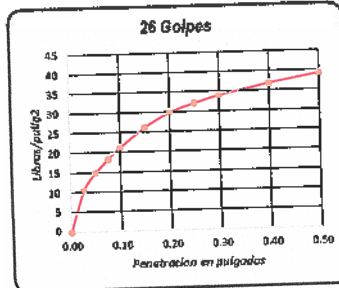
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansion (55)		Lectura Dial	Expansion (26)		Lectura Dial	Expansion (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/07/2023	18.00	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
22/07/2023	18.00	24	0.15	3.8100	3.202%	0.31	7.8740	6.617%	0.39	9.9060	8.324%
23/07/2023	18.00	48	0.21	5.3340	4.482%	0.33	8.3820	7.044%	0.41	10.4140	8.751%
24/07/2023	18.00	72	0.23	5.8420	4.909%	0.36	9.1440	7.684%	0.43	10.9220	9.178%
25/07/2023	18.00	96	0.25	6.3500	5.336%	0.38	9.6520	8.111%	0.44	11.1760	9.382%

PENETRACION

PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
Tiempo	pulg	cm	Kg	Libras	Lib/pul2	Kg	Libras	Lib/pul2	Kg	Libras	Lib/pul2
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064	19.67	43.36	13.80	15.2	33.51	10.67	9.71	21.41	6.81
1'	0.050	0.127	30.17	66.51	21.17	21.68	47.80	15.21	16.35	36.05	11.47
1' 30"	0.075	0.191	37.42	82.50	26.26	28.46	58.33	18.57	19.6	43.21	13.75
2'	0.100	0.254	42.92	94.62	30.12	30.48	67.20	21.39	21.65	47.73	15.19
3'	0.150	0.381	53.73	118.45	37.71	37.53	82.74	26.34	24.31	53.59	17.05
4'	0.200	0.508	59.03	130.14	41.42	42.83	94.42	30.06	28.28	57.94	18.44
5'	0.250	0.635	61.58	135.76	43.21	46.1	101.63	32.35	28.72	63.32	20.15
6'	0.300	0.762	63.42	139.82	44.51	48.74	107.46	34.20	30.76	67.81	21.59
8'	0.400	1.016	66.27	146.10	46.51	52.83	116.47	37.07	34.63	76.35	24.30
10'	0.500	1.270	68.64	153.53	48.87	56.10	123.88	39.43	37.79	83.31	26.52



Densidad Seca	1.532 gr/cm3
CBR a 0.1"	3.01%
CBR a 0.2"	2.76%



Densidad Seca	1.505 gr/cm3
CBR a 0.1"	2.14%
CBR a 0.2"	2.00%

Bach. Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL

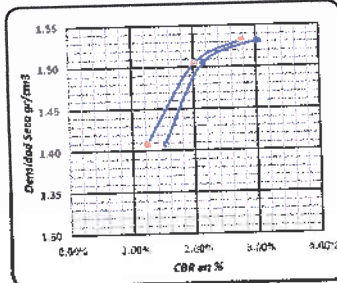
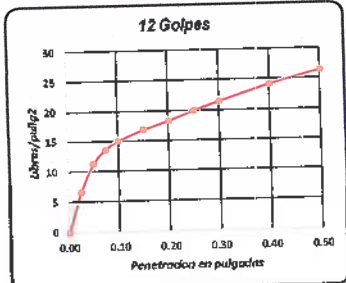


UNIVERSIDAD NACIONAL HERMINIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



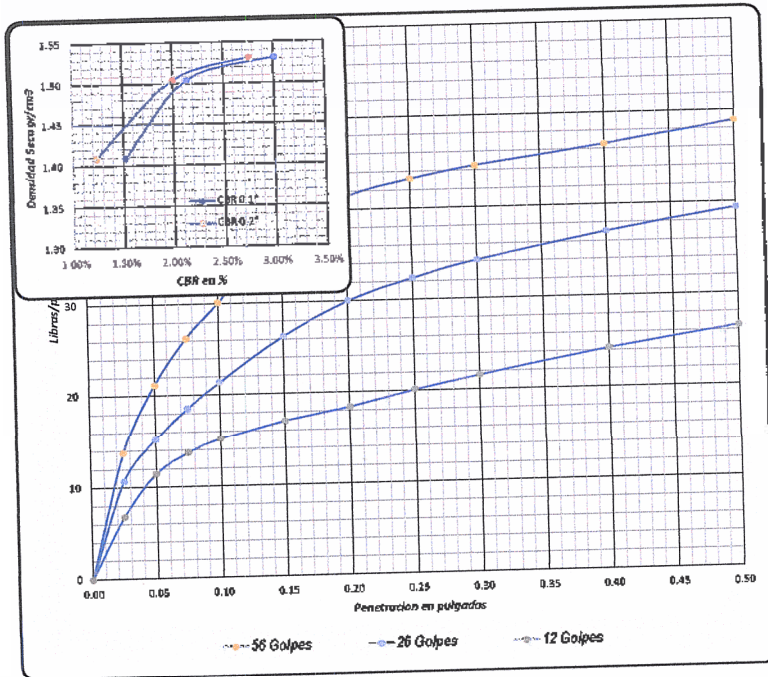
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALCATA: C-03 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN PROG.: 05+520 KM



Densidad Seca	1.409 gr/cm³
CBR a 0.1"	1.52%
CBR a 0.2"	1.23%

Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	3.01%	1.532 gr/cm³
CBR con 26 Golpes	2.14%	1.505 gr/cm³
CBR con 12 Golpes	1.52%	1.409 gr/cm³
CBR al 100% de Densidad Seca max.		3.01%
CBR al 95% de Densidad Seca max.		2.86%



55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad seca	1.53 gr/cm³	Densidad seca	1.505 gr/cm³	Densidad seca	1.409 gr/cm³	CBR al 100% D _{max}	3.01%
CBR a 0.1"	3.01%	CBR a 0.1"	2.14%	CBR a 0.1"	1.52%	CBR al 95% D _{max}	2.86%
CBR a 0.2"	2.76%	CBR a 0.2"	2.00%	CBR a 0.2"	1.23%		

Bach. Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
D.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

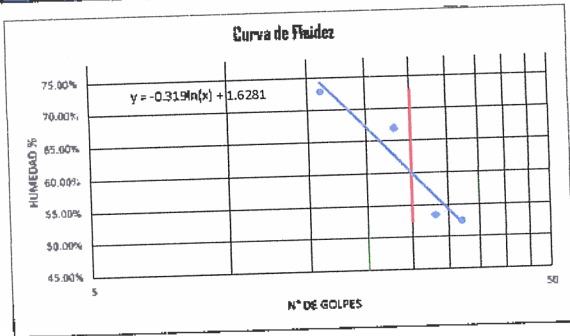
TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2013"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALICATA: C-03 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN+8%VT PROG.: 06-1520 KM

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	16	25	20	5
S. Humedo + Tarro	17.69	17.32	17.25	16.55
S. seco + Tarro	13.78	13.65	13.81	13.43
Peso de Tarro	8.42	8.47	7.37	6.92
Peso del Agua	3.91	3.47	3.44	3.42
Peso de Suelo Seco	5.36	5.18	6.44	6.51
HUMEDAD %	72.95%	66.99%	53.42%	52.59%

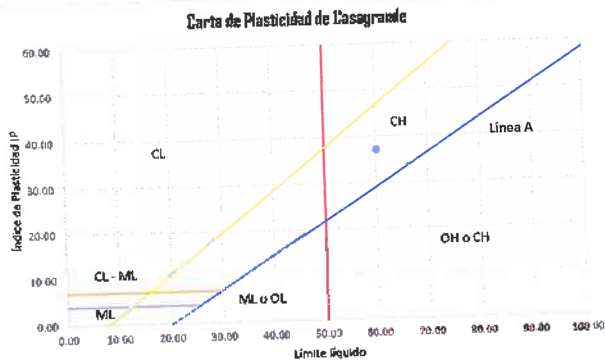
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00	4.00
S. Humedo + Tarro	2.76	2.78	2.78	3.06
S. seco + Tarro	2.41	2.47	2.50	2.78
Peso de Tarro	1.11	1.23	1.23	1.2
Peso del Agua	0.35	0.31	0.29	0.28
Peso de Suelo Seco	1.3	1.25	1.28	1.58
HUMEDAD %	26.92	24.80	22.66	17.72



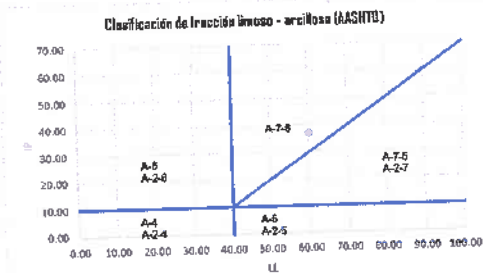
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO	
Límite Líquido	66.13%
Límite Plástico	23.83%
Índice de Plasticidad (IP)	37.10%

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



Clasificación (S.U.C.S.) ASTM D2487: CH
Arcilla de Alta Plasticidad

CLASIFICACIÓN AASHTO



Valor del Índice de Plasticidad (IP): 15
Clasificación AASHTO ASTM D2282: A-7.5 (15)



Ing. Jorge L. Meyza Briceño
C.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL

Bach. Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil BONIFACIO VILLO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

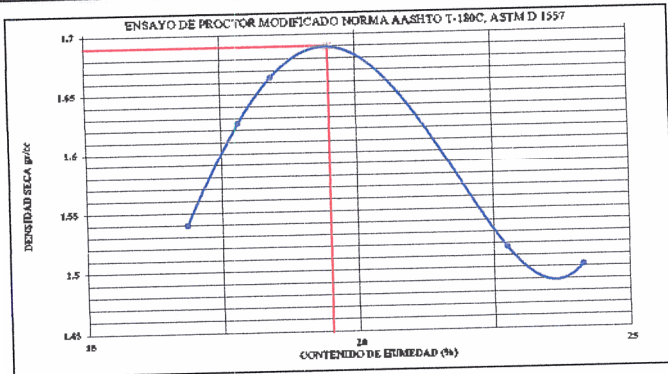


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAVALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-03 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN + 8%VT PROG.: 06+520 KM

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

		4.5	7.88	11.25	14.63	18
Porcentaje de Agua	%	4.5	7.88	11.25	14.63	18
Peso del Agua	gr	180	315	450	585	720
Peso Suelo H. + molde	gr	5748.6	5856.8	5908.4	5807.3	5809.1
Peso molde	gr	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5
Peso suelo Humedo	gr	1672.1	1780.3	1831.9	1730.8	1732.6
Volumen del molde	cm ³	929.37	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.799	1.916	1.971	1.862	1.864
Nº de Tara		1	2	3	4	5
Determinación		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Peso suelo H. + tara	gr	271.7	272.6	849.53	563.7	649.1
Peso del suelo S. + tara	gr	242.5	239.6	728.15	470.97	699.15
Peso de la tara	gr	68.98	54.4	69.75	63.19	77.88
Peso del agua	gr	29.2	33.0	121.4	92.7	150.0
Peso del suelo seco	gr	173.5	165.2	658.4	407.8	621.2
Contenido de Humedad	%	16.85	17.82	18.44	22.74	24.14
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.54	1.63	1.66	1.52	1.30



Densidad Máxima Seca:	1.69 gr/cm ³
Humedad Óptima:	19.50%

Ing. Karin Edson CAMPOS BENAVIDES
 Técnico Administrativo de
 Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Roberto Alfredo VITCO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meryzan Briceno
 O.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESTISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-38 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - LD. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALICATA: C-08 PROF.: 1.50 m MUESTRA: SN + 8% VT PROG.: 06+520 KM

ENSAYO DE CBR: ASTM D 1663 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

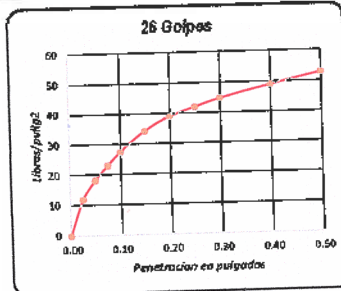
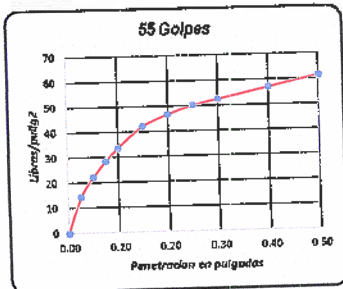
N° DE GOLPES	CONDICIÓN	MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
		SISumerg	Sunerg	SISumerg	Sunerg	SISumerg	Sunerg
	Peso del molde + suelo húmedo	11582.00	11684.00	11566.00	11715.00	11344.00	11549.00
	Peso del molde	7511.00	7511.00	7559.00	7559.00	7520.00	7520.00
	Peso del suelo húmedo	4071.00	4173.00	4007.00	4156.00	3824.00	4029.00
	Volumen del suelo	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39
	Densidad húmeda	1.94	1.98	1.91	1.98	1.82	1.92
	Humedad	23.506		25.246		27.103	
	Densidad seca	1.566		1.522		1.431	
	Peso tara + suelo húmedo	352.00	367.00	358.00	298.00	310.00	363.00
	Peso tara + suelo seco	284.71	329.00	289.50	280.00	250.49	328.00
	Peso de la tara	77.00	69.00	70.00	63.00	70.00	69.00
	Peso del agua	67.29	38.00	68.50	36.00	59.51	55.00
	Peso de los sólidos	267.71	260.00	219.50	197.00	180.49	269.00
	humedad	32.40		14.62		31.21	
	Promedio de humedad	23.506		25.246		27.103	

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansion (55)		Expansion (26)		Expansion (12)		
				mm	%	mm	%	mm	%	
21/07/2023	18.00	0	0	0	0.000%	0	0.000%	0	0.000%	
22/07/2023	18.00	24	0.18	4.5720	3.842%	0.32	8.1280	6.830%	0.39	9.9060
23/07/2023	18.00	48	0.21	5.3340	4.482%	0.34	8.6360	7.257%	0.41	10.4140
24/07/2023	18.00	72	0.23	5.8420	4.908%	0.35	8.8900	7.471%	0.43	10.9220
25/07/2023	18.00	96	0.24	6.0900	5.123%	0.37	9.3980	7.897%	0.45	11.4300

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
Tiempo	pulg	cm	Kg	Libras	Lib/pul2	Kg	Libras	Lib/pul2	Kg	Libras	Lib/pul2
0"	0.000	0.000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064	20.72	45.68	14.54	17.19	37.90	12.06	11.6	25.57	8.14
1'	0.050	0.127	32.02	70.59	22.47	26.25	57.87	18.42	19.04	41.98	13.36
1'30"	0.075	0.191	40.77	89.88	28.61	33.08	72.93	23.21	24.75	54.56	17.37
2'	0.100	0.254	47.95	105.71	33.85	39.3	86.64	27.58	29.13	64.22	20.44
3'	0.150	0.381	60.18	132.67	42.23	49.01	108.05	34.39	35.66	78.62	25.02
4'	0.200	0.508	66.50	146.81	46.67	55.74	122.89	39.12	40.65	88.30	28.11
5'	0.250	0.635	71.60	157.85	50.25	60.02	132.32	42.12	43.61	96.14	30.60
6'	0.300	0.762	74.77	164.84	52.47	63.9	140.88	44.84	46.37	102.23	32.54
8'	0.400	1.016	81.28	179.21	57.05	70.01	154.35	49.13	51.06	112.57	35.83
10'	0.500	1.270	87.41	192.71	61.34	75.42	166.27	52.93	54.93	121.10	38.55



Densidad Seca	1.566 gr/cm3
CBR a 0.1"	3.36%
CBR a 0.2"	3.11%

Densidad Seca	1.522 gr/cm3
CBR a 0.1"	2.76%
CBR a 0.2"	2.61%



Ing. Jorge L. Meyza Briceño
P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL

Bach/Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil

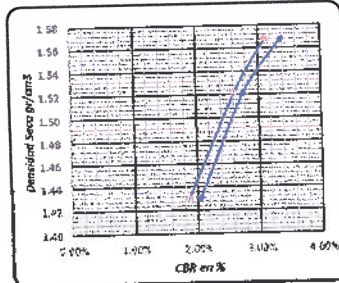
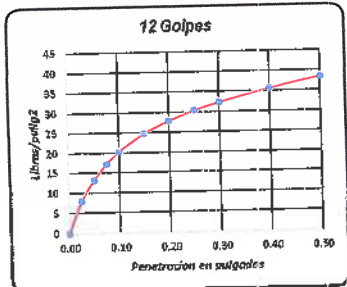


Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



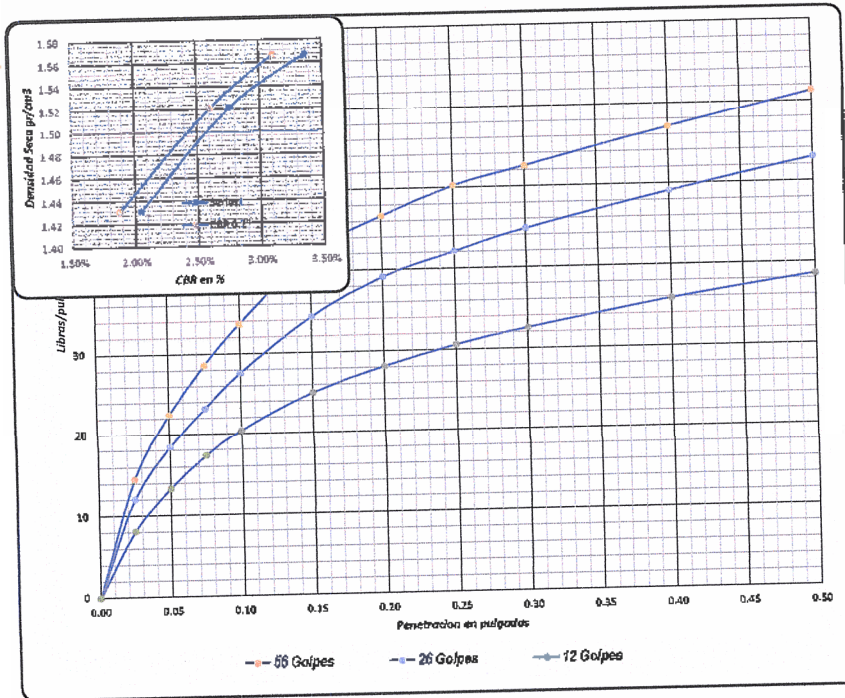
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - LD. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-03 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN+8%VT PROG.: 06+520 KM



Densidad Seca	1.431 gr/cm³
CBR a 0.1"	2.04%
CBR a 0.2"	1.87%

Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	3.36%	1.568 gr/cm³
CBR con 26 Golpes	2.76%	1.522 gr/cm³
CBR con 12 Golpes	2.04%	1.431 gr/cm³
CBR al 100% de Densidad Seca max.		3.36%
CBR al 95% de Densidad Seca max.		3.20%



Ing. Jorge L. Meylan Briccho
 C.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL

55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad seca	1.57 gr/cm³	Densidad seca	1.522 gr/cm³	Densidad seca	1.431 gr/cm³	CBR al 100% Densax	3.36%
CBR a 0.1"	3.36%	CBR a 0.1"	2.76%	CBR a 0.1"	2.04%	CBR al 95% Densax	3.20%
CBR a 0.2"	3.11%	CBR a 0.2"	2.61%	CBR a 0.2"	1.87%		

Bach. Ing. Kavimilson CAMPOS BENAVIDES
 Técnico Administrativo de
 Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Soberio Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio
 de Geotecnia - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMINIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZCUL, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-13 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALICATA: C-03 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN+12%VT PROG.: 08+520 KM

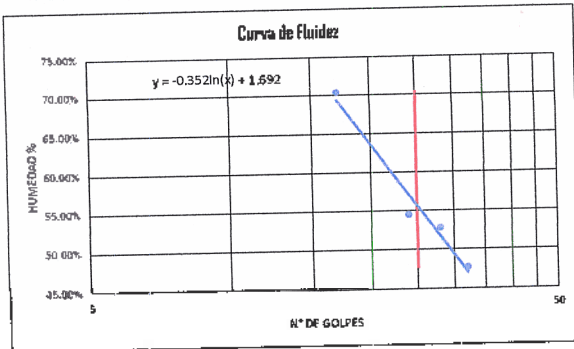
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

N° DE GOLPES	17	24	28	32
S. Humedo + Tarro	15.82	17.01	16.45	16.92
S. seco + Tarro	12.33	13.61	13.18	13.78
Peso de Tarro	7.37	7.38	6.99	7.2
Peso del Agua	3.49	3.40	3.27	3.14
Peso de Suelo Seco	4.96	6.23	6.19	6.58
HUMEDAD %	70.36%	54.57%	52.83%	47.72%

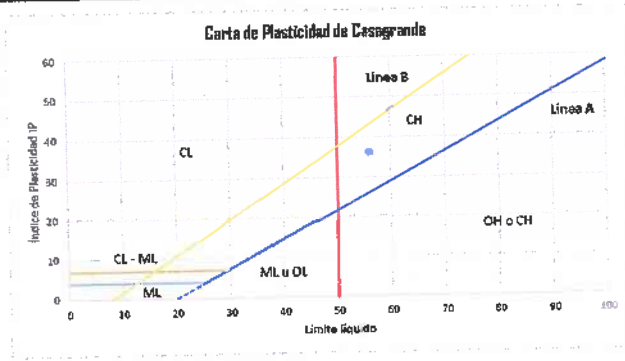
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00	4.00
S. Humedo + Tarro	3.46	2.95	3.31	3.69
S. seco + Tarro	3.01	2.63	3.00	3.39
Peso de Tarro	1.29	1.22	1.19	1.21
Peso del Agua	0.45	0.32	0.31	0.3
Peso de Suelo Seco	1.78	1.41	1.81	2.18
HUMEDAD %	25.28	22.70	17.13	13.76



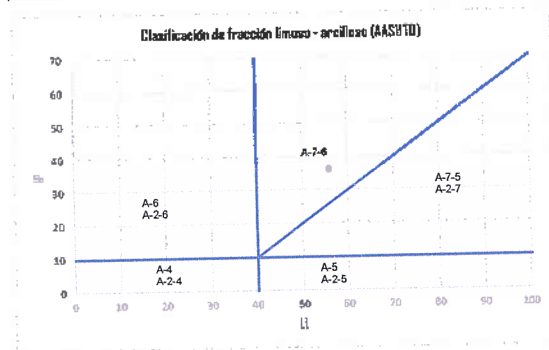
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO	
Límite Líquido	55.98%
Límite Plástico	19.72%
Índice de Plasticidad	36.18%

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



Clasificación (S.U.C.S.) ASTM D2487: CH
Arcilla de Alta Plasticidad

CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación AASHTO ASTM D2282: A-7-B (14)

Clasificación AASHTO ASTM D2282: A-7-B (14)



Ing. Jorge L. Meyza Briceño
C.R.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL

Ing. Kelvin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL

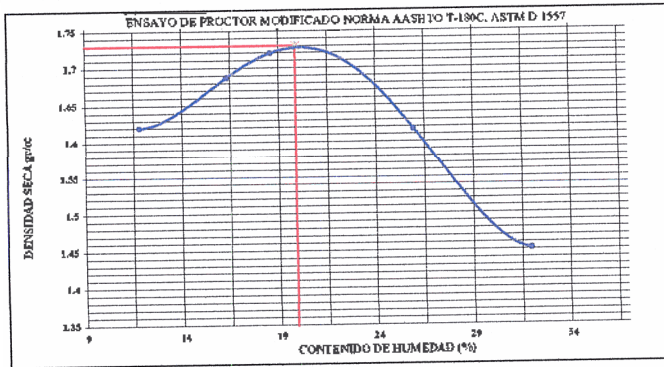


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. CIVIL BONIFACIO CUZCUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALICATA: C-03 PROF.: 1,50 m MUESTRA.: SN + 12% VT PROG.: 06+520 KM

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHO T-198, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

		4.5	7.88	11.25	14.63	18
Porcentaje de Agua	%	4.5	7.88	11.25	14.63	18
Peso del Agua	gr	180	315	450	585	720
Peso Suelo H. + molde	gr	5760.35	5901.28	5972.41	5969.59	5857.63
Peso molde	gr	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5
Peso suelo Humedo	gr	1683.85	1824.78	1895.91	1893.09	1781.13
Volumen del molde	cm ³	929.37	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.81	1.96	2.04	2.04	1.92
N° de Tara		1	2	3	4	5
Determinación		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Peso suelo H. + tara	gr	267.15	273.14	376.95	471.54	311.73
Peso del suelo S. + tara	gr	246.25	242.41	328.78	367.43	255.11
Peso de la tara	gr	69	54.4	69.8	63.2	78.0
Peso del agua	gr	20.9	30.7	48.2	84.1	56.6
Peso del suelo seco	gr	177.3	188.0	259.0	324.2	177.1
Contenido de Humedad	%	11.79	16.34	18.60	25.94	31.97
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.62	1.69	1.72	1.62	1.45



Densidad Máxima Seca:	1.73 gr/cm ³
Humedad Óptima:	18.90%

Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Mézian Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
 PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
 UBICACIÓN: ENR. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
 FECHA: Jul-23
 CALICATA: C-03 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN + 12% VT PROG.: 06+520 KM

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

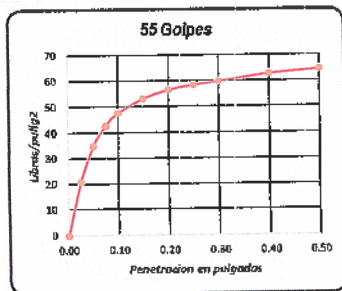
N° DE GOLPES	CONDICIÓN	gr.	MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
			S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.
	Peso del molde + suelo humedo		11445.00	11527.00	11484.00	11506.00	11262.00	11447.00
	Peso del molde		7528.00	7528.00	7547.00	7547.00	7452.00	7452.00
	Peso del suelo humedo		3917.00	3999.00	3917.00	3959.00	3810.00	3995.00
	Volumen del suelo	cm ³	2077.84	2077.84	2077.84	2077.84	2077.84	2077.84
	Densidad humeda	gr/cc	1.89	1.92	1.89	1.91	1.83	1.92
	Humedad	%	22.778		25.528		24.666	
	Densidad seca	gr/cc	1.535		1.502		1.471	
	Peso tara + suelo humedo	gr.	287.00	364.00	356.00	382.00	380.00	421.00
	Peso tara + suelo seco	gr.	242.00	323.00	280.32	341.00	303.65	371.47
	Peso de la tara	gr.	88.00	72.00	79.00	69.00	64.00	88.00
	Peso del agua	gr.	45.00	41.00	75.68	41.00	76.35	49.53
	Peso de los solidos	gr.	154.00	251.00	210.32	272.00	239.65	283.47
	humedad	%	29.22	16.33	35.98	15.07	31.86	17.47
	Promedio de humedad	%	22.778		25.528		24.666	

EXPANSION

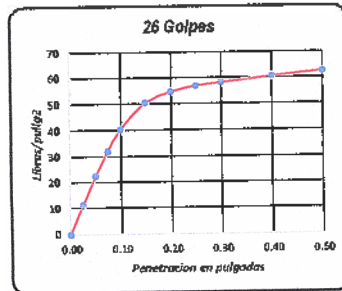
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansion (55)		Lectura Dial	Expansion (26)		Lectura Dial	Expansion (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/07/2023	18.00	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
22/07/2023	18.00	19	0.21	5.3340	4.482%	0.35	8.8900	7.471%	0.4	10.1600	8.538%
23/07/2023	18.00	0.22	0.25	6.3500	5.336%	0.37	9.3980	7.897%	0.43	10.9220	9.178%
24/07/2023	18.00	0.23	0.27	6.8560	5.763%	0.38	8.6820	8.111%	0.45	11.4300	9.605%
25/07/2023	18.00	0.25	0.28	7.0612	5.934%	0.41	10.4140	8.751%	0.47	11.9380	10.032%

PENETRACION

Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	pulg	cm	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30"	0.025	0.064	30.07	66.29	21.10	16.41	36.18	11.52	13.86	30.56	9.73	
1'	0.050	0.127	50.06	110.36	35.13	32.31	71.23	22.67	22.22	48.99	15.59	
1' 30"	0.075	0.191	61.07	134.64	42.86	46.04	101.50	32.31	27.22	60.01	19.10	
2'	0.100	0.254	68.11	150.16	47.80	57.80	127.43	40.56	30.89	68.10	21.68	
3'	0.150	0.381	75.86	167.24	53.23	72.18	159.13	50.65	37.21	82.03	26.11	
4'	0.200	0.508	80.65	177.80	56.80	77.89	171.94	54.73	41.80	92.15	29.33	
5'	0.250	0.635	83.41	183.89	58.53	81.26	179.15	57.02	45.78	100.93	32.13	
6'	0.300	0.762	85.34	188.14	59.89	83.19	183.40	58.38	48.94	107.89	34.34	
8'	0.400	1.016	89.46	197.23	62.78	86.46	190.81	60.67	54.34	119.80	38.13	
10'	0.500	1.270	92.07	202.98	64.61	89.31	196.89	62.67	56.93	129.92	41.35	



Densidad Seca	1.535 gr/cm ³
CBR a 0.1"	4.78%
CBR a 0.2"	3.77%



Densidad Seca	1.502 gr/cm ³
CBR a 0.1"	4.06%
CBR a 0.2"	3.65%

Bach. Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Moyzan Briceño
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL

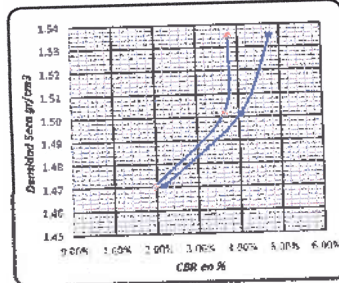
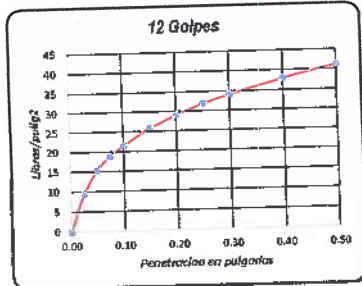


UNIVERSIDAD NACIONAL HERMITO VALDEZAN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



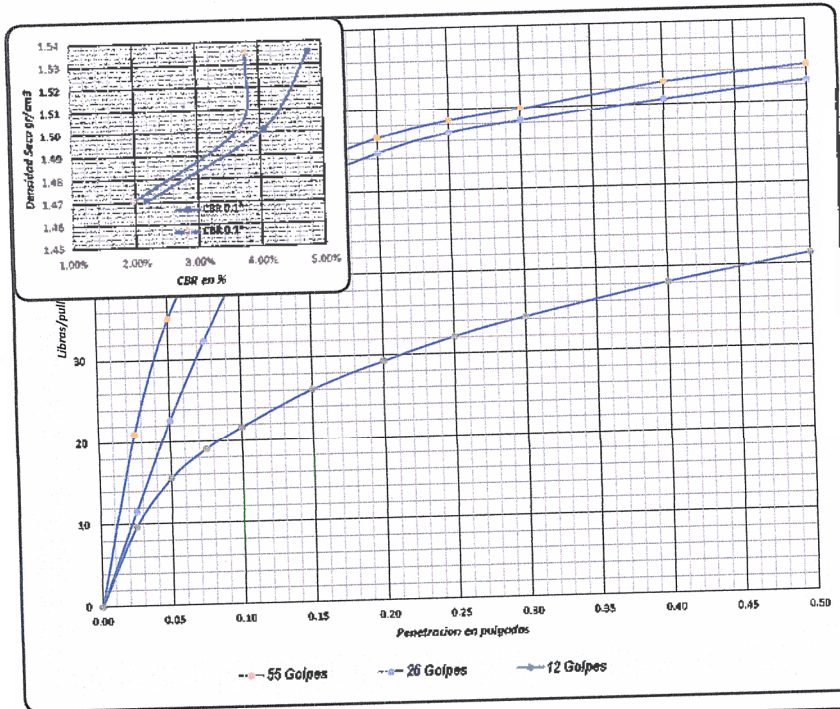
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESTISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-38 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CAUCATA: C-03 PROF.: 1.50 m MUESTRA: 5N + 12% VT PROG.: 06+520 KM



Densidad Seca	1.471 gr/cm³
CBR a 0.1"	2.17%
CBR a 0.2"	1.96%

Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	4.78%	1.535 gr/cm³
CBR con 26 Golpes	4.06%	1.502 gr/cm³
CBR con 12 Golpes	2.17%	1.471 gr/cm³
CBR al 100% de Densidad Seca max		4.78%
CBR al 95% de Densidad Seca max		4.54%



55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad sec	1.54 gr/cm³	Densidad seca	1.502 gr/cm³	Densidad seca	1.471 gr/cm³	CBR al 100% Demax	4.78%
CBR a 0.1"	4.78%	CBR a 0.1"	4.06%	CBR a 0.1"	2.17%	CBR al 95% Demax	4.54%
CBR a 0.2"	3.77%	CBR a 0.2"	3.65%	CBR a 0.2"	1.96%		

Bach. Ing. Kevin Edson CAMPOS EENAUIDES
Técnico Administrativo de
Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge Moyzan BRICEÑO
C.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALICATA: C-03 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN+16%VT PROG.: 06+520 KM

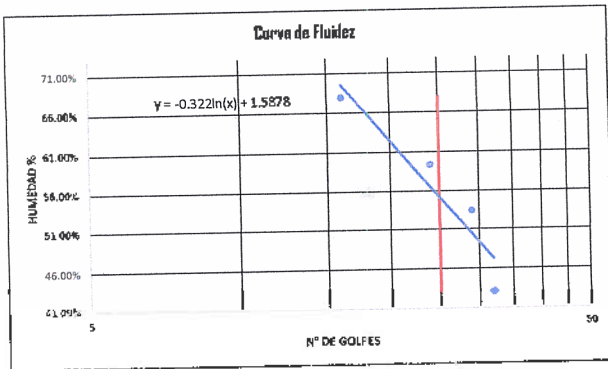
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 433)

Nº DE GOLPES	16	24	29	32
S. Húmedo + Tarro	18.49	16.59	16.37	16.41
S. seco + Tarro	14.46	13.18	13.59	13.67
Peso de Tarro	8.53	7.44	8.39	7.3
Peso del Agua	4.03	3.41	2.78	2.74
Peso de Suelo Seco	5.93	5.74	5.2	6.37
HUMEDAD %	67.96%	59.41%	53.46%	43.03%

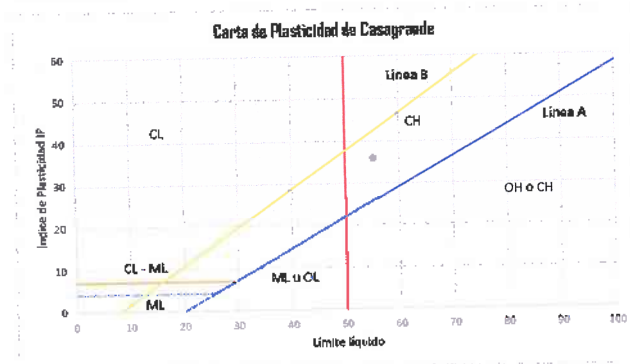
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00	4.00
S. Húmedo + Tarro	3.32	3.29	2.95	3.17
S. seco + Tarro	2.92	2.94	2.67	2.93
Peso de Tarro	1.23	1.21	1.21	1.2
Peso del Agua	0.40	0.35	0.28	0.24
Peso de Suelo Seco	1.69	1.73	1.46	1.73
HUMEDAD %	23.67	20.23	19.18	13.87



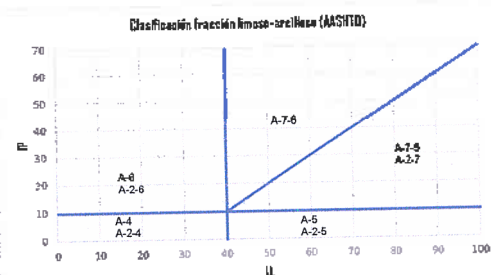
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO	
Límite Líquido	55.13%
Límite Plástico	19.24%
Índice de Plasticidad (IP)	35.89%

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



Clasificación (S.U.C.S.) ASTM D2487:	CH
Arcilla de Alta Plasticidad	

CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación AASHTO ASTM D3282	A-7.6 (14)
---------------------------------	------------



Ing. Jorge L. Méjzan Briceño
C.A.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL

Prof. Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de
Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VICO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

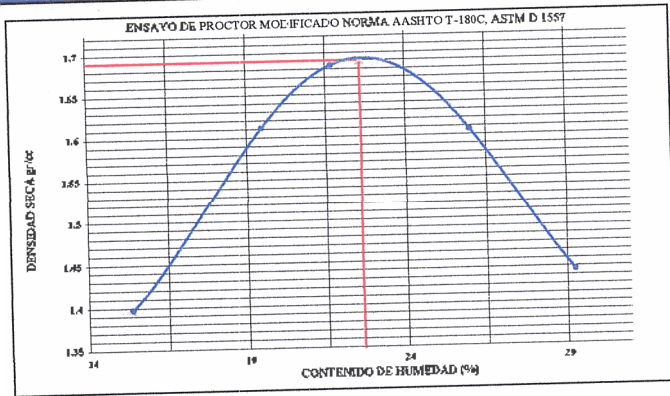


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - E.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALCATA: C-03 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN + 10%VT PROG.: 06+520 KM

SUELO NATURAL + 15% VIDRIO TRITURADO

		1	2	3	4	5
Porcentaje de Agua	%	4.5	7.88	11.25	14.63	18
Peso del Agua	gr	180	315	450	585	720
Peso Suelo H. + molde	gr	5575.1	5865.7	5981.9	5957.7	5802.3
Peso molde	gr	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5	4076.5
Peso suelo Humedo	gr	1498.6	1789.2	1905.4	1881.2	1725.8
Volumen del molde	cm ³	929.37	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad suelo Humedo	gr/cm ³	1.61	1.93	2.05	2.02	1.88
N° de Tara		1	2	3	4	5
Determinación		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Peso suelo H. + tara	gr	520.31	471.42	393.17	326.58	303.61
Peso del suelo S. + tara	gr	462.80	405.88	335.7	272.4	251.1
Peso de la tara	gr	88.2	69.3	70.7	64	71.5
Peso del agua	gr	57.5	65.5	57.5	54.2	52.5
Peso del suelo seco	gr	374.6	336.6	265.0	208.4	179.6
Contenido de Humedad	%	15.35	19.47	21.69	26.00	29.24
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.40	1.61	1.68	1.61	1.44



Densidad Máxima Seca:	1.68 gr/cm ³
Humedad Óptima:	22.60%

Bach. Ing. Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyza Briceño
C.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA: Bach. Ing. Civil BONIFACIO CUZQUI, Santos
PROYECTO: "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
UBICACIÓN: EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
FECHA: Jul-23
CALCATA: C-09 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN + 16% VT PROG.: 06+520 KM

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1683 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

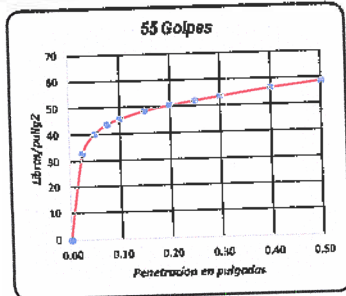
Nº DE GOLPES	CONDICIÓN	Unidad	MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
			S/Sumerg	Sumerg	S/Sumerg	Sumerg	S/Sumerg	Sumerg
	Peso del molde + suelo humedo	gr.	11515.00	11615.00	11477.00	11550.00	11326.00	11437.00
	Peso del molde	gr.	7506.00	7506.00	7494.00	7494.00	7448.00	7448.00
	Peso del suelo humedo	gr.	4010.00	4109.00	3983.00	4056.00	3878.00	3989.00
	Volumen del suelo	cm ³	2077.84	2077.84	2102.39	2102.39	2102.39	2102.39
	Densidad humeda	gr/cc	1.93	1.98	1.89	1.93	1.84	1.90
	Humedad	%	23.435		25.296		24.180	
	Densidad seca	gr/cc	1.563		1.512		1.485	
	Peso tara + suelo humedo	gr.	306.00	546.00	413.00	446.00	382.00	405.00
	Peso tara + suelo seco	gr.	249.73	484.00	331.16	390.00	304.79	353.00
	Peso de la tara	gr.	69.00	60.06	90.00	54.00	55.00	56.00
	Peso del agua	gr.	56.27	62.00	81.82	56.00	77.21	62.00
	Peso de los solidos	gr.	180.73	394.00	241.16	336.00	249.79	296.00
	humedad	%	31.13	15.74	33.92	16.67	30.91	17.45
	Promedio de humedad	%	23.435		25.296		24.180	

EXPANSION

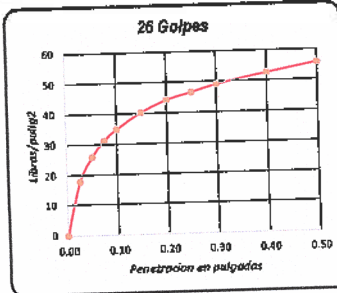
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansion (55)		Lectura Dial	Expansion (26)		Lectura Dial	Expansion (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/07/2023	18.00	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
22/07/2023	18.00	24	0.19	4.8260	4.055%	0.28	7.1120	5.976%	0.38	9.6520	8.111%
23/07/2023	18.00	48	0.21	5.3340	4.482%	0.32	8.1280	6.830%	0.41	10.4140	8.751%
24/07/2023	18.00	72	0.23	5.8420	4.909%	0.34	8.6360	7.257%	0.43	10.9220	9.178%
25/07/2023	18.00	96	0.25	6.3500	5.336%	0.35	8.8900	7.471%	0.45	11.4300	9.605%

PENETRACIÓN

Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	pulg	cm		Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²
0	0.000	0.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064		47.01	103.64	32.99	25.61	56.46	17.97	20.41	45.00	14.32
1'	0.050	0.127		57.33	126.39	40.23	37.13	81.86	26.06	32.75	72.20	22.98
1'30"	0.075	0.191		62.41	137.59	43.80	44.68	98.50	31.35	38.56	85.01	27.06
2'	0.100	0.254		65.17	143.68	45.73	49.87	109.94	35.00	43.56	96.03	30.57
3'	0.150	0.381		69.45	153.11	48.74	57.52	126.81	40.36	51.00	112.44	35.79
4'	0.200	0.508		72.1	158.95	50.60	63.13	139.18	44.30	58.61	124.80	39.73
5'	0.250	0.635		74.35	163.91	52.18	66.5	146.61	46.67	60.89	134.24	42.73
6'	0.300	0.762		76.49	168.63	53.68	70.06	154.46	49.18	63.95	140.89	44.86
8'	0.400	1.019		80.36	177.16	56.39	75.16	165.70	52.74	70.07	154.48	49.17
10'	0.500	1.270		83.56	184.22	58.64	79.54	175.36	55.62	76.39	168.41	53.61



Densidad Seca	1.563 gr/cm ³
CBR a 0.1"	4.07%
CBR a 0.2"	3.37%



Densidad Seca	1.512 gr/cm ³
CBR a 0.1"	3.50%
CBR a 0.2"	2.85%

Bach/Ing. Edwin Edson CAMPOS SENAVIDES
Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



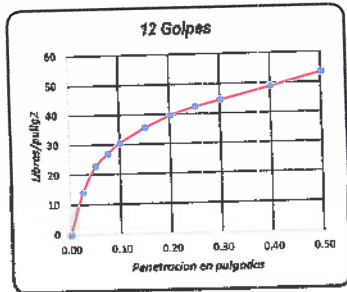
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMINIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



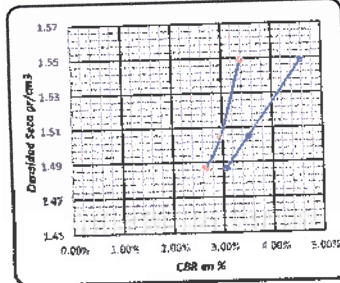
CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA:
PROYECTO:
UBICACIÓN:
FECHA:
CALICATA:

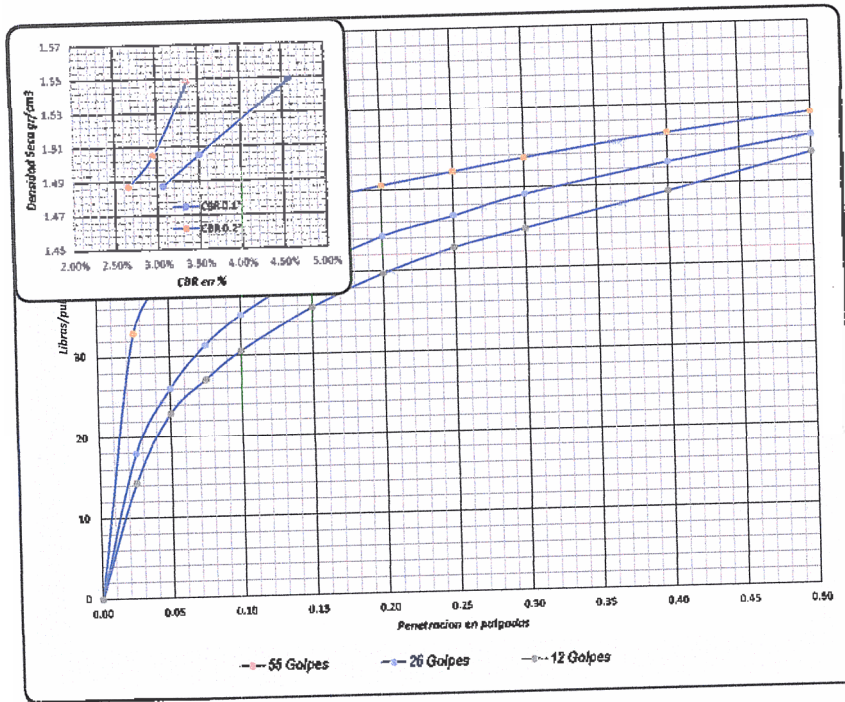
Bach. Ing. CIVIL BONIFACIO CUZQUI, Santos
"EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUSRASANTE EN
CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023"
EMP. PE-18 C (CAMPO VERDE) - PIMENTEL - PTE. AGUA BLANCA - L.D. (HU-104 A TOURNAVISTA)
JUL-23
C-03 PROF.: 1.50 m MUESTRA.: SN+16% VT PROG.: 06+520 KM



Densidad Seca	1.485 gr/cm ³
CBR a 0.1"	3.06%
CBR a 0.2"	2.65%



Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	4.57%	1.563 gr/cm ³
CBR con 26 Golpes	3.50%	1.512 gr/cm ³
CBR con 12 Golpes	3.06%	1.485 gr/cm ³
CBR al 100% de Densidad Seca max.		4.57%
CBR al 95% de Densidad Seca max.		4.34%



55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad sec	1.56 gr/cm ³	Densidad seca	1.512 gr/cm ³	Densidad seca	1.485 gr/cm ³	CBR al 100% Densax	4.57%
CBR a 0.1"	4.57%	CBR a 0.1"	3.50%	CBR a 0.1"	3.06%	CBR al 95% Densax	4.34%
CBR a 0.2"	3.37%	CBR a 0.2"	2.65%	CBR a 0.2"	2.65%		

Bach. Ing. Karin-Edson CAMPOS BENAVIDES
Técnico Administrativo de
Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Roberto Alfredo VIGO ROJAS
Técnico Responsable de Laboratorio
de Geotecnia - UNHEVAL



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL

PANEL FOTOGRAFICO

RECOLECCIÓN DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE
AMARILIS – HUÁNUCO - HUÁNUCO



Fotografía 1 Recolección de Vidrio

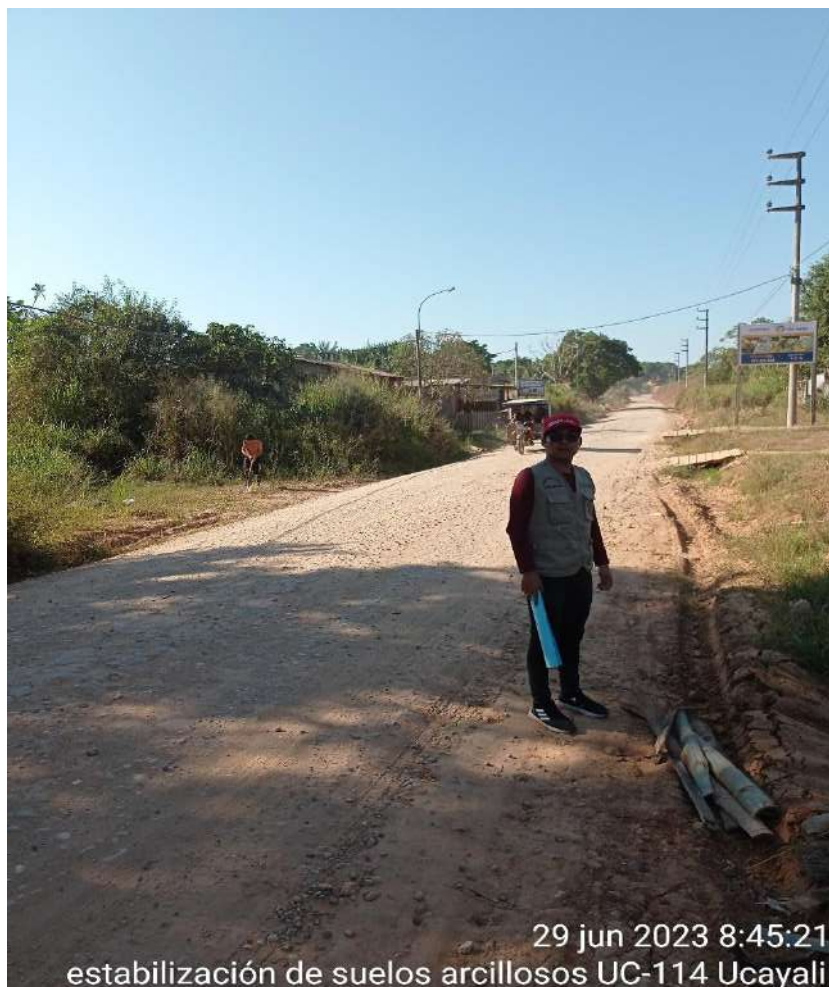


Fotografía 2 Triturado de vidrio manualmente



Fotografía 3 y 4 Triturado de vidrio en Máquina de los Ángeles

EXTRACCIÓN DE MUESTRA



Fotografía 5 Reconocimiento del Camino Departamental “EMP. PE-18C (CAMPO VERDE) – PIMENTEL – PTE. AGUA BLANCA – L.D. HUÁNUCO (HU-104 A TOURNAVISTA)



Fotografía 6 Exploración de la Calicata N° 01



Fotografía 7 Recolección de muestra de la calicata N° 02



Fotografía 8 Recolección de muestra de la calicata N° 03

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Fotografía 8 Disgregado del material arcilloso de la calicata N° 01 y N° 02



Fotografía 9 Secado del material arcilloso de la calicata N° 01 y N° 02



Fotografía 10 Tamizado de la muestra arcillosa de la calicata N° 01 y N° 02



Fotografía 11 Tamizado del vidrio triturado.



Fotografía 12 Granulometría del vidrio triturado

ENSAYO DE LL. y L.P.



Fotografía 13 Muestra para limite líquido y limite plástico



Fotografía 14 y 15 Foto del lado izquierdo L.L. y del lado derecho L.P.



Fotografía 16 Muestras secas extraídas del horno para su pesado

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MAXIMA
DENSIDAD SECA Y OPTIMO CONTENIDO DE
HUMEDAD)**



Fotografía 17 Dosificación para ensayo Proctor Modificado



Fotografía 18 Material mezclado al 8% de vidrio triturado

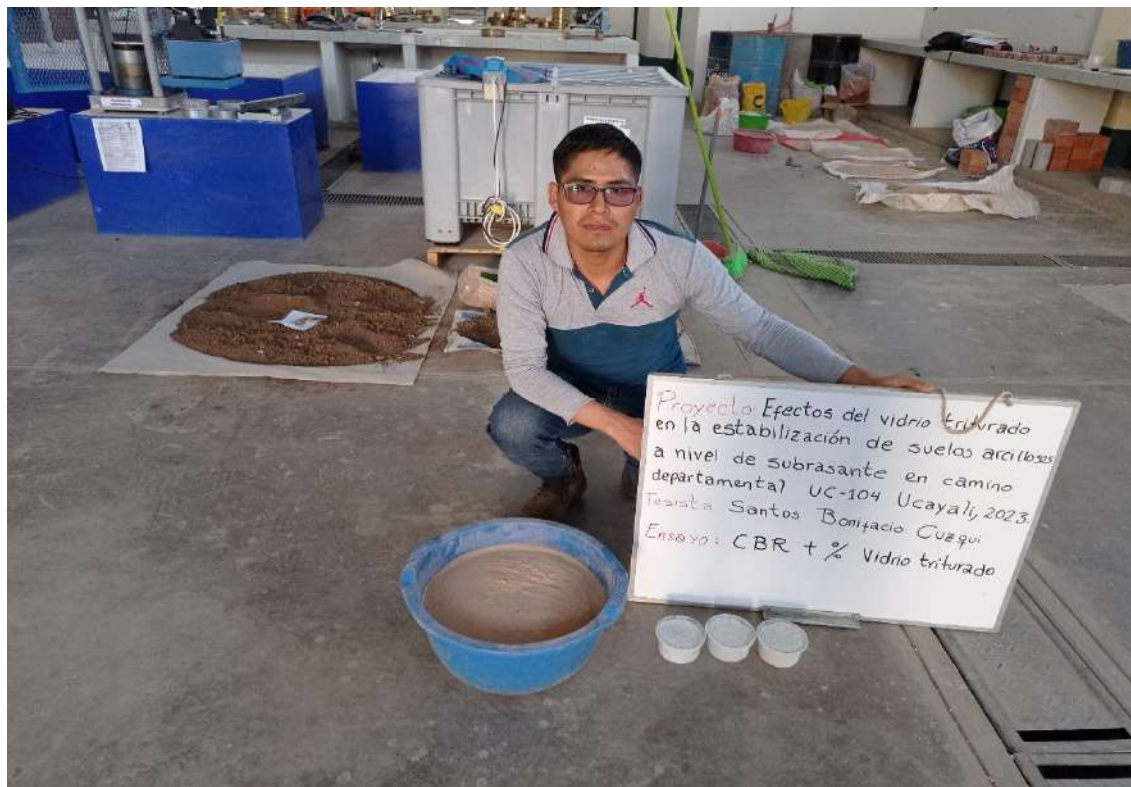


Fotografía 19 Preparación y compactación manual.



Fotografía 20 Muestra seca después de la compactación.

ENSAYO DE CBR



Fotografía 21 Dosificación al 8%, 12% y 16% para moldes de ensayo CBR



Fotografía 22 compactación manual de muestra



Fotografía 23 Moldes ensayados a 56, 25 y 12 golpes – muestra natural y añadiendo 8%, 12% y 16% de vidrio triturado.



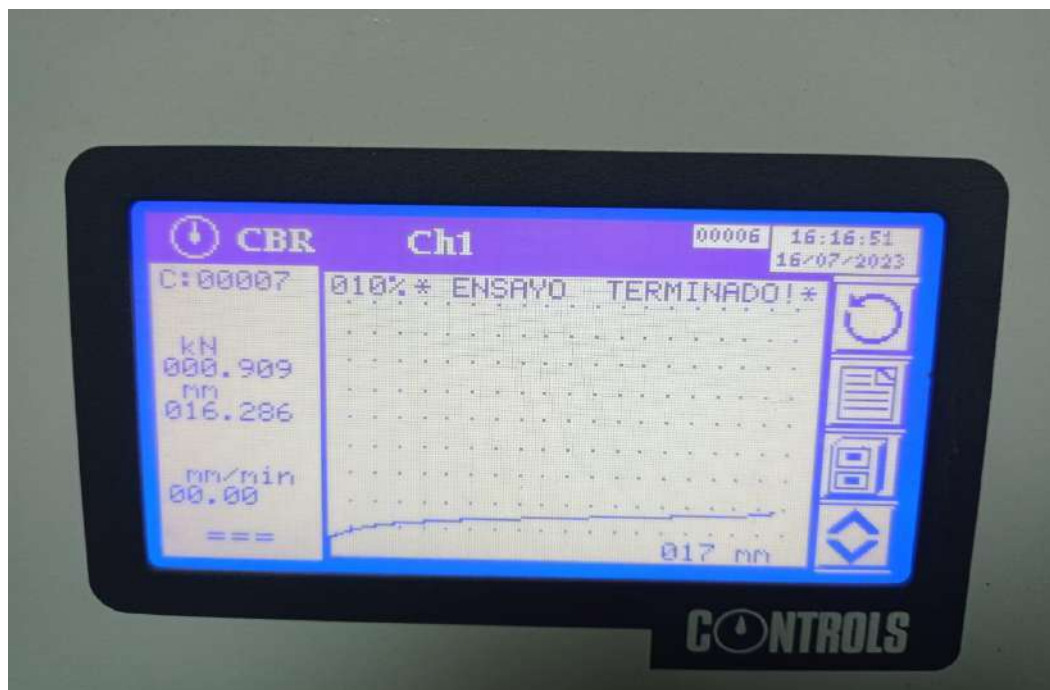
Fotografía 24 Moldes durante el proceso de saturación de muestra natural y añadiendo 8%, 12% y 16% de vidrio triturado.



Fotografía 25 Ensayo de moldes en la Maquina Universal



Fotografía 26 Medición de la penetración a la muestra natural.



Fotografía 27 Lectura de la carga soportada y de la penetración al 12% de vidrio triturado.



Anexo 2:

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Bonifacio Cuzqui Santos, identificado con: 76292950, con domicilio en el jr. Tiwinza, Mz C-01. Lote 05, distrito de: Amarilis, provincia de: Huánuco, departamento de: Huánuco; aspirante al: título profesional correspondiente al programa Carrera profesional Ingeniería Civil.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

La tesis titulada "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 – UCAYALI, 2023" fue elaborada dentro del marco ético y legal en su redacción. Si en el futuro se detectara evidencias de vulnerabilidad en el sistema de antiplagio mediante actos que lindan con lo ético y legal, me someto a las sanciones a que hubiera lugar.

Huánuco, 23 de octubre del 2023


Santos Bonifacio Cuzqui



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

N°063-2023- DI/FICyA

El director de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

HACE CONSTAR que:

La Tesis "EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 – UCAYALI, 2023" del Bachiller BONIFACIO CUZQUI, SANTOS de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Cuenta con un índice de similitud del 11 % verificable en el Reporte de Originalidad del software anti-plagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 29 de setiembre 2023




Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
Director de Investigación
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DJLVG 2023



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

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 19 días del mes de octubre de 2023, siendo las 9.30 am, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N°692-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°810-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 04.OCT.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los miembros del jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público de tesis titulada: **EFFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 - UCAYALI, 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil del bachiller **SANTOS BONIFACIO CUZQUI**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los docentes: Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas, PRESIDENTE – Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, SECRETARIO – Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, VOCAL y el bachiller mencionado, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa los miembros de jurado, procedió a la evaluación de los aspirantes al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:


APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
BONIFACIO CUZQUI SANTOS	Aprobado	14	Bueno

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL - Título VII – Capítulo VI Art.78 Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las 10:50 am: del mismo día 19/10/2023 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.


VÍCTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS
PRESIDENTE


ELISA RAQUEL QUINTANILLA HERRERA
SECRETARIO


LUIS FERNANDO NARRO JARA
VOCAL



RESOLUCIÓN VIRTUAL N°810-2023-UNHEVAL-FICA-D

Cayhuayna, 04 octubre 2023

VISTO: La solicitud virtual enviada por correo, de fecha 04.OCT.2023, del Bachiller de Ingeniería Civil **SANTOS BONIFACIO CUZQUI**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis;

CONSIDERANDO:

Que, con solicitud virtual enviada por correo, de fecha 04.OCT.2023 del Bachiller de Ingeniería Civil **SANTOS BONIFACIO CUZQUI**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis titulada: EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104- UCAYALI, 2023;

Que, con Resolución Decanato N°692-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 04.SET.2023, se designo el Jurado Revisor y aprobación del Proyecto de Tesis PRESIDENTE: Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas, SECRETARIO: Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, VOCAL: Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, ACCESITARIO: Mg. Edgar Grimaldo Matto Pablo de la Tesis Titulado EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104- UCAYALI, 2023, del Bachiller en Ingeniería Civil **SANTOS BONIFACIO CUZQUI**.

Que, con CONFORMIDAD DE REVISIÓN Y APROBACIÓN DE TESIS, del Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas, Carta N° 93-2023-JD-ERQH de la Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera CARTA N° 062-2023/Mg.LFNJ, Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, dan la conformidad a la tesis Titulado: EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104- UCAYALI, 2023, del Bachiller de Ingeniería Civil **SANTOS BONIFACIO CUZQUI**;

Que, mediante Resolución Consejo Universitario N° 3412 – 2022 – UNHEVAL, de fecha 24 de octubre del 2022 en el Capítulo IV – Título III – Tesis – Art. 44° Una vez que los miembros de Jurado de Tesis informen al Decano acerca de la suficiencia del trabajo de tesis para su sustentación, el interesado presentará una solicitud dirigida al Decano pidiendo se fije lugar, fecha y hora para el acto de sustentación...;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

SE RESUELVE:

- 1° **SEÑALAR** Fecha y hora para la sustentación Presencial de la tesis titulada: EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104- UCAYALI, 2023, del Bachiller de Ingeniería Civil **SANTOS BONIFACIO CUZQUI**, para el **jueves 19 octubre 2023 a horas 9.30 am**, en modalidad Presencial, en el Auditorio de la FICyA por los considerandos anotados.

Regístrese, comuníquese y archívese.


Dr. Víctor Manuel Goicochea Vargas
DECANO

NOMBRE DEL TRABAJO

"EFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAM

AUTOR

SANTOS BONIFACIO CUZQUI

RECuento de palabras

20581 Words

RECuento de caracteres

113560 Characters

RECuento de páginas

180 Pages

Tamaño del archivo

23.4MB

Fecha de entrega

Sep 29, 2023 2:01 PM GMT-5

Fecha del informe

Sep 29, 2023 2:03 PM GMT-5

● **11% de similitud general**

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

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA

● 11% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.unheval.edu.pe Internet	5%
2	hdl.handle.net Internet	3%
3	upc.aws.openrepository.com Internet	<1%
4	repositorio.upla.edu.pe Internet	<1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Internet	<1%
6	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2023-09-07 Submitted works	<1%
7	Universidad Privada del Norte on 2023-05-22 Submitted works	<1%
8	cdn.gob.pe Internet	<1%

9	Universidad Nacional de Piura on 2023-08-28	<1%
	Submitted works	
10	Universidad Católica San Pablo on 2021-12-01	<1%
	Submitted works	
11	Universidad Tecnológica de Honduras on 2013-10-15	<1%
	Submitted works	
12	Universidad Peruana Los Andes on 2020-12-15	<1%
	Submitted works	
13	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
	Internet	
14	Molina Castro, Juan David. "Mecanismos para la inversion y remunera..."	<1%
	Publication	
15	Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2022-09-04	<1%
	Submitted works	
16	Universidad Católica San Pablo on 2021-12-01	<1%
	Submitted works	
17	repositorio.uns.edu.pe	<1%
	Internet	
18	Universidad Continental on 2016-10-21	<1%
	Submitted works	
19	Universidad Privada del Norte on 2023-06-10	<1%
	Submitted works	
20	Universidad Andina del Cusco on 2017-05-03	<1%
	Submitted works	

21	Universidad Tecnologica de los Andes on 2023-08-03	<1%
	Submitted works	
22	periodicos.uea.edu.br	<1%
	Internet	
23	repositorio.continental.edu.pe	<1%
	Internet	
24	Universidad Cesar Vallejo on 2023-08-25	<1%
	Submitted works	
25	Universidad Continental on 2017-04-11	<1%
	Submitted works	
26	revistatransportes.org.br	<1%
	Internet	

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Apellidos y Nombres:	BONIFACIO CUZQUI SANTOS						
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular: 921890892
Nro. de Documento:	76292950				Correo Electrónico:	pacosbc316@gmail.com	

Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		

Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos** según **DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO		
Apellidos y Nombres:	VILLAVICENCIO GUARDIA JOSÉ LUIS			ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5016-6242	
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		Nro. de documento: 22486638

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres** completos según **DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	GOICOCHEA VARGAS VICTOR MANUEL
Secretario:	QUINTANILLA HERRERA ELISA RAQUEL
Vocal:	NARRO JARA FERNANDO
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	MATTO PABLO EDGAR GRIMALDO

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
EFFECTOS DEL VIDRIO TRITURADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN CAMINO DEPARTAMENTAL UC-104 – UCAYALI, 2023
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2023
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	X	Tesis Formato Artículo
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	Estabilización de suelos	Vidrio triturado	subrasante

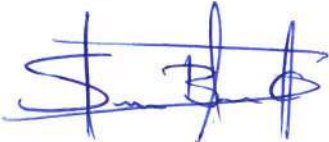

Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	X	Condición Cerrada (*)	
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:	

¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):	SI	NO	X
Información de la Agencia Patrocinadora:			

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	BONIFACIO CUZQUI SANTOS	Huella Digital
DNI:	76292950	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 23/10/2023		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una **X** en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.