



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-  
mecánicas en subrasantes en la provincia de Ilo - 2024

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Condori Chambi, José Antonio ([orcid.org/0009-0002-9838-9714](https://orcid.org/0009-0002-9838-9714))  
Gutierrez Mamani, Helffer Joel Alexander ([orcid.org/0009-0000-7567-1923](https://orcid.org/0009-0000-7567-1923))

**ASESOR:**

Dr. Ascoy Flores, Kevin Arturo ([orcid.org/0000-0003-2452-4805](https://orcid.org/0000-0003-2452-4805))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

A mi querida familia y a la Universidad César Vallejo, quienes han sido mis pilares inquebrantables. Agradezco profundamente el apoyo constante y la inspiración que me han brindado en este viaje académico. Esta tesis es el resultado de esfuerzo, dedicación y amor, reflejando los valores que me han enseñado.

Condori Chambi, José Antonio

A mi madre por ser el pilar más importante en mi vida, por su constante apoyo incondicional y ser mi principal motivo de superación. A mi padre que está en el cielo, por ser mi ejemplo a seguir y enseñarme que todo es posible. A mi hermana por brindarme su apoyo en esta etapa de mi vida.

Gutierrez Mamani, Helffer Joel Alexander

## **AGRADECIMIENTO**

A mamá, papá y hermanos, gracias por su paciencia y aliento incondicional. A la Universidad César Vallejo, por ser ya mi casa de conocimiento y crecimiento. A mi asesor por sus consejos académicos. Este logro es tan suyo como nuestro. Con gratitud eterna.

Condori Chambi, José Antonio

Quiero dar pleno agradecimiento a mi familia por sus consejos y apoyo en todo momento de mi vida. A la Universidad César Vallejo, por darme la oportunidad de poder cumplir una meta en mi vida profesional y a mi asesor de tesis que por su vasto conocimiento y experiencia me ayudo a lograr culminar la presente tesis de investigación.

Gutierrez Mamani, Helffer Joel Alexander



**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ASCOY FLORES KEVIN ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasantes en la provincia de Ilo - 2024", cuyos autores son CONDORI CHAMBI JOSÉ ANTONIO, GUTIERREZ MAMANI HELFFER JOEL ALEXANDER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 06 de Mayo del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ASCOY FLORES KEVIN ARTURO <b>DNI:</b> 46781063 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2452-4805	Firmado electrónicamente por: KASCOY el 06-05- 2024 15:40:55

Código documento Trilce: TRI - 0745909



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CONDORI CHAMBI JOSÉ ANTONIO, GUTIERREZ MAMANI HELFFER JOEL ALEXANDER estudiantes de la de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasantes en la provincia de Ilo -2024", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CONDORI CHAMBI JOSÉ ANTONIO <b>DNI:</b> 70262401 <b>ORCID:</b> 0009-0002-9838-9714	Firmado electrónicamente por: JOCONDORICH el 27-05-2024 13:23:57
GUTIERREZ MAMANI HELFFER JOEL ALEXANDER <b>DNI:</b> 71928731 <b>ORCID:</b> 0009-0000-7567-1923	Firmado electrónicamente por: HEGUTIERREZMA el 13-05-2024 19:49:05

Código documento Trilce: INV - 1744581

v

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL/OS AUTOR/ES .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	15
3.2 Variables y operacionalización.....	16
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	19
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
3.5 Procedimientos .....	23
3.6 Método de análisis de datos .....	25
3.7 Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN .....	32
VI. CONCLUSIONES .....	38
VII. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS.....	40
ANEXOS .....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Cuadro de operacionalización de variables .....	18
<b>Tabla 2.</b> Muestras para la variable independiente, Propiedades Físicas .....	21
<b>Tabla 3.</b> Muestras para la variable independiente, Propiedades Mecánicas .....	21
<b>Tabla 4.</b> Los resultados de los ensayos en laboratorio .....	27
<b>Tabla 5.</b> Valores del límite líquido del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado.....	28
<b>Tabla 6.</b> Valores del límite plástico del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado.....	28
<b>Tabla 7.</b> Valores del índice de plasticidad del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado .....	29
<b>Tabla 8.</b> Valores de la máxima densidad seca del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado.....	29
<b>Tabla 9.</b> Valores del óptimo contenido de humedad del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado.....	30
<b>Tabla 10.</b> Valores de la capacidad de soporte del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado, CBR al 95% .....	30
<b>Tabla 11.</b> Valores de la capacidad de soporte del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado, CBR al 100% .....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Patrones de porcentaje de acuerdo a antecedentes de los ensayos CBR (%).....	19
<b>Figura 2.</b> Patrones de porcentaje de acuerdo a antecedentes de los ensayos de MDD (%).....	19
<b>Figura 3.</b> Patrones de porcentaje basados en resultados de ensayos de OMC (%)	20
<b>Figura 4.</b> Patrones de porcentaje basados en resultados de UCC (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	20
<b>Figura 5.</b> Ubicación referencial donde se realizará la extracción de material de subrasante.....	23
<b>Figura 6.</b> Distancia de punto de encuentro hacia lugar de extracción de material...	24
<b>Figura 7.</b> Distancia del tesista 1 y 2 hacia el lugar de obtención del vidrio reciclado	24

## RESUMEN

Nuestra presente investigación tuvo por objetivo evaluar la influencia por adición del vidrio triturado (VT) en propiedades físico-mecánicas en subrasantes de la provincia de Ilo, 2024. Fue tipo aplicada, un enfoque cuantitativo y con diseño cuasi experimental; realizándose el estudio en Ilo, Moquegua, haciéndose 3 calicatas para extraer muestras.

Los resultados de ensayos en laboratorio determinaron que nuestro suelo patrón y con las adiciones de 5%, 6% y 7%, en lo que respecta LL, LP e IP fueron un valor de N.P., es decir 0.00%.

Nuestro suelo patrón presento una máxima densidad seca de  $2,00\text{gr}/\text{cm}^3$ , óptimo contenido de humedad de 10,3%, CBR (95%) de 33,6% y CBR(100%) de 53,5%; adicionando 5% de VT resultó que la máxima densidad seca es  $2,08\text{gr}/\text{cm}^3$ , óptimo contenido de humedad de 10,0%, CBR (95%) de 46,3% y CBR(100%) de 62.1%; adicionando 6% resultó que la máxima densidad seca es  $2,13\text{gr}/\text{cm}^3$ , óptimo contenido de humedad de 9,8%, CBR (95%) de 50,8% y CBR(100%) de 62,1%; y adicionando 7% resultó que la máxima densidad seca es  $2,11\text{gr}/\text{cm}^3$ , óptimo contenido de humedad de 10,2%, CBR (95%) de 42,9% y CBR(100%) de 54,8%.

Concluyendo que la proporción de adición más eficaz, es del 6% de vidrio triturado.

**Palabras clave:** Subrasante, propiedades físicas, propiedades mecánicas, vidrio triturado.

## ABSTRACT

Our current research aimed to assess the influence of crushed glass (CG) addition on the physical-mechanical properties of subgrades in the province of Ilo in 2024. It was an applied type of study, with a quantitative approach and quasi-experimental design; the study was conducted in Ilo, Moquegua, with 3 trial pits being made to extract samples.

The laboratory test results determined that our baseline soil and the additions of 5%, 6%, and 7% CG, regarding Liquid Limit (LL), Plastic Limit (LP), and Plasticity Index (PI), yielded an N.P. value of 0.00%.

Our baseline soil exhibited a maximum dry density of 2.00 g/cm<sup>3</sup>, optimal moisture content of 10.3%, CBR (95%) of 33.6%, and CBR (100%) of 53.5%. Adding 5% CG resulted in a maximum dry density of 2.08 g/cm<sup>3</sup>, optimal moisture content of 10.0%, CBR (95%) of 46.3%, and CBR (100%) of 62.1%. Adding 6% CG led to a maximum dry density of 2.13 g/cm<sup>3</sup>, optimal moisture content of 9.8%, CBR (95%) of 50.8%, and CBR (100%) of 62.1%. Adding 7% CG resulted in a maximum dry density of 2.11 g/cm<sup>3</sup>, optimal moisture content of 10.2%, CBR (95%) of 42.9%, and CBR (100%) of 54.8%. In conclusion, the most effective addition ratio is determined to be 6% crushed glass.

**Keywords:** Subgrade, physical properties, mechanical properties, crushed glass.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos, los suelos se emplearon en la construcción. Sin embargo, debido a sus limitadas propiedades mecánicas, los ingenieros enfrentan el desafío de mejorar dichas propiedades para cumplir con los requisitos necesarios. En particular, en suelos con contenido de limo y arcilla, la carga aplicada puede causar un asentamiento significativo en comparación con otros tipos de suelo. Por otra parte, algunos suelos naturales, como las arcillas expansivas o reactivas, tienen atributos indeseables, incluido un alto potencial de dilatación y contracción, baja capacidad de carga, alta compresibilidad, etc. Tales características ponen en peligro la longevidad y el rendimiento de todo el sistema de pavimento. (Saberian et al. 2022).

En ciertas regiones del mundo, los suelos de subrasante presentan características ingenieriles deficientes, lo que los hace incapaces de sostener las capas superiores y las presiones del tráfico. (Niyokumiza et al. 2022)

Los desechos de vidrio, que constituyen la principal fuente de vidrio reciclado (VR), representan un tipo de residuo sólido que encabeza la lista en cuanto a producción, con un volumen de producción global de alrededor de 130 millones de toneladas. (Ferdous et al. 2021).

En Australia, cada año se consume alrededor de 850.000 toneladas de vidrio, pero solo se recupera el 40% de este material para reciclarlo, lo que resulta en una cantidad significativa de residuos que terminan en vertederos. La desintegración del vidrio suele llevarse unas cincuenta décadas, lo que plantea un problema ambiental debido a la acumulación innecesaria de estos residuos y, al mismo tiempo, representa un riesgo potencial para la salud. (Javed y Chakraborty 2020).

A nivel mundial se viene observando el aumento de la construcción de infraestructuras viales, sin embargo, en la etapa de desarrollo del proyecto se pueden llegar a encontrar suelos débiles en sus propiedades físicas y mecánicas, tales características ponen en peligro la longevidad y el rendimiento de todo el sistema del pavimento construido sobre dichos suelos débiles. (Saberian et al. 2022)

Al intentar construir sobre dichos suelos débiles que presentaran menos

resistencia al corte, menos capacidad de carga , Desafíos relacionados con el contenido humedad o valores muy bajos de la densidad seca, entre otros, generan complicaciones en los proyectos viales de construcción en curso, ocasionando que el suelo sea insuficiente para poder aplicar obras de ingeniería. (Al-Saray et al. 2021)

Se propone agregar desechos de vidrio triturado a los suelos como subrasante durante la construcción de infraestructura vial para dar solución al problema de las propiedades del suelo bajas. Se busca una solución sostenible y económicamente viable para abordar las limitaciones de los suelos con características desfavorables mientras se fomenta la conservación ambiental, dado que el polvo de vidrio es un residuo industrial, su obtención es de bajo costo. En consecuencia, la consolidación de suelos de baja resistencia mediante el uso de polvo de vidrio se mostrará altamente rentable. La gestión de este residuo se realizará con gran eficiencia, lo que resultará en mejoras significativas en la capacidad de carga y la resistencia a la compresión del suelo. Por consiguiente, el vidrio es ideal como material para mejorar suelos, gracias a su excelente resistencia y durabilidad. (Perera et al. 2021).

Debido a esto, surge el **problema general**: ¿Cuál es la influencia de adición de vidrio triturado en las propiedades físico-mecánicas de los subrasantes en la provincia de Ilo en 2024?, Además, se plantearon los siguientes problemas específico: **PE1** ¿Cuál es la influencia por adición de vidrio triturado en el límite líquido de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024?, **PE2** ¿Cuál es la influencia por adición de vidrio triturado en el límite plástico de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024?, **PE3** ¿Cuál es la influencia de adición de vidrio triturado al índice de plasticidad de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024?, **PE4** ¿Cuál es la influencia por adición de vidrio triturado en la máxima densidad seca de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024?, **PE5** ¿Cuál es la influencia por adición de vidrio triturado en el óptimo contenido de humedad de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024?, y **PE6** ¿Cuál es la influencia por adición de vidrio triturado en la capacidad de soporte de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024?

**La justificación teórica** detrás de esta investigación es que buscamos ampliar el conocimiento mediante la divulgación de diversas técnicas elevar la excelencia del suelo a un nivel específico de la subrasante al agregar vidrio triturado en diversos porcentajes, para evaluar su impacto en las propiedades físico-mecánicas y posiblemente su uso en la construcción de caminos terrestres.

**Esta investigación se justifica de manera legal**, ya que nos apoyaremos en los procedimientos para realizar pruebas en materiales, publicado en el año 2016 bajo la sigla MTC, al momento de llevar a cabo los distintos ensayos de laboratorio de análisis mecánico de suelos necesarios, para obtener los datos que se analizaran que ayudaran a verificar la mejora de la subrasante al adicionar el vidrio triturado.

**Esta investigación se justifica de manera tecnológica**, al proponer un nuevo diseño de subrasante al momento de adicionarle un nuevo material, ya que la utilización del vidrio triturado como componente aditivo en diferentes aplicaciones de la construcción presenta un potencial significativo en términos de sostenibilidad y rendimiento estructural. Su incorporación no solo disminuye la demanda de recursos naturales vírgenes, sino que también aporta propiedades mecánicas y térmicas que mejoran la durabilidad y eficiencia de los materiales compuestos.

Así pues, el **objetivo general** de esta investigación es analizar la influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasantes en la provincia de Ilo - 2024.

Así mismo los **objetivos específicos** son: **OE1:** analizar la influencia por adición de vidrio triturado en el límite líquido de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024, **OE2:** analizar la influencia por adición de vidrio triturado en el límite plástico de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024, **OE3:** analizar la influencia por adición de vidrio triturado en el índice de plasticidad de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024, **OE4:** analizar la influencia por adición de vidrio triturado en la máxima densidad seca de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024, **OE5:** analizar la influencia por adición de vidrio triturado en el óptimo contenido de humedad de una subrasante en la provincia de Ilo – 2024, **OE6:** Analizar la influencia por adición de vidrio triturado en la capacidad de soporte de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024

Para lo cual se planteó como **hipótesis general** que la adición de vidrio triturado influye de manera positiva en las propiedades físico-mecánicas en subrasantes de la provincia de Ilo – 2024.

De esta manera las **hipótesis específicas** son: **HE1:** la adición de vidrio triturado influye de manera positiva en el límite líquido de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024, **HE2:** la adición de vidrio triturado influye de manera positiva en el límite plástico de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024, **HE3:** la adición de vidrio triturado influye de manera positiva en el índice de plasticidad de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024, **HE4:** la adición de vidrio triturado influye de manera positiva en la máxima densidad seca de una subrasante en la provincia de Ilo – 2024 **HE5:** La adición de vidrio triturado mejora el óptimo contenido de humedad de una subrasante en la provincia de Ilo – 2024 **HE6:** La capacidad de soporte de una subrasante mejora con la adición de vidrio triturado en la provincia de Ilo - 2024

## II. MARCO TEÓRICO

Para avanzar con este estudio, fue indispensable realizar una exhaustiva revisión de la literatura disponible, a **nivel internacional** existen los siguientes estudios de investigación:

Según lo planteado por Nategh et.al (2024), en su artículo de investigación, se abordó la exploración del uso del polvo de vidrio, un subproducto de desecho, en combinación con yeso para mejorar las propiedades de los suelos arcillosos en ingeniería geotécnica. El estudio se centró en analizar cómo diferentes proporciones de polvo de vidrio (0%, 4%, 8% y 12%) y yeso sinterizado (0%, 5%, 10% y 15%), durante diversos períodos de curado (7, 28 y 56 días), afectaban las características físicas, mecánicas y microestructurales del suelo. Los resultados obtenidos revelaron que el yeso consistentemente mejoraba la resistencia y rigidez del suelo, mientras que la incorporación inicial de polvo de vidrio tendía a reducir estas propiedades, aunque mostraba una mejora con una concentración del 12%. Sin embargo, resultó notable que la adición de tan solo un 6% de polvo de vidrio condujo a un aumento sorprendente del 100% en la resistencia y un impresionante incremento del 200% en la capacidad de carga.

Según lo planteado por Rabab'ah et al (2021), en su investigación cuyo objetivo principal fue investigar la utilización de fibras de vidrio como refuerzo aleatorio discreto en suelos de subrasante expansivos, con el fin de mejorar su resistencia para la aplicación de pavimento. La cantidad de fibra añadida varía entre 0,25% y 1,0% en peso del suelo seco. Los resultados obtenidos indican que la adición de fibras de vidrio no tiene un impacto significativo ni en la densidad máxima seca ni en el contenido óptimo de humedad. Se observó un aumento máximo del 1% en la resistencia a la compresión uniaxial (UCS), y la mayor ductilidad se alcanzó con un contenido de fibra del 0,50%. Además, el valor del índice de soporte California Bearing Ratio (CBR) aumentó del 1,6% para el suelo estabilizado sin fibra al 9,6% para el suelo estabilizado con un 1,0% de fibra de vidrio.

Según lo planteado por Shaik et.al (2018), en el informe de investigación, cuyo objetivo principal fue analizar cómo el polvo de vidrio puede mejorar las propiedades del suelo. Esto se debe a que la descomposición del vidrio es sumamente desafiante debido a su falta de capacidad para biodegradarse y se puede reutilizar como material para mejorar la calidad del suelo o para la construcción de estructuras. Los hallazgos demostraron que la arcilla tratada con un 2,5% de polvo de vidrio mejoró significativamente la capacidad de la resistencia, que es el dato específico sobre la resistencia a la compresión (UCS) de la arcilla aumentó significativamente al 17 % en los 3 días, al 21 % en los 7 días y al 19 % en los 14 días, en comparación con la arcilla no tratada, cuyo valor de UCS es del 7,5 %. Conforme la cantidad incrementa del polvo de vidrio (12,5% y 17,5%), la resistencia a la compresión aumenta significativamente, a veces superando el 60%. En conclusión, demuestran que la resistencia a la compresión aumenta más del 50% al agregar un 17,5% de polvo de vidrio al suelo.

Según Rose et al. (2017), en su estudio, cuyo objetivo principal fue estudiar el uso de fragmentos o partículas de vidrio en forma de polvo en varios usos geotécnicos. Se realizaron a cabo pruebas en suelos arcillosos en tres condiciones, los hallazgos mostraron que sin la inclusión de polvo de vidrio (0%) y con adiciones de diferentes proporciones de polvo de vidrio (2%, 4%, 6%, 8% y 10%). Tras el análisis de los diferente porcentajes ,los resultados fueron que con el polvo de vidrio 0% , Angulo de fricción ( $\phi$ ) 18, Cohesión (c) 0.056, máximum dry density (MDD) 1.464, Optimal moisture content (OMC) 34, (UCS) 0.058, porcentaje de polvo de vidrio 2% ,(  $\phi$ ) 21, (c) 0.06, (MDD) 1.47, (OMC) 33, (UCS) 0.061, porcentaje de polvo de vidrio 4% ,(  $\phi$ ) 25, (c) 0.063, (MDD) 1.48, (OMC) 31.25, (UCS) 0.062, porcentaje de polvo de vidrio 6% ,(  $\phi$ ) 32, (c) 0.068, (MDD) 1.49, (OMC) 28, (UCS) 0.065, porcentaje de polvo de vidrio 8% ,(  $\phi$ ) 37, (c) 0.071, (MDD) 1.47, (OMC) 30, (UCS) 0.07, porcentaje de polvo de vidrio 10% ,(  $\phi$ ) 37, (c) 0.072, (MDD) 1.46, (OMC) 29, (UCS) 0.071, porcentaje de polvo de vidrio adicionado al suelo 0%, California Bearing Ratio (CRB) 3%, porcentaje de polvo de vidrio adicionado al suelo 2%,(CRB) 4.38%,, porcentaje de polvo de vidrio adicionado al suelo 4%,(CRB) 7.29%,, porcentaje de polvo de vidrio adicionado al suelo 6%,(CRB) 12.8%,, porcentaje de polvo de vidrio adicionado al suelo 8%,(CRB)

7.2%, en la sección de conclusiones, Se ha indicado que al incluir un 8% de polvo de vidrio demuestra ser la alternativa más apropiada, ya que mostró un rendimiento óptimo en cuanto al comportamiento geotécnico.

Para Gowtham et al. (2018), cuyo objetivo principal fue evaluar la posibilidad de utilizar el polvo derivado de desechos de vidrio y plástico en una variedad de aplicaciones en los suelos, se llevaron a cabo experimentos con distintas proporciones (2%, 4%, 6% y 8%) de residuos en forma de polvo provenientes de vidrio y plástico, los resultado tras realizar pruebas experimentales de CBR, comparación de valores de penetración ,sin polvo de vidrio y plástico (2.45mm), (2.64mm) , aplicándole 2% de residuo de vidrio y polvo de platico (6.13mm), (5.12mm), aplicándole 4% de residuo de vidrio y polvo de platico (8.91mm), (7.63mm), aplicándole 6% de residuo de vidrio y polvo de platico (9.40mm), (8.50mm), aplicándole 8% de residuo de vidrio y polvo de platico (8.11mm), (7.22mm), se llegó a la conclusión de que las proporciones ideales Los porcentajes de residuos de vidrio y plástico son del 6 % y 8 % en relación al peso total del suelo, respectivamente.

De acuerdo con Keramatikerman et al. (2020), Se llevó a cabo un estudio con el objetivo principal era mejorar el suelo arenoso y sus propiedades mecánicas mediante la incorporación de polvo de vidrio. Se introdujeron niveles de vidrio en proporciones del 2%, 4% y 6% en una mezcla de suelo originalmente compuesto por arena, los resultados se evaluaron utilizando los ensayos de Proctor modificados y luego se evaluaron los índices del CBR, los siguiente resultado se obtuvieron después de 3,7,14 y 28 días de curado, los impactos derivados de añadir polvo de vidrio al valor de UCS después de 3 días UCS (kPa), 2% (560), 4% (580), 6%(615), 7 días UCS (kPa), 2% (710), 4% (742), 6%(750), 14 días UCS (kPa), 2% (748), 4% (768), 6%(780), 28 días UCS (kPa), 2% (790), 4% (814), 6%(850). Como conclusión, se observó que todos los valores experimentaron un aumento porcentual en comparación con el suelo original, y el porcentaje más destacado en términos de mejoramiento fue el 6%.

Según Mas et al. (2016), en su artículo científico cuyo objetivo de aquel estudio consistió en evaluar el impacto ambiental relacionado con la utilización de morteros y la incorporación de polvo de vidrio. Se utilizaron datos granulométricos para describir las dimensiones físicas o las características de las dimensiones distintivas del polvo de vidrio; los resultados fueron, polvo de vidrio 1, 2 h 30 m ,(d10)  $2.92\pm 0.01 \mu\text{m}$ , (d50)  $33\pm 1 \mu\text{m}$ , (d90)  $110\pm 3 \mu\text{m}$ , polvo de vidrio 2, 4 h 15 m ,(d10)  $1.96\pm 0.01\mu\text{m}$ , (d50)  $16\pm 1 \mu\text{m}$ , (d90)  $59\pm 2 \mu\text{m}$ , polvo de vidrio 3, 5 h,(d10)  $1.65\pm 0.01\mu\text{m}$ , (d 50 )  $11\pm 1 \mu\text{m}$ , (d90)  $43\pm 2 \mu\text{m}$ . en la conclusión los hallazgos de la investigación sugieren que se utilizaron en residuos de polvo de vidrio con un valor d50, lo que indica una promesa de su uso en la construcción de carreteras. Además, la utilización de este material reciclable como agente estabilizador podría resultar en importantes beneficios económicos y ambientales.

En el ámbito **nacional**, se tiene la siguiente investigación:

Para Haro et al. (2021), en el desarrollo de su investigación con el propósito principal de mejorar la calidad del suelo para disminuir los gastos en materiales y asegurar la protección de los habitantes. Los resultados de las muestras experimentales y estándar demostraron que el OMC, Patrón (10,51), 6% de Vidrio reciclado (V.R.) fue (10,66),  $\Delta 6\%$  (1,42%), 8%V.R. (11.18),  $\Delta 8\%$  (6,37%), MDD, Patrón (1.936), 6%V.R. (1.951),  $\Delta 6\%$  (0.77%), 8%V.R. (1.946),  $\Delta 8\%$  (0.51%), CBR, Patrón (18.24), 6%V.R. (28.46),  $\Delta 6\%$  (56.00%), 8%V.R. (25.78),  $\Delta 8\%$  (41.34%), en conclusión, La investigación sugiere que la inclusión de un 6% de polvo de vidrio generó los resultados más favorables. Se registró un aumento del 1.43% en el (OMC), un aumento del 0.77% en la (MDD) y un desarrollo favorable del 50% en el valor del CBR inicialmente. Estos descubrimientos evidencian que la introducción de polvo de vidrio como complemento para estabilizar suelos arenosos representa una opción innovadora y eficaz.

Para Gálvez (2023), en el desarrollo de su investigación con el objetivo principal de establecer el efecto de la adición del vidrio pulverizado en la estabilización de suelos arenosos con adiciones de 5%, 7%, 9% y 11% en 6 calicatas. Los resultados de las

muestras experimentales y estándar demostraron que el OMC, Patrón (12.37%) y de las adiciones es de 11,73%; 10,77%; 9,86% y 10,38% respectivamente. La Máxima densidad seca (M.D.D) del suelo patrón es de 1,90 gr/cm<sup>3</sup> y con las adiciones es de 1,92% gr/cm<sup>3</sup>; 1,95% gr/cm<sup>3</sup>; 1,98% gr/cm<sup>3</sup> y un 1,96% gr/cm<sup>3</sup> respectivamente para cada porcentaje de estudio. En cuanto al CBR del suelo patrón es un CBR al 100% de 12,85% y al 95% de 7,68%, de las adiciones respectivas en su ensayo de CBR al 100% se logró, 11,82%; 14,93%; 16,32% y 15,83%. Al 95% de CBR, 8,03%; 8,58%; 9,32% y 9,08%. Concluyendo así que la adición de vidrio pulverizado al 9% fue la que presentó los mejores resultados.

Para las **bases teóricas**, referentes a la **variable independiente adición de vidrio triturado** se tiene la siguiente definición:

De acuerdo con Abarca y Martínez (2009), su artículo de investigación, el dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) en forma de arena es la composición principal del vidrio. El carbonato sódico (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) y la piedra caliza (CaCO<sub>3</sub>) se añaden para producirlo. La arena, que constituye aproximadamente el 70% de la composición, se conoce como el vitrificante y el carbonato sódico, que comprende alrededor del 18%, se denomina fundente y la piedra caliza, que representa alrededor del 10%, actúa como estabilizador. El 2% restante está compuesto por otras sustancias, como plomo, boro y óxidos metálicos, que contribuyen a dar color al vidrio.

Harrison et al. (2020) nos indica que estudios previos han presentado resultados diversos en cuanto a las propiedades mecánicas asociadas a la introducción de vidrio reciclado. La mejora en la resistencia a la compresión podría ser resultado de las partículas finas de vidrio que funcionan como material de relleno, ofreciendo sitios adicionales para la hidratación del cemento, así como por la actividad puzolánica que manifiesta el vidrio.

Según Tushara et al. (2023) nos indica que el uso del vidrio triturado como reemplazo de la arena en carreteras y construcción ofrece oportunidades en pavimentación y materiales de cama, con resultados que pueden orientar hacia una construcción más sostenible, señalando áreas para mejorar en este aspecto.

De acuerdo con Mohajerani et al. (2017) presentaron una descripción general de los estudios realizados para reutilizar el vidrio triturado como agregado en aplicaciones de base y subbase no ligadas y el resultado mostró el potencial del uso de vidrio triturado en materiales de construcción.

Según Rizgar et al. (2020) no dice que se puede llegar a utilizar el vidrio residual en proyectos de ingeniería geotécnica, específicamente en fortalecer y planificar las bases de carreteras, busca reducir la cantidad de desechos y minimizar su impacto ambiental al evitar su disposición en vertederos.

Según Gonzalez et al. (2022) nos dice que el vidrio es un material inorgánico que posee características de fragilidad, dureza, amorfismo y transparencia. Este material encuentra diversas aplicaciones y presenta una variedad de formas derivadas. Al alcanzar el término de su ciclo vital, tiende a convertirse en desechos con un gran potencial para el reciclaje.

Según Parthiban y Thirugnanasambandam (2019) Al utilizar vidrio reciclado en bruto en la mezcla, se logra una absorción mínima de agua, lo que resulta en una menor plasticidad y, en consecuencia, en propiedades mecánicas superiores en comparación con el concreto convencional

Para la **variable dependiente propiedades físicas** se tiene la siguiente definición:

De acuerdo con Abarca y Martínez (2009), en su artículo de investigación nos dice: que las propiedades físicas del vidrio que son perceptibles a simple vista incluyen el color y la textura. El estado de oxidación del vidrio, que determina su color, se modifica mediante la adición de carbón. La cantidad específica de colorante utilizada se refiere a los elementos añadidos durante el proceso de fusión que se conocen como colorantes, los colores de solución, y este grado de oxidación se mide arbitrariamente en una escala conocida como números de oxidación.

Para Javed y Chakraborty (2020), Las características físicas del vidrio triturado, como su notable permeabilidad, baja rigidez a la deformación y resistencia elevada al aplastamiento, sugieren que su aplicación en proyectos de ingeniería podría beneficiarse y mejorarse.

Según Camargo y Duran (2018), en su investigación, dichas propiedades son esenciales para identificarlo y clasificarlo entre la diversidad de suelos presentes en entornos naturales. La ubicación geográfica del suelo, su profundidad y el espesor de la capa en la que se ubica afectan estas características. Algunas de las propiedades físicas son críticas para comprender el comportamiento y la idoneidad de un suelo en diversas aplicaciones, como la construcción.

De acuerdo con Abdalla (2020) Los materiales de desecho o reciclables han demostrado ser eficaces en la consolidación de partículas de arena móviles, mejorando la resistencia del suelo al llenar espacios vacíos, establecer vínculos entre las partículas y acumular materia orgánica como una fuente para cohesionar las partículas de arena sueltas.

Para la **variable dependiente propiedades mecánicas** se tiene la siguiente definición:

Según el estudio realizado por Jalal at. (2022), se analizan las características mecánicas y microestructurales de suelos de mediana expansión que han sido estabilizados mediante la adición de polvo de vidrio sodocálcico en distintas proporciones. En síntesis, los resultados revelan que el uso de polvo de vidrio tiene un impacto positivo en varias propiedades del suelo, tales como los límites de consistencia, la compactación, la consolidación, la resistencia y la capacidad de expansión. Por consiguiente, se concluye que el uso de polvo de vidrio resulta efectivo para mejorar las características ingenieriles del suelo.

De acuerdo con Abarca y Martínez (2009), en su artículo de investigación nos dice: que el vidrio se caracteriza por no ser dúctil ni maleable, lo que significa que no experimenta deformaciones permanentes bajo la acción de esfuerzos; en cambio, cuando se alcanza su límite de resistencia, se rompe. El vidrio está sujeto a diversas propiedades mecánicas, como torsión, compresión, tensión y flexión. La resistencia del vidrio a la torsión se refiere a su capacidad para resistir fuerzas que intenten torcerlo o doblarlo en su sección transversal. En estado sólido, el vidrio no posee esta propiedad, pero en estado fundido puede aceptar torsión. La resistencia a la compresión del vidrio es notablemente elevada.

Para Amargo y Duran (2018), según su investigación, la mecánica del suelo se describe como la aplicación de principios hidráulicos y mecánicos a los desafíos de ingeniería vinculados a sedimentos y otras acumulaciones de partículas sólidas no consolidadas. Estos sedimentos se originan tanto por procesos de fragmentación mecánica como por descomposición química de la roca, sin importar la presencia de materia orgánica en ellos. Los diversos aspectos de la mecánica del suelo incluyen la geotecnia, que estudia la evaluación del comportamiento de los suelos frente a cargas, el análisis de las características físicas del suelo y la aplicación de esta información teórica y práctica para resolver desafíos prácticos en ingeniería.

De acuerdo con TAMADHER (2007), las propiedades mecánicas se describen como la evaluación de las características del suelo en términos de su resistencia y capacidad de soporte frente a las cargas aplicadas. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha estandarizado una serie de ensayos para determinar estas propiedades. Estas pruebas destacan el ensayo de CBR y el ensayo estándar Proctor.

Para las **dimensiones**, se tienen las siguientes definiciones:

En su investigación, Botia (2015) nos dice que la granulometría es la distribución de tamaños de partículas se alcanza mediante la agitación, lo cual conduce a la separación de partículas expresadas en porcentajes. Aunque resulta difícil determinar la dimensión exacta, la granulometría permite seleccionarlas dentro de rangos definidos.

Según Kabur (1970), los límites de Atterberg evidencian que los suelos tienden a mostrar diferentes estados de consistencia, y esto está directamente influenciado por el nivel de agua o humedad que poseen.

De acuerdo con Carhuapoma (2021), la plasticidad se refiere a la capacidad de los suelos para mantener su estabilidad hasta alcanzar un límite específico de humedad sin descomponerse. Para evaluar la plasticidad y clasificar el tipo de material en relación con su contenido de humedad, es necesario llevar a cabo el Ensayo de Límites de Atterberg.

Según Rodríguez (2021), los límites de consistencia resultan beneficiosos al ser relacionados con el comportamiento del material, lo cual es aplicable en proyectos de ingeniería. Estos límites abarcan características como la compresibilidad, permeabilidad, compactación, contracción o expansión, y la resistencia mecánica.

El Manual de Ensayo de Materiales (2016) Afirma que el límite líquido representa el nivel de humedad en el suelo durante la transición entre sus estados líquido y plástico. Este análisis es fundamental en numerosos sistemas de clasificación de ingeniería, permitiendo la caracterización de las partículas finas presentes en el suelo. Los límites líquidos y plásticos, junto con la humedad natural del suelo, se emplean para determinar su consistencia relativa, denominada índice de liquidez. Este es el último crucial en la evaluación del suelo, al igual que el cálculo del índice de actividad basado en el porcentaje de partículas más pequeñas que  $2\ \mu\text{m}$ .

El Manual de Ensayo de Materiales (2016) Indica que el límite de plasticidad (LP) es la humedad necesaria para crear cilindros delgados de suelo, con un diámetro cercano a los 3,2 mm ( $1/8$  de pulgada). Este límite se establece al enrollar el suelo entre la mano y una superficie plana, como una placa de vidrio tratado para tener un acabado esmerilado, sin que estos cilindros se desintegren o deshagan.

El Manual de Ensayo de Materiales (2016) nos dice que el porcentaje de plasticidad se representa en relación con la masa de la muestra de suelo y refleja la gama de cambios en el contenido de humedad en la cual el suelo conserva su propiedad plástica.

Según la norma NTP 339.129 (2019), el índice de plasticidad se define como el rango de contenido de humedad en el cual un suelo exhibe su comportamiento particular. Matemáticamente, se calcula como la disparidad o diferencia entre los límites líquido y plástico del suelo.

Según ASTM (2018), el ensayo Proctor modificado incluye métodos de compactación utilizados en laboratorios con el fin de establecer la relación entre la densidad máxima en estado seco. Además, sirve como una guía para determinar el contenido de humedad óptimo en los materiales destinados a explanadas y capas de firmes. Además, funciona como un punto de referencia para garantizar la calidad adecuada de la compactación en el lugar de construcción.

Según Taskiran (2010), la capacidad de carga del suelo o su capacidad de soporte se determina utilizando la prueba del CBR, un parámetro crucial para evaluar la firmeza y la resistencia al corte de la base, base o subbase durante la construcción de carreteras. El valor se expresa en porcentajes y se obtiene controlando minuciosamente la humedad y la densidad del suelo durante el ensayo.

Según Espinoza y Santimperi (2021), el CBR (California Bearing Ratio) es una evaluación de la resistencia de un material a la penetración de un pistón estándar bajo condiciones controladas de densidad y humedad. Esta prueba se lleva a cabo tanto en suelos alterados como en suelos no alterados, ya sea empapados o no.

De acuerdo con Forero (2019) en su investigación, nos dice que el Ensayo CBR es un estudio, donde se analiza la subrasante, considerando su papel fundamental como la base de la estructura del pavimento. Y además de que es esencial comprender su resistencia para determinar el diseño de las capas que la componen y para evaluar su desempeño tanto en términos funcionales como estructurales mediante la aplicación de principios de mecánica de pavimentos.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación:

Siguiendo el propósito de nuestra investigación, cumple los criterios para ser considerado del **tipo aplicada**, Porque se apoyan en los resultados de estudios básicos, fundamentales o puros, que están basados en ciencias formales o fácticas, y se plantean problemas e hipótesis de trabajo con el propósito de resolver desafíos en la vida productiva de la sociedad (Naupas Paitan, et al. 2013).

La presente investigación de tesis es de tipo aplicada, ya que se fundamenta en antecedentes y conocimientos previamente consolidados y validados en otras investigaciones. Estamos tomando conceptos teóricos y aplicándolos de manera práctica a este tipo de suelos.

El **nivel es explicativo**, ya que se encarga de buscar e identificar las causas detrás de ciertos eventos. Su principal interés radica en comprender por qué ocurre un fenómeno y bajo qué condiciones se presenta, así como en entender las razones por las que dos o más variables están relacionadas. Estos estudios no solo se enfocan en describir o correlacionar, sino en profundizar en las razones subyacentes que explican la ocurrencia y la interacción de las variables involucradas (Hernández-Sampieri y Mendoza,2018)

La investigación realizada tiene un nivel explicativo, dado que las variables están relacionadas en términos de causa y efecto. En este caso, la variable independiente es la adición de vidrio triturado, la cual influye en la variable dependiente, afectando las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.

El **enfoque es cuantitativo** debido a que la investigación cuantitativa tiene como objetivo detallar, esclarecer y anticipar los fenómenos bajo estudio, explorando patrones y relaciones causales entre diversos elementos (variables), este enfoque se centra principalmente en la validación de hipótesis y la formulación respaldada de teorías (Hernández-Sampieri y Mendoza,2018).

### 3.1.2 Diseño de la investigación:

El **diseño de investigación** se establecerá como experimental y por el grado de manipulación de la variable independiente este pertenece a un tipo **cuasi-experimental** dado que involucra la inclusión de un conjunto de control o comparativo, utilizado cuando no es posible seleccionar a los sujetos de forma aleatoria. De manera similar al preexperimento, los sujetos en este caso también son preseleccionados, con la única diferencia, como se mencionó anteriormente, de que aquí se incorpora un grupo de control. Además de que los diseños cuasi experimentales posibilitan el empleo de instrumentos de medición en más de tres instancias, es decir, en momentos diferentes, e incluso posibilitan el control y/o modificación de la variable independiente en distintos momentos con el objetivo de lograr los resultados más favorables (Arias, 2022).

El método hipotético-deductivo es un **método deductivo**, empleado para formular y evaluar teorías o hipótesis. Se fundamenta en la deducción lógica para hacer predicciones que pueden ser confirmadas o refutadas a través de la observación o la experimentación. Este método es esencial en la ciencia porque permite a los investigadores construir conocimiento de manera sistemática y verificar la validez de las teorías (Arias, 2022).

## 3.2 Variables y operacionalización

La **variable independiente** de nuestra investigación es la **adición de vidrio triturado**.

- **La definición conceptual** sería que es el resultado de someter el vidrio a un proceso de molienda mecánica, que lo reduce a fragmentos con una granulometría de 5 mm. (Campos, 2021)
- **La definición operacional** sería que se realizará la adición de vidrio triturado en diferentes proporciones con un porcentaje de patrón y porcentaje de adición.
- **Los indicadores** serían los porcentajes patrón de suelo y los porcentajes de adición de vidrio triturado.

- **La escala de medición** es la razón.

**La variable dependiente 1** de nuestra investigación **son las propiedades físicas.**

- **La definición conceptual** sería que las propiedades físicas del vidrio triturado, incluida una pequeña rigidez a la deformación, una alta permeabilidad y una alta resistencia al aplastamiento, lo han convertido en un sustituto atractivo de las arenas naturales en aplicaciones geotécnicas. (Al-Taie, 2023)
- **La definición operacional** sería los procedimientos realizados en los ensayos de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, Proctor modificado descritos en las normas del MTC E110, MTC E111, MTC E115 respectivamente.
- **Los indicadores** serían los porcentajes y resultados numéricos obtenidos de los ensayos realizados.
- **La escala de medición** es la razón.

**La variable dependiente 2** de nuestra investigación son **las propiedades mecánicas.**

- **La definición conceptual** sería sus características y comportamiento de expansión y contracción de las mezclas de vidrio reciclado (VR) están relacionadas con el nivel y las dimensiones del material. (Al-Taie, 2023)
- **La definición operacional** sería los procedimientos realizados en el ensayo de CBR descrito en la norma del MTC E132.
- **Los indicadores** serían los porcentajes obtenidos del ensayo realizado.
- **La escala de medición** es la razón.

**Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables**

VARIABLES DE INVESTIGACION	DEFINICIÓN DE VARIABLES	OPERACIÓN DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	
<b>V.I. ADICION DE VIDRIO TRITURADO</b>	El vidrio triturado es el resultado de someter el vidrio a un proceso de molienda mecánica, que lo reduce a fragmentos con una granulometría de 5 mm. <i>Según Campos (2021)</i>	Se realizará la adición de vidrio triturado en diferentes proporciones con un porcentaje de patrón y porcentaje de adición.	Dosificación	Porcentaje patrón	
				Porcentaje de adición	
<b>V.D.1. Propiedades físicas</b>	Las propiedades físicas del vidrio triturado, incluida una pequeña rigidez a la deformación, una alta permeabilidad y una alta resistencia al aplastamiento, lo han convertido en un sustituto atractivo de las arenas naturales en aplicaciones geotécnicas. Según <i>Al-Taie (2023)</i>	Desarrollo del ensayo descrito en la norma de MTC E110. (Limite Liquido)	Limite liquido	%	
			Desarrollo del ensayo descrito en la norma de MTC E111. (El límite plástico de los Suelos y el índice de plasticidad)	Limite plástico	%
			Desarrollo del ensayo descrito en la norma de MTC E115. (Proctor Modificado)	Índice de plasticidad	%
				Máxima densidad seca (MDS)	Gr/cm3
<b>V.D.2. Propiedades mecánicas</b>	El nivel y las dimensiones del vidrio reciclado (VR) en relación a las propiedades mecánicas y el comportamiento de expansión y contracción en las combinaciones que incorporan vidrio reciclado. <i>Según Al-taie (2023)</i>	Desarrollo del ensayo descrito en la norma de MTC E 132. (CBR)	Capacidad de soporte (CBR)	%	
			Optimo contenido de humedad (OH)	%	

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

#### 3.3.1 Población

El presente proyecto de investigación tomo como su población el tramo de 2 km de una subrasante, ubicado en Santa Rosa, en la Avenida 06, Se distribuye en 60 pruebas, divididas de la siguiente manera:

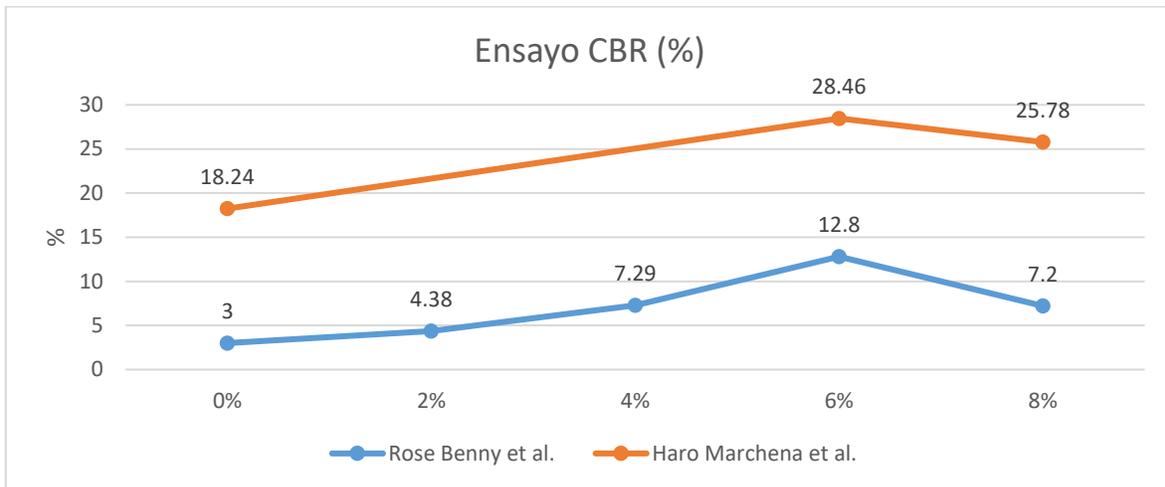


Figura 1. Patrones de porcentaje de acuerdo a antecedentes de los ensayos CBR (%)

El (CBR) señala que el valor máximo alcanza el 6%.

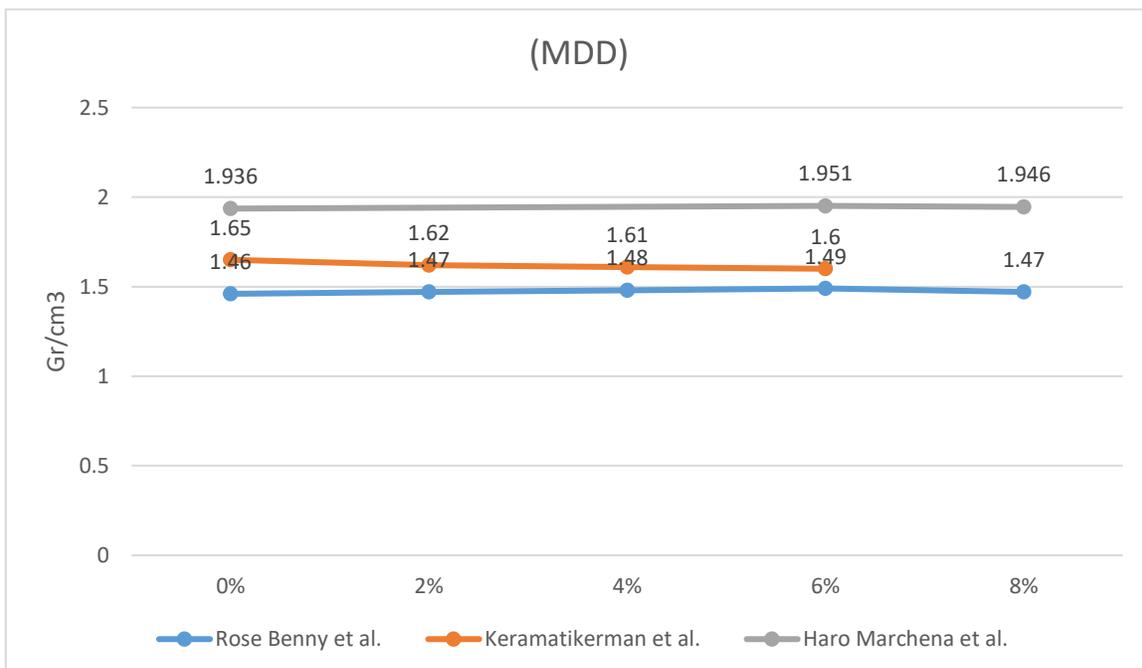


Figura 2. Patrones de porcentaje de acuerdo a antecedentes de los ensayos de MDD (%)

Nos indica que el (MDD) señala que el límite superior es del 6%

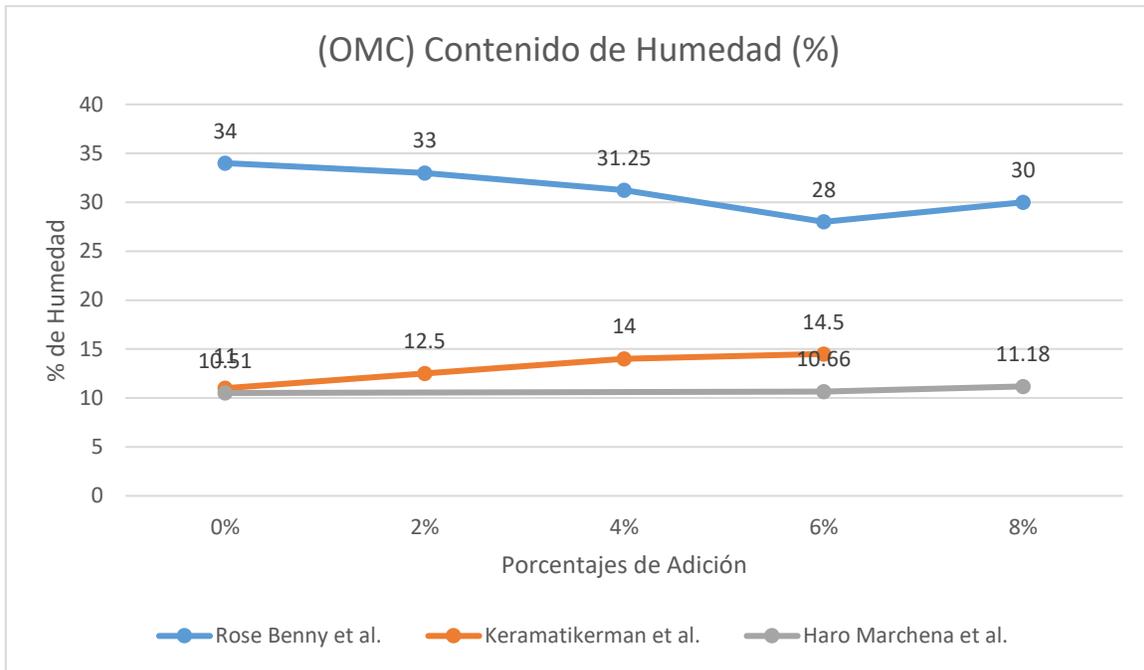


Figura 3. Patrones de porcentaje basados en resultados de ensayos de OMC (%)

Se nos indica que el 6% marca el límite superior de la OMC

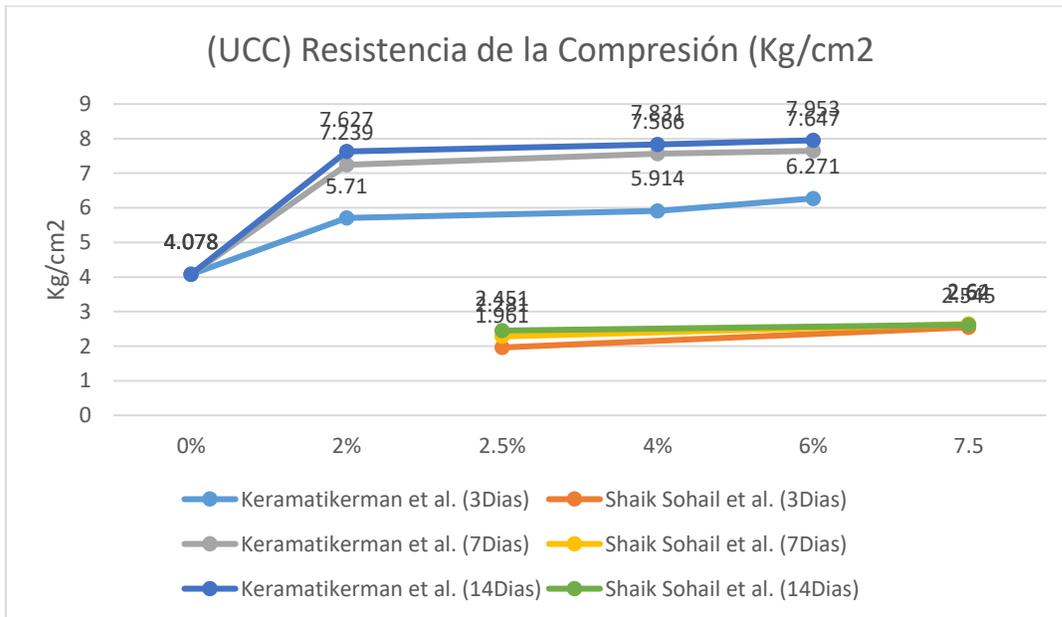


Figura 4. Patrones de porcentaje basados en resultados de UCC (Kg/cm2)

Se nos informa que el tope máximo de resistencia (UCC) alcanza los 6%.

Al examinar la figura 2, se concluye que los porcentajes son 5, 6 y 7, ya que el valor de 6 representa el punto de inflexión en la resistencia. A partir de este punto, comienza a manifestarse la pérdida en la dimensión principal que se está evaluando

**Tabla 2.** Muestras para la variable independiente, *Propiedades Físicas*

<b>Las propiedades físicas</b>				
<b>Porcentaje de adición</b>	<b>LL</b>	<b>LP</b>	<b>Índic Plast.</b>	<b>Parcial</b>
0%	3	3	3	9
5%	3	3	3	9
6%	3	3	3	9
7%	3	3	3	9
Total de ensayos				36

Fuente. *Elaboración Propia*

La población para la variable independiente 1 está comprendida por 36 ensayos de mecánica de suelos, de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales, 2016.

**Tabla 3.** Muestras para la variable independiente, *Propiedades Mecánicas*

<b>Propiedades mecánicas</b>			
<b>Porcentaje de adición</b>	<b>Proctor modificado</b>	<b>CBR</b>	<b>Parcial</b>
0%	3	3	6
5%	3	3	6
6%	3	3	6
7%	3	3	6
Total de ensayos			24

Fuente. *Elaboración Propia*

La población para la variable independiente 2 está comprendida por 24 ensayos mecánica de suelos, estando de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales, 2016.

Sera un total de 60 muestra como población de estudio en la presentación del estudio y se aplicaran los siguientes criterios:

- **Criterios de inclusión:**  
El ámbito de estudio se centra en los suelos ubicados en la provincia de Ilo.
- **Criterios de exclusión:**  
Los suelos originarios de otras ubicaciones.

### **3.3.2 Muestra:**

En nuestro estudio la muestra estuvo considerado por 3 calicatas ubicada en el tramo de 2 km de una subrasante, ubicado en Santa Rosa, en la Avenida 06.

### **3.3.3 Muestreo**

En el presente proyecto de investigación, el muestreo es no probabilístico por conveniencia. La muestra se obtuvo utilizando el criterio del investigador para seleccionar las zonas más afectadas, considerando las características observadas en cada capa o estrato del suelo. Las calicatas se realizaron en función de la conveniencia y el cumplimiento de las normativas pertinentes.

### **3.3.4 Unidad de análisis**

La **unidad de análisis** para este estudio se define como un suelo limoso-arenoso perteneciente al suelo de subrasante de Santa Rosa, en la Avenida 06 de la localidad de Ilo.

## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

De acuerdo con **Sánchez et al. (2021)**, el objetivo de este estudio es estimar, analizar o valorar los efectos generados por la incorporación de vidrio reciclado triturado mediante una serie de pruebas realizadas en laboratorio planificadas de mecánica del suelo utilizando **la técnica de observación directa**. Para un análisis posterior, se registrarán minuciosamente los resultados de esta observación. La técnica de observación directa requiere una observación exhaustiva del objeto en cuestión, y los datos registrados serán enviados para su análisis. En investigaciones, esta técnica es esencial porque el investigador depende de ella para recopilar una cantidad significativa de datos. Además, se implementará un método adicional que

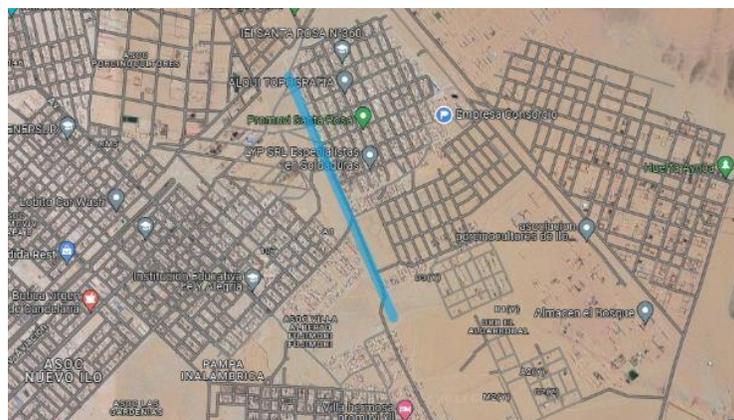
implica la realización de pruebas de mecánica del suelo, las cuales están estandarizadas de acuerdo con las regulaciones nacionales.

Al intentar medir, valorar o examinar un elemento específico, **las fichas de observación** son útiles. Estas fichas se centran en la medición de una población predefinida, y los estándares de evaluación y validez se adaptan a las particularidades del elemento en estudio **(Arias y Covinos, 2021)**.

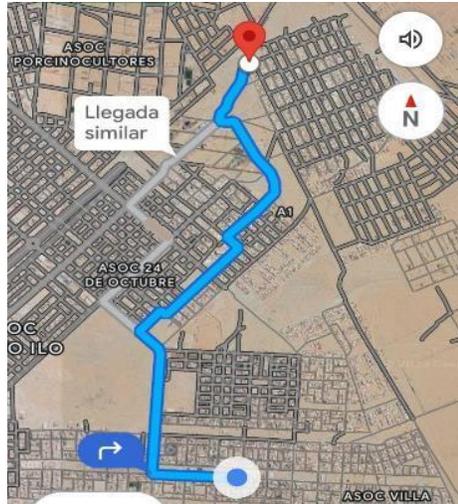
Se utilizarán **fichas de observación** para registrar los desenlaces de las pruebas hechos en laboratorio de base granular en este estudio. Los instrumentos utilizados en estos ensayos incluyen una variedad de categorías y tipos que permiten llevar a cabo pruebas de mecánica del suelo, lo que simplifica la recopilación de los datos que se derivan.

### 3.5 Procedimientos

Se realizarán excavaciones de metro y medio de altura en los suelos de la zona de Promoví Santa Rosa en la Avenida 06. Este método permitirá extraer las muestras necesarias para el estudio, para la obtención de material reciclado se obtendrá de botellas de vidrio que se desecharon, que nos proporcionó una tienda de abarrotes, y posteriormente se llevará al laboratorio ubicado en Tacna, cuyo nombre es “INGESERVICIOS SAC, laboratorio de suelos, concreto y pavimento”



**Figura 5.** Ubicación referencial donde se realizará la extracción de material de subrasante



**Figura 6.** Distancia de punto de encuentro hacia lugar de extracción de material



**Figura 7.** Distancia del tesista 1 y 2 hacia el lugar de obtención del vidrio reciclado

Para el **trabajo de laboratorio**, se tomará en cuenta el manual de ensayo de materiales (2016). Se llevarán muestras de las tres calicatas al laboratorio para su realización de ensayo de inicio a fin utilizando el método descrito en el manual de ensayo de materiales MTC. El proceso comienza con la trituración de vidrio, que luego se transporta desde la vidriería hasta el laboratorio. *El vidrio triturado se somete a un tratamiento específico una vez que está en el laboratorio.* Luego, se procede a añadirlo

en el porcentaje patrón en distintas proporciones. Este proceso permite llevar a cabo un ensayo de materiales con el vidrio incorporado.

Se llevarán a cabo pruebas como LL, LP, IP, MDD, OMC, capacidad de soporte y ensayo de CBR para evaluar las propiedades del suelo. Luego, se agregará vidrio triturado para crear la dosificación correcta.

Para el **procesamiento de información**, durante la ejecución de los ensayos, se llevará a cabo un registro detallado en una ficha de observación especialmente diseñada para este propósito. Este registro estará en concordancia con el informe o documento oficial que será debidamente validado por el ingeniero a cargo y el laboratorista del laboratorio. Cada aspecto relevante y hallazgo pertinente deberá ser minuciosamente anotado para asegurar un seguimiento preciso y riguroso del proceso de ensayo.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Con el fin de obtener los resultados de las pruebas llevadas a cabo en el laboratorio, se utilizará el software Excel para insertar los resultados. Se crearán gráficos y tablas con este software, que luego serán analizados. Los resultados se compararán con diferentes inclusiones de vidrio reciclado triturado en la subrasante.

### **3.7 Aspectos éticos**

La investigación emprendida se rige por principios que respetan plenamente los derechos humanos a nivel internacional. Cada fase del estudio se lleva a cabo considerando estos preceptos fundamentales, asegurando que en ningún momento se contravengan estas normativas de alcance global. Además, se asegura que no se viole ninguna disposición de la ley fundamental en la constitución política del Perú.

Se implementarán medidas y protocolos específicos para evitar impactos adversos en estos ecosistemas, asegurando así la sostenibilidad y equilibrio del entorno natural. Del mismo modo, se emplean prácticas rigurosas contra el plagio, salvaguardando la integridad de la autoridad y autenticidad de los contenidos investigativos. Esto se traduce en un compromiso inquebrantable con la originalidad y

calidad del trabajo realizado. Además, se observa una estricta conformidad con las normas y directrices establecidas por la Universidad César Vallejo, lo que garantiza que la investigación se realice de acuerdo a los protocolos institucionales y estándares de calidad exigidos por la institución.

Finalmente se ha cumplido con los formatos de consentimiento de la guía de manual de tesis N°062, 2023.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados derivados del propósito general, que se centra en evaluar la influencia de la adición de vidrio triturado en las propiedades físico-mecánicas de subrasantes en la provincia de Ilo en el año 2024, se presentan de la siguiente manera:

**Tabla 4.** *Los resultados de los ensayos en laboratorio*

Ensayos	0%	5%	6%	7%
LL	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
LP	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Max. Densidad Seca	2,00	2,08	2,13	2,11
Optimo Contenido Humedad	10,3	10,0	9,8	10,2
Capacidad de Soporte (CBR 95%)	33,6	46,3	50,8	42,9
Capacidad de Soporte (CBR 100%)	53,5	62,1	62,1	54,8

Fuente: *Elaboración Propia.*

Nota. N.P.= No presenta, LL=Límite líquido, LP=Límite plástico.

De la tabla 4, al analizar los resultados obtenidos a partir del patrón, observamos que la adición de vidrio triturado en proporciones del 5%, 6% y 7% revela que la concentración óptima es del 6% para mejorar las características de la subrasante. Estos hallazgos sugieren que la inclusión de un 6% de vidrio triturado es la opción más beneficiosa en términos de rendimiento y estabilidad de la subrasante para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.

Los resultados derivados del **objetivo específico 01** en cual es analizar la influencia por adición de vidrio triturado en el límite líquido de una subrasante en la provincia de Ilo – 2024, se presentan de la siguiente manera:

**Tabla 5.** Valores del límite líquido del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado

Muestras	0%	5%	6%	7%
1	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
2	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
3	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Promedio	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.

Fuente: *Elaboración Propia*

De la tabla 5, observamos nuestras muestras en cuanto a su el límite líquido, no son presentes ya que es un suelo es de **tipo SM** (arena limosa), el cual no presenta cohesión, del mismo modo que el vidrio no tiene plasticidad.

Los hallazgos resultantes del **objetivo específico 02**, en el cual es analizar la influencia por adición de vidrio triturado en el límite plástico de una subrasante en la provincia de Ilo – 2024, se describen a continuación:

**Tabla 6.** Valores del límite plástico del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado

Muestras	0%	5%	6%	7%
1	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
2	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
3	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Promedio	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.

Fuente: *Elaboración Propia*

De la tabla 6, observamos que, para nuestro límite plástico, no presenta valores debido a que nuestro suelo no presenta cohesión por ser de **tipo SM** (arena limosa), del mismo modo que el vidrio no tiene plasticidad.

Los resultados que se cumplen a raíz del **objetivo específico 03** en cual es analizar la influencia por adición de vidrio triturado en el índice de plasticidad de una subrasante en la provincia de Ilo – 2024, son los siguientes:

**Tabla 7.** *Valores del índice de plasticidad del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado*

<b>Muestras</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>6%</b>	<b>7%</b>
1	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
2	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
3	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Promedio	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.

Fuente: *Elaboración Propia*

De la tabla 7, observamos que no presenta índice de plasticidad ya que nuestro suelo no presenta cohesión por ser de **tipo SM** (arena limosa), del mismo modo que el vidrio no tiene plasticidad.

Los resultados que se cumplen a raíz del **objetivo específico 04** en cual es analizar la influencia por adición de vidrio triturado en la máxima densidad seca de una subrasante en la provincia de Ilo – 2024, son los siguientes:

**Tabla 8.** *Valores de la máxima densidad seca del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado*

<b>Muestras</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>6%</b>	<b>7%</b>
1	2,01	2,08	2,14	2,11
2	1,99	2,07	2,13	2,11
3	2,02	2,08	2,13	2,10
Promedio	2,00	2,08	2,13	2,11

Fuente: *Elaboración Propia*

De la tabla 8, al analizar detenidamente los resultados obtenidos, podemos concluir que la máxima densidad se alcanza con un porcentaje de adición del 6%. Este valor se destaca significativamente al compararlo con la densidad del suelo patrón y con los porcentajes de adiciones adicionales.

Los resultados que se cumplen a raíz del **objetivo específico 05** en cual es

analizar la influencia por adición de vidrio triturado en el óptimo contenido de humedad de una subrasante en la provincia de Ilo – 2024, son los siguientes:

**Tabla 9.** *Valores del óptimo contenido de humedad del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado.*

<b>Muestras</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>6%</b>	<b>7%</b>
1	10,5	9,5	10,0	10,0
2	10,5	10,5	10,0	10,0
3	10,0	10,0	9,5	10,5
Promedio	10,3	10,0	9,8	10,2

Fuente: *Elaboración Propia*

De la tabla 9, observamos que el óptimo contenido de humedad, el mejor resultado se obtiene al adicionar un 6% de vidrio triturado ya que con esto conseguimos una reducción favorable de la humedad en comparación con los otros porcentajes de adición.

Los resultados que se logran como consecuencia del **objetivo específico 06** en cual analizar la influencia por adición de vidrio triturado en la capacidad de soporte de una subrasante en la provincia de Ilo – 2024, son los siguientes:

**Tabla 10.** *Valores de la capacidad de soporte del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado, CBR al 95%*

<b>Muestras</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>6%</b>	<b>7%</b>
1	32,0	47,4	51,0	43,2
2	29,5	44,6	51,2	43,6
3	39,2	47,0	50,3	41,8
Promedio	33,6	46,3	50,8	42,9

Fuente: *Elaboración Propia*

De la tabla 10, al revisar los valores obtenidos, notamos que la capacidad de soporte alcanza su punto álgido con un destacado resultado del índice de soporte CBR, específicamente del 95%, cuando se incorpora un 6% de vidrio triturado. Esta

observación resalta la influencia positiva de esta adición particular en la mejora sustancial de la capacidad de soporte del material.

**Tabla 11.** *Valores de la capacidad de soporte del suelo patrón y muestras adicionadas con vidrio triturado, CBR al 100%*

<b>Muestras</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>6%</b>	<b>7%</b>
1	54,0	62,6	61,2	54,6
2	49,5	61,2	64,0	56,2
3	56,9	62,6	61,2	53,6
Promedio	53,5	62,1	62,1	54,8

Fuente: *Elaboración Propia*

De la tabla 11, observamos que los datos obtenidos reflejan claramente que la inclusión del 6% de vidrio triturado se posiciona como la elección más efectiva, mostrando resultados superiores en comparación con otras proporciones analizadas, consolidándose.

## V. DISCUSIÓN

Respecto a los **objetivos específicos 1,2 y 3**, Los resultados obtenidos al agregar vidrio triturado al suelo de fundación tipo SM (Arena limosa, mezclas de arena y limo) no muestran ninguna cuantificación de los valores de (LL), (LP) e (IP) para las adiciones en porcentaje del 0%, 5%, 6%, 7% de vidrio triturado. En este caso, no se observa ningún valor de plasticidad con respecto a la muestra patrón.

De los resultados obtenidos del antecedente **Rose et al. (2017)**, se puede apreciar los valores obtenidos, respecto a los resultados de la **máxima densidad seca (MDD)** para el **objetivo específico 4**, cuyas semejanzas son evidentes en los resultados de la **tabla 8**, para el suelo patrón del cual el autor adquirió una MDD de  $1.464\text{gr/cm}^3$  y de nuestros resultados se obtuvo  $2.00\text{gr/cm}^3$ , por lo que la variación de MDD es fuerte para un 36,61% de variación entre los resultados. En relación con la primera incorporación, el autor consideró un porcentaje del 4%, lo que dio como resultado  $1,48\text{gr/cm}^3$  y nuestra investigación tomo un porcentaje de 5% con un resultado de  $2.08\text{gr/cm}^3$ , existiendo así un 40% de diferencia, por lo cual es recomendable aplicar una adición de 5% bajo el procedimiento de esta investigación. Para la segunda adición el autor y nosotros tomamos un porcentaje de 6% donde los resultados obtenidos fueron  $1.49\text{gr/cm}^3$  del autor y  $2.13\text{gr/cm}^3$  por parte nuestra, existiendo así un 42.95% de diferencia. Para la tercera incorporación el autor consideró un porcentaje del 8% obteniendo un resultado de  $1.47\text{gr/cm}^3$ , y nuestra investigación tomo un porcentaje de 7% con un resultado de  $2.11\text{gr/cm}^3$ , existiendo así un 43.54% de diferencia, **logrando reconocer que, para ambos tipos de suelos, se obtiene valores más favorables al adicionar un 6%.**

De los resultados obtenidos del antecedente **Rose et al. (2017)**, se puede apreciar los valores obtenidos, respecto a los resultados del **optimo contenido de humedad** para el **objetivo específico 5**, cuyas semejanzas son evidentes en los resultados de la **tabla 9**, para el suelo patrón el cual el autor obtuvo un OMC de 34% y de nuestros resultados se obtuvo 10.3%, por lo que la variación de OMC es fuerte debido a que **el autor trabajo con un suelo arcilloso y nuestra investigación fue de suelo arenoso-limoso.** Con respecto a la primera adición el autor tomo en

consideración un porcentaje de 4% con un resultado 31.25% y nuestra investigación tomo un porcentaje de 5% con un resultado de 10%. Para la segunda adición el autor y nosotros tomamos un porcentaje de 6% donde los resultados obtenidos fueron 28% del autor y 9.8% por parte nuestra. Para la tercera adición el autor tomo en consideración un porcentaje del 8% obteniendo un resultado de 30%, y nuestra investigación tomo un porcentaje de 7% con un resultado de 10.2%, **demostrando así que para ambos tipos de suelos un 6% de adición es lo recomendable.**

De los resultados obtenidos del antecedente **Rose et al. (2017)**, se puede apreciar los valores obtenidos, respecto a los resultados de la **capacidad de soporte (CBR) al 95%** para el objetivo **específico 6**, cuyas semejanzas son evidentes en los resultados de la **tabla 10**, para el suelo patrón el cual el autor obtuvo un CBR de 3% y de nuestros resultados se obtuvo 33.6%. En relación con la primera adición, el autor tuvo en cuenta un porcentaje del 4%, con un resultado de 7,29% y nuestra investigación tomo un porcentaje de 5% con un resultado de 46,3%. Para la segunda adición el autor y nosotros tomamos un porcentaje de 6% donde los resultados obtenidos fueron 12,8% del autor y 50,8% por parte nuestra. Y en la tercera adición el autor consideró un porcentaje del 8% obteniendo un resultado de 7,2%, y nuestra investigación tomo un porcentaje de 7% con un resultado de 42,9%, **demostrando así que, para ambos tipos de suelos, arcilloso por parte del autor y arenoso-limoso por parte nuestra, en cuanto al mejoramiento del CBR, el porcentaje más optimo seria 6%.**

De los resultados obtenidos del antecedente **Gowtham et al. (2018)**, donde el suelo con el que el autor estuvo trabajando es de tipo arcilloso, se puede apreciar los valores obtenidos, respecto a los resultados de la **capacidad de soporte (CBR) al 95%** para el objetivo **específico 6**, cuyas semejanzas son evidentes en los resultados de la **tabla 10**, para el suelo patrón el cual el autor obtuvo un CBR de 2,45% y de nuestros resultados se obtuvo 33.6%. Con respecto a la primera adición el autor tomo en consideración un porcentaje de 4% con un resultado 8,91% y nuestra investigación tomo un porcentaje de 5% con un resultado de 46,3%. Para la segunda adición el autor y nosotros tomamos un porcentaje de 6% donde los resultados obtenidos fueron 9,40%

del autor y 50,8% por parte nuestra. Para la tercera adición el autor tomo en consideración un porcentaje del 8% obteniendo un resultado de 8,11%, y nuestra investigación tomo un porcentaje de 7% con un resultado de 42,9%, **demostrando así que, para ambos tipos de suelos, arcilloso por parte del autor y arenoso-limoso por parte nuestra, en cuanto al mejoramiento del CBR, el porcentaje más óptimo y recomendable es 6%.**

De los resultados obtenidos del antecedente **Keramatikerman et al. (2020)**, se puede apreciar los valores obtenidos, respecto a los resultados de la **máxima densidad seca (MDD)** para el **objetivo específico 4**, cuyas semejanzas son evidentes en los resultados de la **tabla 8**, para el suelo patrón el cual el autor obtuvo una **MDD** de  $1.65\text{gr/cm}^3$  y de nuestros resultados se obtuvo  $2.00\text{gr/cm}^3$ . En relación con la primera adición, el autor consideró un porcentaje del 4%, obteniendo como resultado  $1,61\text{gr/cm}^3$  y nuestra investigación tomo un porcentaje de 5% con un resultado de  $2.08\text{gr/cm}^3$ . Para la segunda adición el autor y nosotros tomamos un porcentaje de 6% donde los resultados obtenidos fueron  $1.60\text{gr/cm}^3$  del autor y  $2.13\text{gr/cm}^3$  por parte nuestra, **logrando reconocer que se obtiene valores más favorables al adicionar un porcentaje 6% en nuestra investigación, sin embargo, el autor obtiene una reducción de  $0,05\text{gr/cm}^3$  de la MDD al mismo porcentaje con respecto a su suelo patrón.**

De los resultados obtenidos del antecedente **Keramatikerman et al. (2020)**, se puede apreciar los valores obtenidos, respecto a los resultados del **óptimo contenido de humedad** para el **objetivo específico 5**, cuya similitud se puede apreciar en los resultados de la **tabla 9**, para el suelo patrón el cual el autor obtuvo un **OMC** de 11% y de nuestros resultados se obtuvo 10.3%, por lo que la variación de OMC es mínima para un 6,8% de diferencia. Con respecto a la primera adición el autor tomo en consideración un porcentaje de 4% con un resultado 14% y nuestra investigación tomo un porcentaje de 5% con un resultado de 10%. Para la segunda adición el autor y nosotros tomamos un porcentaje de 6% donde los resultados obtenidos fueron 14,5% del autor y 9.8% por parte nuestra., **demostrando así que un 6% de adición es lo**

**recomendable para fines de nuestra investigación, sin embargo, el autor obtiene un aumento de 3,5% del OMC al mismo porcentaje con respecto a su suelo patrón.**

De los resultados obtenidos del antecedente **Haro et al. (2021)**, se puede apreciar los valores obtenidos, respecto a los resultados de la **máxima densidad seca (MDD)** para el **objetivo específico 4**, cuyas semejanzas son evidentes en los resultados de la **tabla 8**, para el suelo patrón el cual el autor obtuvo una MDD de  $1.936\text{gr/cm}^3$  y de nuestros resultados se obtuvo  $2.00\text{gr/cm}^3$ , por lo que la variación de MDD es mínima para un 3,3% de diferencia entre resultados. Con respecto a la primera adición el autor tomo en consideración un porcentaje de 6% con un resultado  $1,951\text{gr/cm}^3$  y nuestra investigación con el mismo porcentaje dio un resultado de  $2.13\text{gr/cm}^3$ , existiendo así un 9.17% de diferencia mínima. Para la segunda adición el autor tomo en consideración un porcentaje del 8% obteniendo un resultado de  $1.946\text{gr/cm}^3$ , y nuestra investigación tomo un porcentaje de 7% con un resultado de  $2.11\text{gr/cm}^3$ , existiendo así un 8,4% de diferencia mínima, **logrando reconocer que, para ambas situaciones, se obtiene valores más favorables al adicionar un 6%.**

De los resultados obtenidos del antecedente **Haro et al. (2021)**, se puede apreciar los valores obtenidos, respecto a los resultados del **optimo contenido de humedad** para el **objetivo específico 5**, cuyas semejanzas son evidentes en los resultados de la **tabla 9**, para el suelo patrón el cual el autor obtuvo un OMC de 10,51% y de nuestros resultados se obtuvo 10.3%, por lo que la variación de OMC es mínima para un 6,8% de diferencia. Con respecto a la primera adición el autor tomo en consideración un porcentaje de 6% con un resultado 10,66% y nuestra investigación con el mismo porcentaje, un resultado de 9,8%. Para la segunda adición el autor tomo en consideración un porcentaje del 8% obteniendo un resultado de 11,18%, y nuestra investigación tomo un porcentaje de 7% con un resultado de 10.2%, **demostrando así que, para ambos casos, entre 6% y 8%, un 6% de adición es lo recomendable.**

De los resultados obtenidos del antecedente **Haro et al. (2021)**, se puede apreciar los valores obtenidos, respecto a los resultados de la **capacidad de soporte (CBR) al 95%** para el objetivo **específico 6**, cuyas semejanzas son evidentes en los resultados de la **tabla 10**, para el suelo patrón el cual el autor obtuvo un CBR de 18,24% y de nuestros resultados se obtuvo 33.6%. Con respecto a la primera adición el autor tomo en consideración un porcentaje de 6% con un resultado 28,46% y nuestra investigación tomo con el mismo porcentaje obtuvo un resultado de 50,8%. Para la tercera adición el autor tomo en consideración un porcentaje del 8% obteniendo un resultado de 25,78%, y nuestra investigación tomo un porcentaje de 7% con un resultado de 42,9%, **demostrando así que, para ambos casos, en cuanto al mejoramiento del CBR, el porcentaje más óptimo y recomendable es 6%.**

De los resultados obtenidos del antecedente **Gálvez (2023)**, se puede apreciar los valores obtenidos, respecto a los resultados de la **máxima densidad seca (MDD)** para el **objetivo específico 4**, cuyas semejanzas son evidentes en los resultados de la **tabla 8**, para el suelo patrón el cual el autor obtuvo una MDD de 1.90gr/cm<sup>3</sup> y de nuestros resultados se obtuvo 2.00gr/cm<sup>3</sup>, por lo que la variación de MDD es mínima para un 5.26% de diferencia entre resultados. Con respecto a la primera adición el autor tomo en consideración un porcentaje de 5% con un resultado 1,92gr/cm<sup>3</sup> y nuestra investigación con el mismo porcentaje dio un resultado de 2.08gr/cm<sup>3</sup>, existiendo así un 8.3% de diferencia mínima. Para la segunda adición el autor tomo en consideración un porcentaje del 7% obteniendo un resultado de 1.95gr/cm<sup>3</sup>, y nuestra investigación tomo un porcentaje de 6% con un resultado de 2.13gr/cm<sup>3</sup>, existiendo así un 9.2% de diferencia mínima, **logrando reconocer que, para ambas situaciones, se obtiene valores más favorables al adicionar un 7% en el autor y un 6% para nosotros.**

De los resultados obtenidos del antecedente **Gálvez (2023)**, se puede apreciar los valores obtenidos, respecto a los resultados del **óptimo contenido de humedad** para el objetivo **específico 5**, cuyas semejanzas son evidentes en los resultados de la **tabla 9**, para el suelo patrón el cual el autor obtuvo un OMC de 12.37% y de nuestros resultados se obtuvo 10.3%, por lo que la variación de OMC es mínima para un 8.32%

de diferencia. Con respecto a la primera adición el autor tomo en consideración un porcentaje de 5% con un resultado 11.73% y nuestra investigación con el mismo porcentaje, un resultado de 10%. Para la segunda adición el autor tomo en consideración un porcentaje del 7% obteniendo un resultado de 10.77%, y nuestra investigación tomo un porcentaje de 6% con un resultado de 9.8%, **demostrando así que, para ambos casos, se obtiene valores más favorables al adicionar un 7% en el autor y un 6% para nosotros.**

De los resultados obtenidos del antecedente **Gálvez (2023)**, se puede apreciar los valores obtenidos, respecto a los resultados de la **capacidad de soporte (CBR) al 95%** para el objetivo **específico 6**, cuyas semejanzas son evidentes en los resultados de la **tabla 10**, para el suelo patrón el cual el autor obtuvo un CBR de 7.68% y de nuestros resultados se obtuvo 33.6%. Con respecto a la primera adición el autor tomo en consideración un porcentaje de 5% con un resultado 8.03% y nuestra investigación tomo con el mismo porcentaje obtuvo un resultado de 46.3%. Para la segunda adición el autor tomo en consideración un porcentaje del 7% obteniendo un resultado de 8.58%, y nuestra investigación tomo un porcentaje de 6% con un resultado de 50.8%, **demostrando así que, para ambos casos, se obtiene valores más favorables al adicionar un 7% en el autor y un 6% para nosotros.**

## VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados del **objetivo general**, el mejor porcentaje de adición de vidrio triturado a utilizar es del 6% ya que influye de manera positiva en las propiedades físico-mecánicas de nuestro suelo.

2. De acuerdo a los resultados del **objetivo específico 01** no se presentan valores debido a que el vidrio no posee plasticidad y nuestro tipo de suelo SM no presenta plasticidad y no tiene cohesión.

3. De acuerdo a los resultados del **objetivo específico 02** no se presentan valores debido a que el vidrio no posee plasticidad y nuestro tipo de suelo SM no presenta plasticidad y no tiene cohesión.

4. De acuerdo a los resultados del **objetivo específico 03** no se presentan valores debido a que el vidrio no posee plasticidad y nuestro tipo de suelo SM no presenta plasticidad y no tiene cohesión.

5. De acuerdo a los resultados del **objetivo específico 04**, para una mejora en su máxima densidad seca (MDS), el mejor porcentaje de adición de vidrio triturado a utilizar es de 6%, con un valor de  $2.13 \text{ gr/cm}^3$  mejorando así  $0.13 \text{ gr/cm}^3$  en comparación con la MDS del suelo patrón.

6. De acuerdo a los resultados del **objetivo específico 05**, para un óptimo contenido de humedad (OMC), el mejor porcentaje de adición de vidrio triturado a utilizar es de 6%, con un valor de 9.8%, siendo esta una mejora ya que se logra reducir su porcentaje de humedad en un 0.5% respecto al valor del suelo patrón.

7. De acuerdo a los resultados del **objetivo específico 06**, para mejorar la capacidad de soporte, el mejor porcentaje de adición de vidrio triturado a utilizar es de 6%, con un CBR (95%) de 50.8% siendo esta una mejora del 51% con respecto al CBR del suelo patrón.

## VII. RECOMENDACIONES

**Primera:** Según los hallazgos de este estudio, se recomienda emplear un 6% de vidrio triturado reciclado como el porcentaje óptimo para la subrasante. Esto contribuirá de manera positiva a mejorar sus propiedades mecánicas y, al mismo tiempo, aumentará significativamente su Índice de Soporte California (CBR).

**Segunda:** Se recomienda continuar investigando a fondo los materiales reciclables disponibles en nuestra comunidad para su utilización en la mejora de subrasantes. Esto permitirá una posible reducción de los costos económicos asociados al empleo de diversos productos químicos en la estabilización de pavimentos.

**Tercera:** Se recomienda que cuando se lleve a cabo la tarea de triturar el vidrio, se debe utilizar Equipo de Protección Personal (EPP) para resguardar las manos y caras de los investigadores, dado que se ha demostrado que las partículas de vidrio pueden ocasionar problemas en el sistema respiratorio.

**Cuarta:** Se recomienda que, al momento de recolectar las botellas de vidrio, estas sean lavadas y secadas antes de ser trituradas debido a que es posible que alteren la composición del suelo al momento de ser combinados.

**Quinta:** Se recomienda que cuando se aplique el vidrio triturado, se sugiere llevar a cabo una mezcla adecuada con el suelo de fundación que contiene el material adicional, asegurando una compactación efectiva. Esto garantizará la homogeneidad de los materiales y, por ende, se obtendrán mejores resultados en las pruebas de laboratorio.

**Sexta:** Se recomienda que esta investigación debe ser tomada en cuenta como referencia en el caso de buscar mejoras en una subrasante compuesta por suelo arenoso-limoso.

**Séptima:** Se recomienda tomar en consideración la presente investigación como referencia para mejorar el %CBR en suelos arenoso-limosos ya que logra dar como resultado una mejora del 51%.

## REFERENCIAS

ABARCA, L; MARTINEZ, E (2009), “*Diseño de análisis estructural de una trituradora de vidrio para reciclar botellas.*” Enlace: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2409/1/4749.pdf>

AL-TAIE, A; YAGHOUBI, E; WASANTHA P.L.P.; VAN STADEN, R; GUERRIERI, M; FRAGONMEI, S, “*Mechanical and physical properties and cyclic swell-shrink behaviour of expansive clay improved by recycled glass*”, International Journal of Pavement Engineering, 2023. Enlace: <https://doi.org/10.1080/10298436.2023.2204436>

ARIAS, J.; COVINOS, M. (2021), “*Diseño y metodología de la investigación*”, ENFOQUES CONSULTING EIRL.  
Enlace: [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias\\_S2.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf)

ARIAS, J; HOLGADO, J; TAFUR, T; VÁSQUEZ, M (2022), “*Metodología de la Investigación. El método ARIAS para hacer el proyecto de tesis*”, Editorial INUDI.  
Enlace: [https://www.researchgate.net/publication/361375510\\_Metodologia\\_de\\_la\\_Investigacion\\_El\\_metodo\\_ARIAS\\_para\\_hacer\\_el\\_proyecto\\_de\\_tesis](https://www.researchgate.net/publication/361375510_Metodologia_de_la_Investigacion_El_metodo_ARIAS_para_hacer_el_proyecto_de_tesis)

ASTM. (2018). D-7263: “Standard Test Methods for Laboratory Determination of Density (Unit Weight) of Soil Specimens.” Enlace: <https://www.astm.org/d7263-21.html>

CARHUAPOMA, C. Y SÁNCHEZ, J; “*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”, 2021. Enlace: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/656814>

CAMARGO, S; DURAN, J. “Evaluación de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos de baja plasticidad mediante el uso del cemento para capa de rodadura en vías terciarias”. GEOMAVIT (2018) p.23-27. Enlace: <https://hdl.handle.net/11227/7089>

CAMPOS, J. F., & HERNANDEZ, I. C. (2021). “Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021”. Enlace: <https://hdl.handle.net/11537/27990>

GALVEZ, M. (2023). “Efecto de la Adición de Vidrio Pulverizado para la Estabilización de Suelos Arenosos en Subrasante” Tesis de investigación (Universidad Señor de Sipán).

Enlace: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11403>

GONZALEZ D; AUGUSTO C., “Influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, 2022”, Tesis de investigación (Universidad César Vallejo, 2023). Enlace: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/111069>

HARRISON E.; BERENJIAN A. y SEIFAN M, “Recycling of waste glass as aggregate in cement-based materials” Environmental Science and Ecotechnology, vol. 4, 2020. Enlace: <https://doi.org/10.1016/j.es.2020.100064>

ESPINOZA, L. y SANTIMPERI, G., “Uso del vidrio reciclado en la mejora de la estabilización de suelos de la Carretera Tramo Collud – Ventarrón, Pomalca – Lambayeque – 2021”, Tesis de investigación (Universidad César Vallejo, 2021)

Enlace: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/83975>

FERDOUS W; MANALO A; SIDDIQUE R; MENDIS P; WONG H; LOKUGE W; ARAVINTHAN T; SCHUBEL P. *“Recycling of landfill wastes (tyres, plastics and glass) in construction—a review on global waste generation, performance, application and future opportunities.” Resources, Conservation and Recycling*, 2021. Enlace: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105745>

GOWTHAM, S; NAVEENKUMAR, A; RANJITHKUMAR, R; VIJAYAKUMAR, P; SIVARAJA, M. *“Stabilization of Clay Soil by Using Glass and Plastic Waste Powder”*. *International Journal of Engineering and Techniques*” (abril 2018) p. 146 – 150. Enlace: <http://www.ijetjournal.org/Volume4/Issue2/IJET-V4I2P21.pdf>

HARO, L. M. *“Efecto de la adición de Vidrio Reciclado en la estabilización de suelo arenoso en el A.H. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote, Perú”*, Tesis de Investigación - UCV, 2021. Enlace: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60369>

HARO, L; CERNA, M. y VALDIVIESO, A. *“Adición de polvo de vidrio reciclado en la estabilización de suelos en el AA. HH. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote”* (Perú). *Revista Agunkuyâa*. Julio, 2021.

Enlace: <https://revia.areandina.edu.co/index.php/Cc/article/view/1992>

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R Y MENDOZA, C, 2018, *“Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta”*, Editorial Mc Graw Hill Education.

Enlace: <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>

FORERO, J. *“Evaluación estructural de alternativas para mejoramiento de subrasantes en un corredor vial de Bogotá D.C.”* Bogota D.C., 2019.

Enlace: <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3705>

Javed Aaqib y Chakraborty Sudipta. *“Effects of Waste Glass Powder on Subgrade Soil Improvement”*. *World Scientific News*. 19 de marzo del 2020, vol. 144. Enlace: [https://www.researchgate.net/publication/340967394\\_Effects\\_of\\_Waste\\_Glass\\_P](https://www.researchgate.net/publication/340967394_Effects_of_Waste_Glass_P)

[owder on Subgrade Soil Improvement](#)

BOTIA, W. "Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo". Director: José Gerley Cortes. Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería. Bogotá – Colombia, 2015.

JALAL F.; ZAHID A; IQBAL M; NASEEM A y NABIL M; "Sustainable use of soda lime glass powder (SLGP) in expansive soil stabilization" Case Studies in Construction Materials 17 (2022) e01559 7. Enlace: <https://acortar.link/13HHvI>

KABUR, B.P. "Role of calcium chloride and sodium chloride in soil stabilization." Journal of the Indian Roads Congress, 2022.

Enlace: <https://trid.trb.org/view/122086>

KERAMATIKERMAN, M; CHEGENIZADEH, A; KIKRAZ, H. "Soil Stabilization Using Glass Powder" International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology (Marzo 2020) p. 339 - 342. Enlace: <https://ijeast.com/papers/339-342,Tesma411,IJEAST.pdf>

M. A. ABDALLA, T. ENDO, T. MAEGAWA, A. I. MAMEDOV Y N. YAMANAKA, "Effectiveness of organic amendment and application thickness on properties of a sandy soil and sand stabilization", Journal of Arid Environments, vol. 183, 2020

Enlace: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104273>

MAS, M; GARCÍA, E; MARCO, L. y JAIME DE MARCO. "Análisis de la Viabilidad Ambiental de la Utilización de Morteros Fabricados con Polvo de Vidrio en la Estabilización de Suelos". Información tecnológica. 27(5):77-86 2016.

Enlace: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000500010>

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de ensayo de materiales. Lima, Perú, 2016.

Enlace:

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

MOHAJERANI, A., et al., 2017. “*Practical recycling applications of crushed waste glass in construction materials: A review*” *Materiales de construcción y construcción*, 156, 443-467. Enlace: <https://doi.org/10.1016/j.ese.2020.100064>

NATEGH M; EKINCI A; IRAVANI A; FAHRIOGLU A, “Enhancing Clay Soil’s Geotechnical Properties Utilizing Sintered Gypsum and Glass Powder”, *Applied Sciences*, abril 2024.

Enlace: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/12/4961>

NIYOKUMIZA, J; EISAZADEH A; AKAMUMPA J; KIWANUKA M “*Use of waste glass powder in improving the properties of expansive clay soils*”, *Global NEST Journal*, Vol 25, No 3, pp 139-145, 2022.

Enlace: <https://doi.org/10.30955/gnj.004549>

ÑAUPAS,H; VALDIVIA,M; PALACIOS,J; ROMERO,H “*Metodología de la investigación Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis*” edicionesdelau,

Enlace: <https://n9.cl/vnzxwp>

AL-SARAY, SHAFIQU y IBRAHIM, “*Improvement of strength characteristics for sandy soils by polypropylene fibers (PPF)*” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1895, 2021.

Enlace: DOI: [10.1088/1742-6596/1895/1/012016](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1895/1/012016)

NORMA TECNICA PERUANA (NTP 339.129) INACAL 2019

Enlace: <https://www.studocu.com/pe/document/servicio-nacional-de-capitacion-para-la-industria-de-la-construccion/laboratorio-suelos-asfalto-y-concreto/ntp-339-129>

[3391291998-revisada-el-2019-limites-de-atterberg/34415129](https://doi.org/10.35940/ijjeat.A1759.109119)

PARTHIBAN, B; THIRUGNANASAMBANDAM S; "Flexural Behaviour of Geopolymer Concrete Beams using Waste Glass as Coarse Aggregate", International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) ISSN: 2249-8958 (Online), Volume-9 Issue-1, October, 2019. Enlace: [DOI: 10.35940/ijjeat.A1759.109119](https://doi.org/10.35940/ijjeat.A1759.109119)

PERERA S.; ZHU, J.; SABERIAN M.; LIU M.; CAMERON, D.; MAQSOOD TARIQ; LI, J. "Application of glass in subsurface pavement layers: A comprehensive review" School of Engineering, RMIT University, Melbourne 3000, Australia. 2021. Enlace: <https://doi.org/10.3390/su132111825>

TUSHARA Q; SALEHIB S; SANTOS J; ZHANGA G; BHUIYANA M; ARASHPOURB M; GIUSTOZZI F, "Application of recycled crushed glass in road pavement sand pipeline bedding: An integrated environmental evaluation using LCA", Science of the Total Environment (2023)  
Enlace: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163488>

RABAB'AH S; AL HATTAMLEH O; ALDEEKY H; ABU ALFOUL B, "Effect of glass fiber on the properties of expansive soil and its utilization as subgrade reinforcement in pavement applications", Case Studies in Construction Materials, junio 2021.  
Enlace: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509520301571#:~:text=The%20test%20results%20showed%20that,decreases%20the%20free%20s well%20values>

RIZGAR A; SHERWANIA A; HASHIM H; FARAJC R; DARAEIA A. "Strength improvement of expansive soil by utilizing waste glass powder" Case Studies in Construction Materials 13 (2020).

Enlace: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00427>

RODRÍGUEZ, F. “Incorporación de vidrio triturado para mejorar las propiedades físico - mecánicas de suelos arcillosos en la avenida Industrial, Puno – 2021”, Tesis de investigación (Universidad César Vallejo, 2021) Enlace: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74607>

ROSE, J; JOLLY, J; JUNY, M; MARIYA, T., “*Effect of Glass Powder on Engineering Properties of Clayey Soil*”. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) (Mayo 2017) p.228- 231. Enlace: <https://www.ijert.org/research/effect-of-glass-powder-on-engineering-properties-of-clayey-soil-IJERTV6IS050024.pdf>

SABERIAN M; PERERA S; ZHU J; ROYCHAND R; LI J, “*Effect of crushed glass on the mechanical and microstructural behavior of highly expansive clay subgrade*”, Case Studies in Construction Materials, December 2022. Enlace: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01244>

SÁNCHEZ, M.; FERNÁNDEZ, M. y DÍAZ, J (2021). “*Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo.*” Revista Científica UISRAEL. Enlace: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2631-27862021000300107](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-27862021000300107)

SHAIK S; VAGEESH M; MALLIKARJUN H; BHARAMGOUD, B. “*Comparative Study on Soil Stabilization Using Powdered Glass and Sodium Hydroxide Additives*”, IJIRST -International Journal of Innovative Research in Science and Technology| Volume 4 | Number 12 | May 2018. Enlace: <https://www.ijirst.org/articles/IJIRSTV4I12014.pdf>

TAMADHER, A. “*Stabilisation of Silty Clay Soil Using Chloride*” Compounds. Journal of Engineering Science and Technology. [en línea] Vol. 2, n°1, 2007.

Enlace:

<https://jestec.taylors.edu.my/Vol%202%20Issue%201%20April%2007/102-110%20Abood.pdf>

TAMAYO, M. “*El proceso de la investigacion cientifica*”, Editorial Limusa Grupo Noriega Editores, 2018. Enlace:

<https://es.slideshare.net/Moisessilva17/tamayo-mario-el-proceso-de-la-investigacion-cientifica>

TASKIRAN, T. “*Prediction of California bearing ratio (CBR) of fine-grained soils by AI methods. Advances in Engineering Software*”, 2010.

Enlace: <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2010.01.003>

TUSHAR Q; SALEHI S; SANTOS J; ZHANG G; BHUIYAN M, ARASHPOUR M; GIUSTOZZI F. “*Application of recycled crushed glass in road pavements and pipeline bedding: An integrated environmental evaluation using LCA*”, Science of The Total Environment, Julio 2023.

Enlace: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723021071?ref=pdf\\_download&fr=RR-2&rr=8913d585cc7e6e04](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723021071?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=8913d585cc7e6e04)

## ANEXOS

### Anexos 01: Matriz de Consistencia

**Título:** Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasantes en la provincia de Ilo - 2024

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Dimensión	Indicadores	Metodología
¿Cuál es la influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasantes en la provincia de Ilo - 2024?	Analizar la influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasantes en la provincia de Ilo - 2024.	La adición de vidrio triturado influye de manera positiva en las propiedades físico-mecánicas en subrasantes de la provincia de Ilo - 2024.	Adición de vidrio triturado	Dosificación	% patrón % sustitución	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada  <b>Nivel de investigación:</b> Explicativo
<b>Problema específico</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	Variable independiente	Dimensión	Indicadores	<b>Enfoque de investigación:</b> cuantitativo  <b>Diseño de investigación:</b> cuasi-experimental  <b>Método de investigación:</b> deductivo
¿Cuál es la influencia por adición de vidrio triturado en el límite líquido de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024?	Analizar la influencia por adición de vidrio triturado en el límite líquido de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024	La adición de vidrio triturado influye de manera positiva en el límite líquido de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024	Propiedades físicas	Límite líquido	%	<b>Población de investigación:</b> tramo de 2km de una subrasante  <b>Unidad de análisis de investigación:</b> suelo limoso, suelo arenoso  <b>Técnica de investigación:</b> observación directa
¿Cuál es la influencia por adición de vidrio triturado en el límite plástico de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024?	Analizar la influencia por adición de vidrio triturado en el límite plástico de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024	La adición de vidrio triturado influye de manera positiva en el límite plástico de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024		Límite plástico	%	
¿Cuál es la influencia por adición de vidrio triturado en el índice de plasticidad de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024?	Analizar la influencia por adición de vidrio triturado en el índice de plasticidad de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024	La adición de vidrio triturado influye de manera positiva en el índice de plasticidad de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024		Índice de plasticidad	%	
¿Cuál es la influencia por adición de vidrio triturado en la máxima densidad seca de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024?	Analizar la influencia por adición de vidrio triturado en la máxima densidad seca de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024	La adición de vidrio triturado influye de manera positiva en la máxima densidad seca de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024		Máxima densidad seca (MDS)	Gr/cm3	
¿Cuál es la influencia por adición de vidrio triturado en el óptimo contenido de humedad de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024?	Analizar la influencia por adición de vidrio triturado en el óptimo contenido de humedad de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024	La adición de vidrio triturado influye de manera positiva en el óptimo contenido de humedad de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024		Óptimo contenido de humedad (OH)	%	
¿Cuál es la influencia por adición de vidrio triturado en la capacidad de soporte de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024?	Analizar la influencia por adición de vidrio triturado en la capacidad de soporte de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024	La adición de vidrio triturado influye de manera positiva en la capacidad de soporte de una subrasante en la provincia de Ilo - 2024	Propiedades mecánicas	Capacidad de soporte (CBR)	%	

## Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

**Título:** Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasantes en la provincia de Ilo - 2024

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN DE VARIABLES	OPERACIÓN DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	
<b>V.I. ADICION DE VIDRIO TRITURADO</b>	El vidrio triturado es el resultado de someter el vidrio a un proceso de molienda mecánica, que lo reduce a fragmentos con una granulometría que se encuentra por debajo de los <b>5 mm.</b> <i>Según Campos (2021)</i>	Se realizará la adición de vidrio triturado en diferentes proporciones con un porcentaje de patrón y porcentaje de adición.	Dosificación	Porcentaje patrón	
				Porcentaje de adición	
<b>V.D.1. Propiedades físicas</b>	Las propiedades físicas del vidrio triturado, incluida una pequeña rigidez a la deformación, una alta permeabilidad y una alta resistencia al aplastamiento, lo han convertido en un sustituto atractivo de las arenas naturales en aplicaciones geotécnicas. Según <i>Al-Taie (2023)</i>	Desarrollo del ensayo descrito en la norma de MTC E110. (Limite Liquido)	Limite liquido	%	
			Desarrollo del ensayo descrito en la norma de MTC E111. (El límite plástico de los Suelos y el índice de plasticidad)	Limite plástico	%
				Índice de plasticidad	%
			Desarrollo del ensayo descrito en la norma de MTC E115. (Proctor Modificado)	Máxima densidad seca (MDS)	Gr/cm3
Optimo contenido de humedad (OH)	%				
<b>V.D.2. Propiedades mecánicas</b>	El nivel y las dimensiones del vidrio reciclado (VR) en relación a las propiedades mecánicas y el comportamiento de expansión y contracción en las combinaciones que incorporan vidrio reciclado. <i>Según Al-taie (2023)</i>	Desarrollo del ensayo descrito en la norma de MTC E 132. (CBR)	Capacidad de soporte (CBR)	%	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO INGENIERÍA  
CIVIL  
FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO

Objetivo:

Muestra 1	Variable independiente Adición de vidrio triturado			
Variable Dependiente	0%	5%	6%	7%
Limite liquido				
Limite plástico				
Índice de plasticidad				
Máxima densidad seca (MDS)				
Optimo contenido de humedad (OH)				
Capacidad de soporte (CBR) 95%				
Capacidad de soporte (CBR) 100%				

Muestra 2	Variable independiente Adición de vidrio triturado			
Variable Dependiente	0%	5%	6%	7%
Limite liquido				
Limite plástico				
Índice de plasticidad				
Máxima densidad seca (MDS)				
Optimo contenido de humedad (OH)				
Capacidad de soporte (CBR) 95%				
Capacidad de soporte (CBR) 100%				



Muestra 3	<b>Variable independiente</b> Adición de vidrio triturado			
<b>Variable Dependiente</b>	0%	5%	6%	7%
Limite liquido				
Limite plástico				
Índice de plasticidad				
Máxima densidad seca (MDS)				
Optimo contenido de humedad (OH)				
Capacidad de soporte (CBR) 95%				
Capacidad de soporte (CBR) 100%				

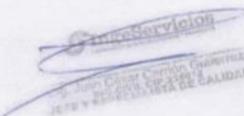
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**INGENIERÍA CIVIL**  
**FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO**

Objetivo:

Muestra 1	Variable independiente Adición de vidrio triturado			
	0%	5%	6%	7%
<b>Variable Dependiente</b>				
Limite liquido	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Limite plástico	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Índice de plasticidad	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Máxima densidad seca (MDS)	2.01	2.08	2.14	2.11
Optimo contenido de humedad (OH)	10.5	9.5	10.0	10.0
Capacidad de soporte (CBR) 95%	32.0	47.4	51.0	43.2
Capacidad de soporte (CBR) 100%	54.0	62.6	67.2	54.6

Muestra 2	Variable independiente Adición de vidrio triturado			
	0%	5%	6%	7%
<b>Variable Dependiente</b>				
Limite liquido	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Limite plástico	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Índice de plasticidad	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Máxima densidad seca (MDS)	1.99	2.07	2.13	2.11
Optimo contenido de humedad (OH)	10.5	10.0	10.0	10.0
Capacidad de soporte (CBR) 95%	29.5	44.6	51.2	43.6
Capacidad de soporte (CBR) 100%	49.5	61.2	64.0	56.2

Muestra 3 Variable Dependiente	Variable independiente Adición de vidrio triturado			
	0%	5%	6%	7%
Limite liquido	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Limite plástico	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Índice de plasticidad	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Máxima densidad seca (MDS)	2.02	2.08	2.13	2.10
Optimo contenido de humedad (OH)	10.0	10.5	9.5	10.5
Capacidad de soporte (CBR) 95%	39.2	47.0	50.3	41.8
Capacidad de soporte (CBR) 100%	56.9	62.6	67.2	53.6

  
 Director General de Servicios  
 Oficina General de Asesoría Jurídica  
 JEFES Y ASISTENTES DE CALIDAD

# ANEXO 04: Certificados de calibración de los equipos de laboratorio

## Anexo 04.01. Certificado de calibración. Balanza 3200gr.

### LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

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



### Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-29313-012 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PX3202-E	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	B849900680	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	SU-E05	
<b>Carga Máxima</b> <i>Maximum load</i>	3200 g	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	INGESERVICIOS S.A.C.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	AV. COLLPA MZA. – LOTE. 08 SEC. PAGO OLANIQUE (50 MTS DE POLLERIA MACHUPICCHU) TACNA - TACNA - CRL. GREG. ALBARRACIN LANCHIPA	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	TACNA	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2023 - 06 - 09	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2023 - 06 - 26	

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**

04

*Number of pages of the certificate and documents attached*

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

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

### Firmas que Autorizan el Certificado

*Signatures Authorizing the Certificate*

  
Téc. Francisco Durán Romero  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

  
Téc. Javier Arnulfo López  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-01 R7.11

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO  
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**DATOS TÉCNICOS**

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Número de Serie</b>	B849900680
<b>Identificación Interna</b>	SU-E05
<b>Resolución</b>	0,01 g
<b>Intervalo Calibrado</b>	1 g a 3200 g
<b>Documento de Referencia</b>	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

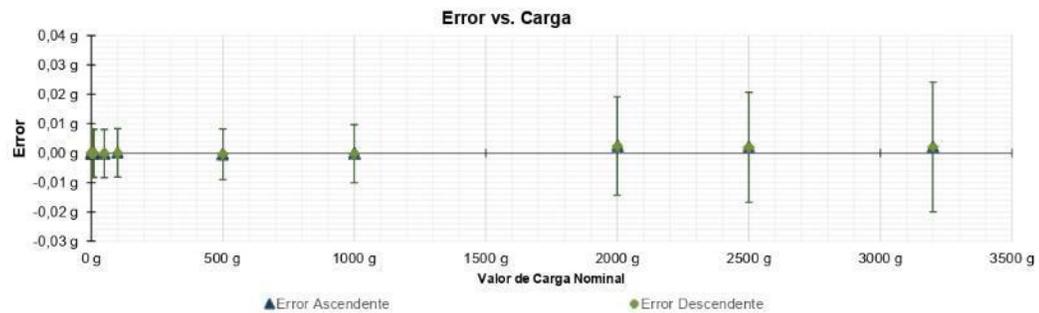
**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

**Tabla 1.**  
 Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	k <sup>1</sup> , p=95,45% ----
1,000 0	1,00	1,00	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
3,000 0	3,00	3,00	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
5,000 1	5,00	5,00	- 0,000 1	- 0,000 1	0,008 2	2,01
10,000 0	10,00	10,00	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
50,000 1	50,00	50,00	- 0,000 1	- 0,000 1	0,008 2	2,01
99,999 9	100,00	100,00	0,000 1	0,000 1	0,008 2	2,01
500,000 4	500,00	500,00	- 0,000 4	- 0,000 4	0,008 6	2,01
1 000,000 2	1 000,00	1 000,00	- 0,000 2	- 0,000 2	0,009 9	2,00
1 999,998	2 000,00	2 000,00	0,002	0,002	0,017	2,00
2 499,998	2 500,00	2 500,00	0,002	0,002	0,019	2,00
3 199,998	3 200,00	3 200,00	0,002	0,002	0,022	2,01



**Figura 1.** Gráfica para el ensayo de error de indicación.

<sup>1</sup> Factor de cobertura  
 LM-PC-24-F-01 R7.11

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)**

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

**Tabla 2.**

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

<b>Valor Nominal de la Carga</b> 1100 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
----	g	g
1	1100,01	-----
2	1100,00	-0,01
3	1100,01	0,00
4	1100,01	0,00
5	1100,01	0,00
<b>Diferencia máxima respecto al centro</b>		<b>0,01</b>

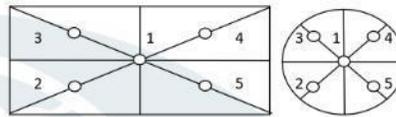


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

**Tabla 3.**

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	1600 g	3200 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	1600,01	3200,00
2	1600,01	3200,00
3	1600,01	3200,00
4	1600,01	3200,00
5	1600,01	3200,00
6	1600,01	3200,00
7	1600,01	3200,00
8	1600,01	3200,00
9	1600,01	3200,00
10	1600,01	3200,00
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,000 0 g</b>	<b>0,000 0 g</b>

**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la calibración fue LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, INGERSERVICIOS S.A.C.; TACNA. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

<b>Temperatura Máxima:</b>	23,9 °C	<b>Temperatura Mínima:</b>	22,2 °C
<b>Humedad Máxima:</b>	55 % HR	<b>Humedad Mínima:</b>	50 % HR
<b>Presión Barométrica Máxima:</b>	1002,3 hPa	<b>Presión Barométrica Mínima:</b>	1001,1 hPa

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura  $R$ , y también obtener su incertidumbre expandida  $U_R$ .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde  $R$  es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 5,97 E-07 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,67 E-05 + 9,78 E-11 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor  $k = 2$ , que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de  $k$  en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

**TRAZABILIDAD**

El/Los certificado(s) reportados(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-28610-002 Pinzuar CAP-288-23 WR Laboratorios	2023-03-17 2023-03-17

**OBSERVACIONES**

- Se usa la coma como separador decimal
- Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
- Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
- Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-29313-012**

Fin del Certificado

LM-PC-24-F-01 R7.11

## Anexo 04.02. Certificado de calibración. Balanza 6200gr.

### LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

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



### Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-29313-003 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Page / Pág 1 de 4

**Equipo** INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO

*Instrument*

**Fabricante** OHAUS

*Manufacturer*

**Modelo** NVT6201

*Model*

**Número de Serie** 8340225181

*Serial Number*

**Identificación Interna** SU-E06

*Internal Identification*

**Carga Máxima** 6200 g

*Maximum load*

**Solicitante** INGESERVICIOS S.A.C.

*Customer*

**Dirección** AV. COLLPA MZA. -- LOTE. 08 SEC. PAGO  
OLANIQUE (50 MTS DE POLLERIA MACHUPICCHU)  
TACNA - TACNA - CRL. GREG. ALBARRACIN  
LANCHIPA

*Address*

**Ciudad** TACNA

*City*

**Fecha de Calibración** 2023 - 06 - 07

*Date of calibration*

**Fecha de Emisión** 2023 - 06 - 26

*Date of issue*

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

*The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**

*Number of pages of the certificate and documents attached*

04

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

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

### Firmas que Autorizan el Certificado

*Signatures Authorizing the Certificate*

Tcg. Francisco Durán Romero  
Métrólogo Laboratorio de Metrología

Tcg. Jaiver Arnulfo López  
Métrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-01 R 7.11

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

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



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
 11-LAC-004

**M-29313-003 R0**

Page / Pág. 2 de 4

**DATOS TÉCNICOS**

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Número de Serie</b>	8340225181
<b>Identificación Interna</b>	SU-E06
<b>Resolución</b>	0,1 g
<b>Intervalo Calibrado</b>	1 g a 6200 g
<b>Documento de Referencia</b>	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

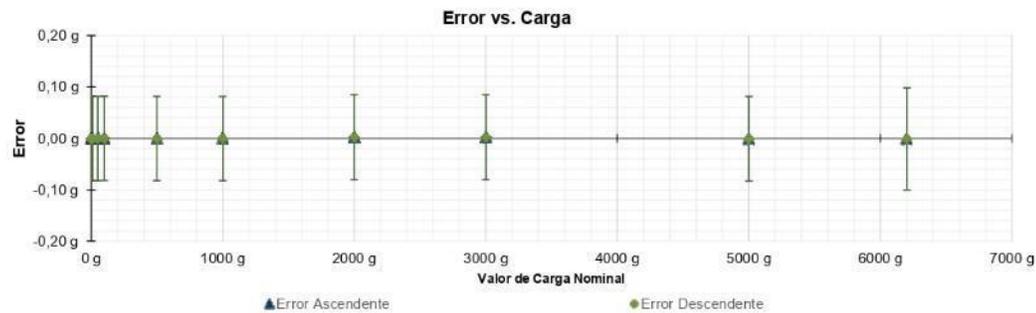
**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

**Tabla 1.**  
 Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	k <sup>1</sup> , p=95,45% ----
1,000	1,0	1,0	0,000	0,000	0,082	2,01
5,000	5,0	5,0	0,000	0,000	0,082	2,01
10,000	10,0	10,0	0,000	0,000	0,082	2,01
50,000	50,0	50,0	0,000	0,000	0,082	2,01
100,000	100,0	100,0	0,000	0,000	0,082	2,01
500,000	500,0	500,0	0,000	0,000	0,082	2,01
1 000,000	1 000,0	1 000,0	0,000	0,000	0,082	2,01
1 999,998	2 000,0	2 000,0	0,002	0,002	0,083	2,01
2 999,998	3 000,0	3 000,0	0,002	0,002	0,083	2,01
5 000,001	5 000,0	5 000,0	-0,001	-0,001	0,082	2,01
6 200,001	6 200,0	6 200,0	-0,001	-0,001	0,099	2,01



**Figura 1.** Gráfica para el ensayo de error de indicación.

<sup>1</sup> Factor de cobertura  
 LM-PC-24-F-01 R7.11

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)**

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

**Tabla 2.**

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia:

<b>Valor Nominal de la Carga</b> 2100 g		
<b>Posición</b>	<b>Indicación del Instrumento</b>	<b>Diferencia Respecto al Centro</b>
----	<b>g</b>	<b>g</b>
1	2 100,0	-----
2	2 100,0	0,0
3	2 100,0	0,0
4	2 100,0	0,0
5	2 100,0	0,0
<b>Diferencia máxima respecto al centro</b>		<b>0,0</b>

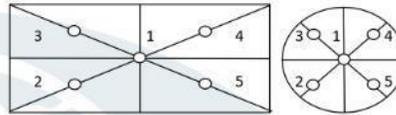


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

**Tabla 3.**

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

<b>Cantidad de Repeticiones</b>	<b>Valor Nominal de las Cargas</b>	
	<b>3100 g</b>	<b>6200 g</b>
	<b>Indicación del Instrumento</b>	<b>Indicación del Instrumento</b>
1	3 100,0	6 200,0
2	3 100,0	6 200,0
3	3 100,0	6 200,0
4	3 100,0	6 200,0
5	3 100,0	6 200,0
6	3 100,0	6 200,0
7	3 100,0	6 200,0
8	3 100,0	6 200,0
9	3 100,0	6 200,0
10	3 100,0	6 200,0
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,000 g</b>	<b>0,000 g</b>

**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la calibración fue LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, INGERSERVICIOS S.A.C.; TACNA. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

<b>Temperatura Máxima:</b>	23,8 °C	<b>Temperatura Mínima:</b>	21,5 °C
<b>Humedad Máxima:</b>	50 % HR	<b>Humedad Mínima:</b>	48 % HR
<b>Presión Barométrica Máxima:</b>	1002,3 hPa	<b>Presión Barométrica Mínima:</b>	1001,1 hPa

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

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



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-004

**M-29313-003 R0**

Page / Pág. 4 de 4

---

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**


---

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

---

**INFORMACIÓN ADICIONAL**


---

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura  $R$ , y también obtener su incertidumbre expandida  $U_R$ .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde  $R$  es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = -1,91 E-09 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,67 E-03 + 8,49 E-10 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor  $k = 2$ , que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de  $k$  en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

---

**TRAZABILIDAD**


---

El/Los certificado(s) reportados(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-28610-002 Pinzuar CAP-288-23 WR Laboratorios	2023-03-17 2023-03-17

---

**OBSERVACIONES**


---

- Se usa la coma como separador decimal
- Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
- Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
- Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-29313-003**

Fin del Certificado

LM-PC-24-F-01 R7.11

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

## Anexo 04.03. Certificado de calibración. Cazuela Casagrande

### LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquin - Bellavista - Callao  
(+51 1) 562 1263 Cel: 986 654 547 - 943 827 118  
www.pinzuar.com.co

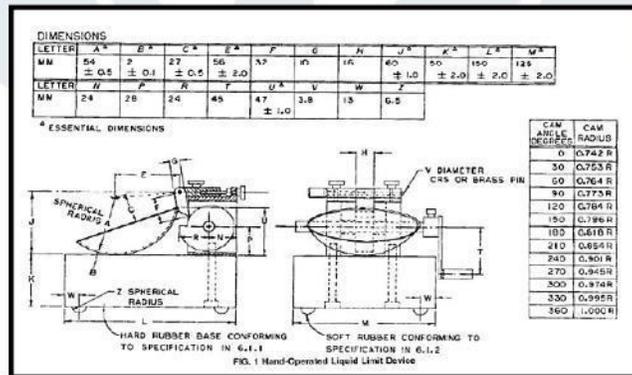


### Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología

NA-6803-004 R0

Página 1 de 2

- FECHA DE EMISIÓN** : 2023-07-03
- 1. SOLICITANTE** : INGESERVICIOS S.A.C.
- DIRECCIÓN** : AV. COLLPA MZA- LOTE 08 SEC. PAGO OLANIQUE TACNA - TACNA - CRL. GREG. ALBARRACIN LANCHIPA
- 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : CAZUELA CASAGRANDE DIGITAL
- MARCA** : TECNICAS CP      **PROCEDENCIA** : NO INDICA  
**MODELO** : TCP 005      **IDENTIFICACIÓN** : SU-E10  
**NÚMERO DE SERIE** : 120      **TIPO** : ANALOGICA  
**FECHA DE CALIBRACIÓN** : 20/06/2023
- 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**  
Procedimiento de medición del dimensionamiento del equipo con patrones calibrados acreditados por PINZUAR LTDA.
- 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó en el Laboratorio de Metrología de Pinzuar Ltda. Sucursal del Perú. Calle Ricardo Palma N° 998 Urb. San Joaquin Bellavista - Callao.
- 5. OBSERVACIONES**  
El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / MTC E 110-2000 / NTP 339.129
- 6. REFERENCIAS DE MEDICIÓN**      **ASTMD 4318**



**Felix Jaramillo Castillo**  
Metrólogo del Laboratorio de Metrología.

TRAZABILIDAD: Pinzuar Ltda. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.**

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao  
 (+51 1) 562 1263 Cel: 986 654 547 - 943 827 118  
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

## Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología

NA-6803-004 R0

Página 2 de 2

### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19,9 °C	19,9 °C
Humedad Relativa	55,0 %h.r.	52,0 %h.r.

### 6. TRAZABILIDAD

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

Equipo de Medición	Código de Identificación	Certificado de Calibración
Pie de Rey de 300 mm- Interiores	025201P	L-19393-005
Pie de rey de 150 mm- Exteriores	025202P	L-23351-001
Profundimetro Digital de 150 mm	025204P	L-20171-002
Balanza Digital 6200 g x 0,01 g	021202P	LCM-235-2020
Medidor de Resistencia (Rebote) - ASTM	024202P	No aplica

### 7. RESULTADOS

Mediciones realizadas en partes donde indiquen una tolerancia.  
 Los resultados son el promedio realizado de 5 mediciones

CARACTERÍSTICAS	Resultado	Incertidumbre
Peso de la copa y el soporte	2388,05 g	0,100 g
Distancia del eje de rotación al eje central de la copa	55,05 mm	0,000 mm
Espesor de la copa	2,08 mm	0,000 mm
Profundidad de la copa	30,47 mm	0,058 mm
Altura de la base	58,06 mm	0,060 mm
Ancho de la base	125,74 mm	0,020 mm
Longitud de la base	149,05 mm	0,050 mm

CARACTERÍSTICAS	Resultado	Incertidumbre	Tolerancia
Resiliencia de la base	8,125 in	0,054 in	7,7 in a 9,0 in

### 8. OBSERVACIONES

- Se ajusto la altura de caída de la copa debido a que era mayor a 10 mm
- A solicitud del cliente se solicitó el ensayo de resiliencia a la base

-----  
 Fin del Certificado

## Anexo 04.04. Certificado de calibración. Horno Eléctrico

### LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

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



### Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

T-29313-005 R0

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	AYA INSTRUMENTS	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	STHX-3A	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	201023	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	CA-E05	
<b>Intervalo de Medición</b> <i>Measurement Range</i>	40 °C a 200 °C	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	INGESERVICIOS S.A.C.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	AV. COLLPA MZA. -- LOTE. 08 SEC. PAGO OLANIQUE (50 MTS DE POLLERIA MACHUPIICCHU) TACNA - TACNA - CRL. GREG. ALBARRACIN LANCHIPA	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	TACNA	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of Calibration</i>	2023 - 06 - 09	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of Issue</i>	2023 - 06 - 27	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

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

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

#### Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

Tegn Andrés Molina Ruiz  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-21-F-01 R0.1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO  
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**DATOS TÉCNICOS**

**Método Empleado** Comparación Directa  
**Resolución** 0,1 °C  
**Volumen Útil** 179,6 L (Alto: 0,5 m, Ancho:0,63 m, Profundo:0,57 m) Ver Figura 1.  
**Documento de Referencia** DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken Ausgabe 09/2018

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se establece que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas definidas del Metodo A) Calibración realizada en el volumen útil abarcado por la ubicación de los sensores en un medio isotermo aire sin carga

**Tabla 1.**  
 Resultados de la medición de temperatura en posición de referencia

Set Point <sup>1</sup>	Indicación Promedio del Patrón	Indicación Promedio del IBC	Corrección a la Indicación	Incertidumbre Expandida U	k <sub>p=95,45%</sub>
°C	°C	°C	°C	°C	----
60,0	62,1	60,0	2,1	1,6	2,01
110,0	117,8	110,0	7,8	4,6	2,01

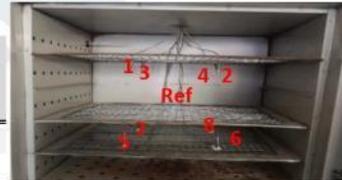


Figura 1. Posición de cada sensor.

**Tabla 2.**  
 Resultados de la caracterización del volumen del IBC para 60 °C

Set Point <sup>1</sup>	Uniformidad <sup>3</sup>	Estabilidad <sup>2</sup>	Efecto de Radiación <sup>4</sup>	Efecto de Carga <sup>5</sup>
°C	°C	°C	°C	°C
60,0	1,102	0,224	0,791	No Aplica

**Tabla 3.**  
 Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 60 °C

Posición de Referencia	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
62,14	62,37	61,12	61,18	61,59	61,74	63,24	61,57	61,91

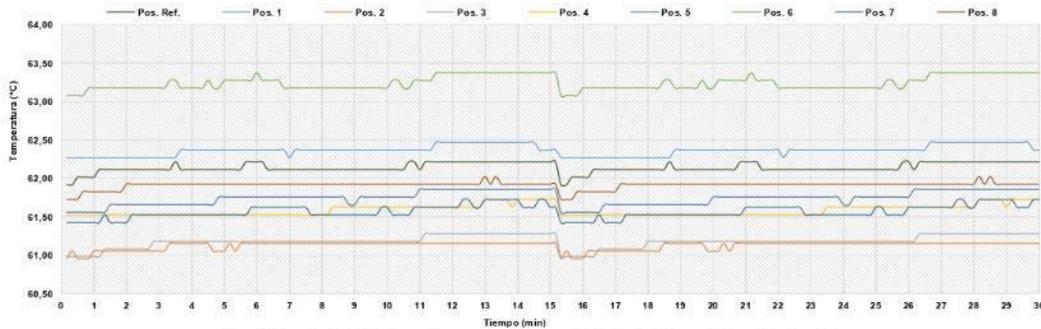


Figura 2. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

LM-PC-21-F-01 R6.1

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

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



ISO/IEC 17025:2017  
 11-LAC-004

**T-29313-005 RO**

Page / Pág. 3 de 4

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)**

**Tabla 4.**  
 Resultados de la caracterización del volumen del IBC para 110 °C

Set Point <sup>1</sup>	Uniformidad <sup>3</sup>	Estabilidad <sup>2</sup>	Efecto de Radiación <sup>4</sup>	Efecto de Carga <sup>5</sup>
°C	°C	°C	°C	°C
110,0	3,910	0,191	0,693	No Aplica

**Tabla 5.**  
 Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 110 °C

Posición de Referencia	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
117,82	118,83	119,93	121,73	117,65	115,14	115,46	117,95	117,97

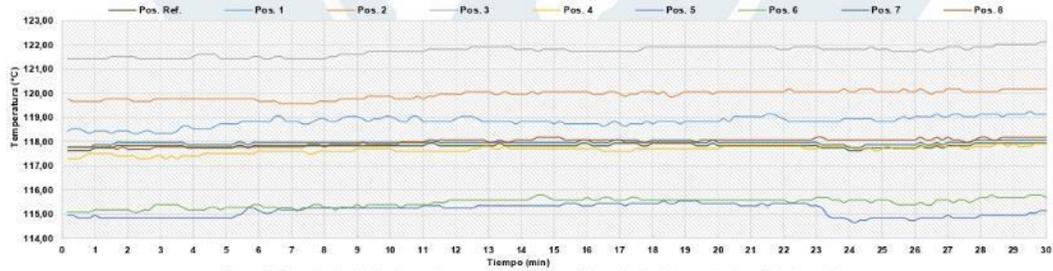


Figura 3. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

LM-PC-21-F-01 R0.1

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

## LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

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



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-004

T-29313-005 R0

Page / Pág 4 de 4

### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

#### Definiciones

- <sup>1</sup> Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- <sup>2</sup> Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor o igual a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- <sup>3</sup> Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia.
- <sup>4</sup> Aplica para medios isotermos con aire como fluido y corresponde al intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire medida con un termómetro que está protegido contra la influencia con un escudo.
- <sup>6</sup> Aplica para medios isotermos con aire como fluido y corresponde a la máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Esta prueba se ejecuta según acuerdo previo con el cliente.

#### CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de calibración fue LABORATORIO MECANICA DE SUELOS ; INGESERVICIOS S.A.C. ; TACNA . Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima	20,4 °C	Humedad Máxima	54 %HR
Temperatura Mínima	20,2 °C	Humedad Mínima	52 %HR

#### INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95 % y no menor a este valor. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

#### TRAZABILIDAD

El/Los resultado(s) reportado(s) en este certificado(s) de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrologico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado (s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.")



Equipo	Certificado de Calibración
Termómetro Digital Multicanal	T-27401-003 R0 de Pinzuar

#### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. El número de puntos de calibración, cantidad de sensores y ubicación son acordados y aceptados por el cliente.
3. El volumen útil o zona de trabajo donde es válida la caracterización es acordada con el cliente.
4. Se adjunta la etiqueta de calibración **No. T-29313-005**

Fin del Documento

LMPC-21-F-01 R9.1

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

## Anexo 04.05. Certificado de calibración. Prensa CBR

### LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

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



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-004

### Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-29313-039 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	TAMIEQUIPOS
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	TCD-615
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	775
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	SU-E37
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	5000 kgf
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	INGESERVICIOS S.A.C.
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	AV. COLLPA MZA. -- LOTE. 08 SEC. PAGO OLANIQUE
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	TACNA - TACNA - CRL. GREG. ALBARRACIN LANCHIPA
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2023 - 06 - 06
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2023 - 06 - 21

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

*The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**

06

*Number of pages of the certificate and documents attached*

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

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

### Firmas que Autorizan el Certificado

*Signatures Authorizing the Certificate*

  
Ing. Sergio Iván Martínez  
*Director Laboratorio de Metrología*

  
Tecg. Jaiver López Poveda  
*Metrologo Laboratorio de Metrología*

LMPC-057-01 R12.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO  
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

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



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-004

**F-29313-039 R0**

Pág. 2 de 6

**DATOS TÉCNICOS**

**Máquina de Ensayo Bajo Calibración**

<b>Clase</b>	No Identificable
<b>Dirección de Carga</b>	Compresión
<b>Tipo de Indicación</b>	Digital
<b>División de Escala</b>	0,1 kgf
<b>Resolución</b>	0,1 kgf
<b>Intervalo de Medición Calibrado</b>	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.
<b>Límite Inferior de la Escala</b>	10 kgf

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

**Tabla 1.**  
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S <sub>1,2 y 3</sub> kgf
		S <sub>1</sub> Ascendente kgf	S <sub>2</sub> Ascendente kgf	S <sub>2</sub> ' No Aplica ----	S <sub>3</sub> Ascendente kgf	S <sub>4</sub> No Aplica ----	
%	kgf						
20	1 000,0	1 002,1	1 001,9	----	1 001,9	----	1 002,0
30	1 500,0	1 502,1	1 502,1	----	1 501,6	----	1 501,9
40	2 000,0	2 002,0	2 001,7	----	2 001,9	----	2 001,9
50	2 500,0	2 502,1	2 502,2	----	2 502,4	----	2 502,2
60	3 000,0	3 002,1	3 001,9	----	3 001,9	----	3 002,0
70	3 500,0	3 502,1	3 502,0	----	3 502,4	----	3 502,2
80	4 000,0	4 001,9	4 002,5	----	4 002,4	----	4 002,3
90	4 500,0	4 503,0	4 502,7	----	4 502,7	----	4 502,8
100	5 000,0	5 003,1	5 003,6	----	5 003,1	----	5 003,3

LM-PC-05-F-01 R12.6

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 2.**

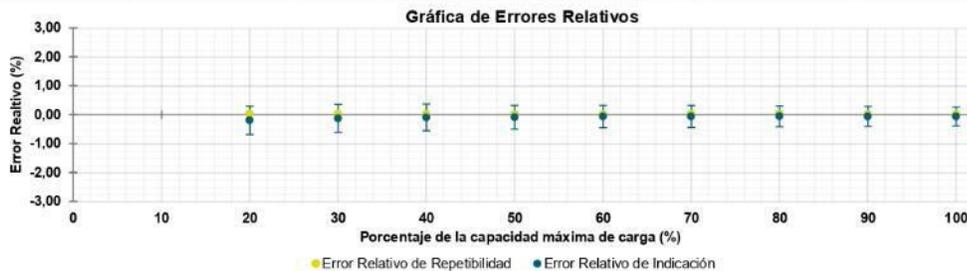
Error realtivo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medicion a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,002	0,002	----	0,002	----

**Tabla 3.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC %	Indicación kgf	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$ ----
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kgf	%	
20	1 000,0	-0,20	0,03	----	0,010	4,9	0,49	2,01
30	1 500,0	-0,13	0,03	----	0,007	7,2	0,48	2,01
40	2 000,0	-0,09	0,02	----	0,005	9,2	0,46	2,01
50	2 500,0	-0,09	0,01	----	0,004	10	0,41	2,01
60	3 000,0	-0,07	0,01	----	0,003	12	0,39	2,01
70	3 500,0	-0,06	0,01	----	0,003	13	0,38	2,01
80	4 000,0	-0,06	0,01	----	0,003	14	0,36	2,01
90	4 500,0	-0,06	0,01	----	0,002	16	0,35	2,01
100	5 000,0	-0,07	0,01	----	0,002	16	0,32	2,01



**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO DE CONCRETO AREA DE ROTURA de la empresa INGESERVICIOS S.A.C. ubicada en TACNA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

<b>Temperatura Ambiente Máxima:</b>	23,0 °C	<b>Temperatura Ambiente Mínima:</b>	20,9 °C
<b>Humedad Relativa Máxima:</b>	55 % HR	<b>Humedad Relativa Mínima:</b>	52 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.6

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

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



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-004

**F-29313-039 R0**

Pág. 4 de 6

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 4.**

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R<sup>2</sup>, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	---	R <sup>2</sup>
1,50952 E00	1,00071 E00	-3,35680 E-07	5,30572 E-11		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kgf) es la fuerza calculada y X (kgf) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

**Tabla 5.**

Valores calculados en función de la fuerza aplicada ( kgf )

Indicación kgf	0,0	50,0	100,0	150,0	200,0
500,0	501,79	551,81	601,83	651,84	701,86
750,0	751,88	801,89	851,90	901,92	951,93
1 000,0	1 001,9	1 051,9	1 102,0	1 152,0	1 202,0
1 250,0	1 252,0	1 302,0	1 352,0	1 402,0	1 452,0
1 500,0	1 502,0	1 552,0	1 602,0	1 652,0	1 702,0
1 750,0	1 752,0	1 802,0	1 852,0	1 902,0	1 952,0
2 000,0	2 002,0	2 052,0	2 102,0	2 152,0	2 202,0
2 250,0	2 252,0	2 302,0	2 352,0	2 402,0	2 452,0
2 500,0	2 502,0	2 552,0	2 602,0	2 652,0	2 702,0
2 750,0	2 752,0	2 802,0	2 852,0	2 902,0	2 952,0
3 000,0	3 002,1	3 052,1	3 102,1	3 152,1	3 202,1
3 250,0	3 252,1	3 302,1	3 352,1	3 402,1	3 452,1
3 500,0	3 502,2	3 552,2	3 602,2	3 652,2	3 702,2
3 750,0	3 752,2	3 802,3	3 852,3	3 902,3	3 952,3
4 000,0	4 002,4	4 052,4	4 102,4	4 152,5	4 202,5
4 250,0	4 252,5	4 302,6	4 352,6	4 402,7	4 452,7
4 500,0	4 502,7	4 552,8	4 602,8	4 652,9	4 702,9
4 750,0	4 753,0	4 803,1	4 853,1	4 903,2	4 953,2
5 000,0	5 003,3				

**Tabla 6.**

Valores Residuales

Indicación del IBC kgf	Promedio S1, 2 y 3 kgf	Por Interpolación kgf	Residuales kgf
1 000,0	1 002,0	1 001,9	0,0
1 500,0	1 501,9	1 502,0	0,1
2 000,0	2 001,9	2 002,0	0,1
2 500,0	2 502,2	2 502,0	-0,2
3 000,0	3 002,0	3 002,1	0,1
3 500,0	3 502,2	3 502,2	0,0
4 000,0	4 002,3	4 002,4	0,1
4 500,0	4 502,8	4 502,7	-0,1
5 000,0	5 003,3	5 003,3	0,0

LM-PC-05-F-01 R12.6

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

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



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-004

**F-29313-039 RO**

Pág. 5 de 6

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los cálculos fue: (kN) a (N) = 1 000, , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

**Tabla 7.**

Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kN

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S <sub>1, 2 y 3</sub> kN
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>2'</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	kN	
	Ascendente	Ascendente	No Aplica	Ascendente	No Aplica		
%	kN	kN	kN	----	kN	----	
20	9,806 7	9,827 7	9,825 2	----	9,825 5	----	9,826 1
30	14,710	14,730	14,730	----	14,726	----	14,729
40	19,613	19,633	19,630	----	19,632	----	19,632
50	24,517	24,537	24,538	----	24,540	----	24,539
60	29,420	29,440	29,438	----	29,439	----	29,439
70	34,323	34,344	34,343	----	34,347	----	34,345
80	39,227	39,245	39,251	----	39,250	----	39,249
90	44,130	44,159	44,157	----	44,156	----	44,157
100	49,033	49,064	49,069	----	49,064	----	49,065

**Tabla 8.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Carga Aplicada	Errores Relativos				Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		k <sub>p=95%</sub> ----
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	%		kN	%	
	q %	b %	v %					
%	kN	%	%	%	kN	%	----	
20	9,806 7	-0,20	0,03	----	0,010	0,048	0,49	2,01
30	14,710	-0,13	0,03	----	0,007	0,071	0,48	2,01
40	19,613	-0,09	0,02	----	0,005	0,090	0,46	2,01
50	24,517	-0,09	0,01	----	0,004	0,100	0,41	2,01
60	29,420	-0,07	0,01	----	0,003	0,11	0,39	2,01
70	34,323	-0,06	0,01	----	0,003	0,13	0,38	2,01
80	39,227	-0,06	0,01	----	0,003	0,14	0,36	2,01
90	44,130	-0,06	0,01	----	0,002	0,15	0,35	2,01
100	49,033	-0,07	0,01	----	0,002	0,16	0,32	2,01

LM-PC-05-F-01 R126

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

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



ISO/IEC 17025:2017  
 11-LAC-004

**F-29313-039 R0**

Pág. 6 de 6

---

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**


---

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2,013$  y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

---

**TRAZABILIDAD**


---

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metroológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.


**Instrumento Patrón**

<b>Instrumento</b>	Transductor de Fuerza de 50 kN.
<b>Modelo</b>	TCETM.
<b>Clase</b>	0.0
<b>Número de Serie</b>	930056
<b>Certificado de Calibración</b>	6091 del INM.
<b>Próxima Calibración</b>	2024-08.

---

**CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO**


---

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

\*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

---

**OBSERVACIONES**


---

- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-29313-039

*Fin del Certificado*

LM-PC-05-F-01 R12.6

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

# ANEXO 05: Ensayo de laboratorio de suelos

## Anexo 05.01. Ensayo Granulométrico



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-05-04R/Abril 2022/Rev.00

---

**INFORME DE ENSAYO**  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

---

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
NTP 339.128

---

**INFORME N°:** LSCP - 23 - 001

**PROYECTO:** Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

**SOLICITANTE:** Bach. Condoni Charbi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mameni, Helifer Joel Alexander

**DIRECCIÓN:** -

**UBICACIÓN:** Ilo - Ilo - Moquegua

**MUESTRA:** -

**ENSAYADO EN:** Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

**Código de Muestra:** MI-CONV-S1

**Datos adicionales:** -

**Datos del muestreo:** Muestreo realizado por el CLIENTE.

**DIRECCIÓN DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Otanique Distrito de Gregorio**  
**LABORATORIO:** Abarradín - Tacna

**RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 13 de Diciembre de 2023

**EJECUCIÓN DE ENSAYO:** 14 de Diciembre de 2023

**EMISIÓN DE INFORME:** 30 de Diciembre de 2023

**Material:** Suelo de fundación

**Condición inicial:** Alterada

**Tamaño Máximo de las Partículas:** 2 1/2"

---

Tamices ASTM	Apertura mm	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Material Obtenido
3"	75.000	0.00	0.00	100.00	Grava
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	8.55	8.55	91.45	
1 1/2"	37.500	5.40	13.95	86.05	
1"	25.000	9.56	23.51	76.49	
3/4"	19.000	3.77	27.28	72.72	
1/2"	12.500	6.90	34.18	65.82	
3/8"	9.500	3.50	37.68	62.32	
Nº 4	4.750	8.04	45.72	54.28	
Nº 10	2.000	7.18	52.91	47.09	
Nº 20	0.850	6.44	59.34	40.66	
Nº 40	0.425	5.26	64.60	35.40	
Nº 60	0.250	4.17	68.78	31.22	
Nº 140	0.106	13.50	82.27	17.73	
Nº 200	0.075	2.40	84.68	15.32	

**Fraciones**

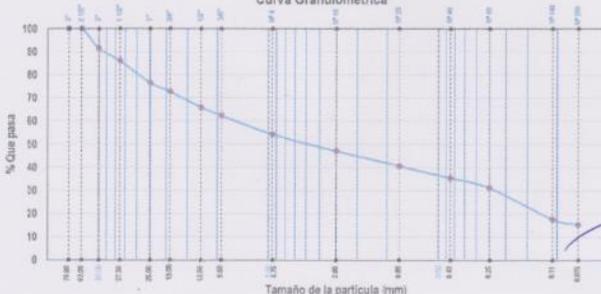
Gravas (%)	45.7
Arenas (%)	54.28
Arena Gruesa (%)	13.62
Arena Media (%)	5.26
Arena Fina (%)	20.08
Fines (%)	15.32

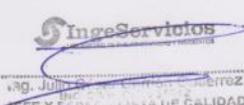
**Características**

Díametro efectivo (D <sub>10</sub> ) (mm)	7.63
Díametro efectivo (D <sub>60</sub> ) (mm)	0.23
Díametro efectivo (D <sub>50</sub> ) (mm)	-
Coefficiente curvatura (Cu)	-
Coefficiente uniformidad (Cu)	-
Error del ensayo (%)	0.000

---

**Curva Granulométrica**





**Ing. Julio Cesar Alvarado Cordero**  
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

---

**Observación:**  
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.

---

- FIN DE INFORME -

---

- Esta firmantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Colpa N° 8, sector Pago Otanique  
Distrito de Gregorio Abarradín - Tacna

**Contacto:** 052264869 - 955668070  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe

**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20449438534

## Anexo 05.02. Límites de Atterberg

Ensayo para determinar el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad

**Muestra N°1 de suelo patrón + 0% de adición de vidrio triturado.**



**IngeServicios SAC**  
Laboratorio de suelos, concreto y pavimentos

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía, eficiencia y seguridad

---

**INFORME DE ENSAYO**  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

PRP-06-DSR/Abril 2022/Rev.00

Página: 1 de 1

---

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. NTP 339.129**

---

**INFORME N°:** LSCP - 23 - 014

**PROYECTO:** Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

**SOLICITANTE:** Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heifer Joel Alexander

**DIRECCIÓN:** -

**UBICACIÓN:** Ilo - Ilo - Moquegua

**MUESTRA:** Suelo de fundación (Subrasante)

**ENSAYADO EN:** Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

**Código de Muestra:** M1-CONV-S1

**Datos adicionales:** Muestra N°1

**Datos del muestreo:** El muestreo fue realizado por el CLIENTE

**DIRECCION DE:** Av. Colpa N° 8, sector Pago Otanique Distrito de

**LABORATORIO:** Gregorio Albarracín - Tacna

**RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 13 de Diciembre de 2023

**EJECUCIÓN DE ENSAYO:** 14 de Diciembre de 2023

**EMISIÓN DE INFORME:** 30 de Diciembre de 2023

**Material:** Suelo de fundación

**Condición inicial:** Muestra alterada

**Preparación muestra:** Pasante malla N° 40

---

**LÍMITE LÍQUIDO**

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LL-1	LL-2	LL-3
N° Golpes	-	-	-
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

**Límite Líquido**



---

**LÍMITE PLÁSTICO**

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LP-1	LP-2	LP-3
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

**RESULTADOS**

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

---

**Observación:**

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante
- El material de fundación no presenta Límite líquido y límite plástico.
- La muestra se seco al aire.

---

**- FIN DE INFORME -**

- Esta firmantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Colpa N° 8, sector Pago Otanique  
Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

**Contacto:** 052284898 - 955668070  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe

**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20449436834



**Ing. Julio Cesar Cortizo**  
ING. CIVIL, CIP-235012  
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

# Muestra N°2 de suelo patrón + 0% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-05R/Abril 2022/Rev.00

**INFORME DE ENSAYO**  
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página 1 de 1

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. NTP 339.129

**INFORME N°:** LSCP - 23 - 015

**DIRECCION DE LABORATORIO:** Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

**PROYECTO:** Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

**SOLICITANTE:** Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Maimani, Heffer Joel Alexander

**DIRECCIÓN:** -

**UBICACIÓN:** Ilo - Ilo - Moquegua

**MUESTRA:** Suelo de fundación (Subrasante)

**ENSAYADO EN:** Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

**RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 13 de Diciembre de 2023

**EJECUCIÓN DE ENSAYO:** 14 de Diciembre de 2023

**EMISIÓN DE INFORME:** 30 de Diciembre de 2023

**Código de Muestra:** M2-CONV-S2

**Datos adicionales:** Muestra N°2

**Datos del muestreo:** El muestreo fue realizado por el CLIENTE.

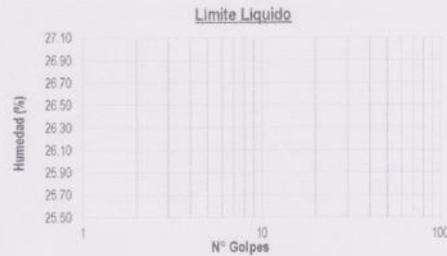
**Material:** Suelo de fundación

**Condición inicial:** Muestra alterada

**Preparación muestra:** Pasante malla N° 40

### LÍMITE LÍQUIDO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LL-1	LL-2	LL-3
N° Golpes	-	-	-
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-



### LÍMITE PLÁSTICO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LP-1	LP-2	LP-3
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

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

### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante
- El material de fundación no presenta Límite líquido y límite plástico
- La muestra se seco al aire.



**Ing. Julio Cesar Ramirez Gutierrez**  
 INGENIERO CIVIL CIP-235012  
 ESPECIALISTA DE CALIDAD

### - FIN DE INFORME -

- Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique  
 Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

**Contacto:** 052204898 - 955688070  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe

**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20449438834

# Muestra N°3 de suelo patrón + 0% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-05R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. NTP 339.129

INFORME N°: LSCP - 23 - 016

DIRECCION DE Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanque Distrito de  
LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tarma

PROYECTO : Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

SOLICITANTE : Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heiffer Joel Alexander

DIRECCION :

UBICACION : Ilo - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Suelo de fundación (Subrasante)

ENSAYADO EN : Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

RECEPCION DE MUESTRA : 13 de Diciembre de 2023

EJECUCION DE ENSAYO : 14 de Diciembre de 2023

EMISION DE INFORME : 30 de Diciembre de 2023

Código de Muestra: M3-CONV-S3

Datos adicionales: Muestra N°3

Datos del muestreo: El muestreo fue realizado por el CUENTE

Material: Suelo de fundación

Condición Inicial: Muestra alterada

Preparación muestra: Pasante malla N° 40

#### LÍMITE LÍQUIDO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LL-1	LL-2	LL-3
N° Golpes	-	-	-
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-



#### LÍMITE PLÁSTICO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LP-1	LP-2	LP-3
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

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

#### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante
- El material de fundación no presenta Límite líquido y límite plástico.
- La muestra se seco al aire.

**IngeServicios**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
Ing. Juan César Carrion Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL CP-222812  
Jefe y Especialista de Calidad

#### - FIN DE INFORME -

- Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

Dirección: Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanque  
Distrito de Gregorio Albarracín - Tarma

Contacto: 052284898 - 955668070  
E-mail: info@ingeservicios.com.pe

Web: www.ingeservicios.com.pe  
RUC: 20449438834

# Muestra N°1 de suelo patrón + 5% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-05R/Abril 2022/Rev.00

**INFORME DE ENSAYO**  
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. NTP 339.129

**INFORME N°:** LSCP - 23 - 017 **DIRECCION DE LABORATORIO:** Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

**PROYECTO:** Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

**SOLICITANTE:** Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Helffer Joel Alexander

**DIRECCIÓN:** -

**UBICACIÓN:** Ilo - Ilo - Moquegua **RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 13 de Diciembre de 2023

**MUESTRA:** Suelo de fundación (Subrasante) + 5% de vidrio **EJECUCIÓN DE ENSAYO:** 14 de Diciembre de 2023

**ENSAYADO EN:** Laboratorio de INGESERVICIOS SAC **EMISIÓN DE INFORME:** 30 de Diciembre de 2023

**Código de Muestra:** M1-5%-S1 **Material:** Suelo de fundación

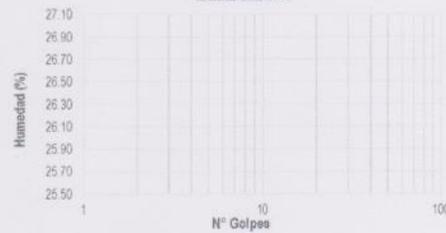
**Datos adicionales:** Muestra N°1 **Condición inicial:** Muestra alterada

**Datos del muestreo:** El muestreo fue realizado por el CLIENTE **Preparación muestra:** Pasante malla N° 40

### LÍMITE LÍQUIDO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LL-1	LL-2	LL-3
N° Golpes	-	-	-
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

### Límite Líquido



### LÍMITE PLÁSTICO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LP-1	LP-2	LP-3
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

### RESULTADOS

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

### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante
- El material de fundación no presenta Límite líquido y límite plástico
- La muestra se seco al aire.

**IngeServicios**  
 CONSULTORÍA Y CONTROL DE CALIDAD EN PROYECTOS DE INGENIERÍA  
 Ing. Julio César Carrón Gutiérrez  
 INGENIERO CIVIL CIP: 336012  
 JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

### - FIN DE INFORME -

- Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique  
 Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

**Contacto:** 052284898 - 955668070  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe

**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20449438834

# Muestra N°2 de suelo patrón + 5% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-05R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. NTP 339.129

INFORME N°: LSCP - 23 - 019

DIRECCION DE Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de  
LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO : Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

SOLICITANTE : Bach, Condori Chambi, José Antonio - Bach, Gutierrez Mamani, Heiffer Joel Alexander

DIRECCIÓN:

UBICACIÓN : Ilo - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Suelo de fundación (Subrasante) + 5% de vidrio

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13 de Diciembre de 2023

EJECUCIÓN DE ENSAYO: 14 de Diciembre de 2023

EMISIÓN DE INFORME: 30 de Diciembre de 2023

Código de Muestra: M2-5%-S2

Datos adicionales: Muestra N°2

Datos del muestreo: El muestreo fue realizado por el CLIENTE

Material: Suelo de fundación

Condición inicial: Muestra alterada

Preparación muestra: Pasante malla N° 40

#### LÍMITE LÍQUIDO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LL-1	LL-2	LL-3
N° Golpes	-	-	-
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-



#### LÍMITE PLÁSTICO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LP-1	LP-2	LP-3
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

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

#### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- El material de fundación no presenta Límite líquido y límite plástico
- La muestra se seco al aire.

**IngeServicios**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
INGENIERO CIVIL GREGORIO ALBARRACÍN  
CIP: 235012  
INTE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

#### - FIN DE INFORME -

- Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

Dirección: Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique  
Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

Contacto: 052284898 - 95668070  
E-mail: info@ingeservicios.com.pe

Web: www.ingeservicios.com.pe  
RUC: 20449436834

# Muestra N°3 de suelo patrón + 5% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-05R/Abril 2022/Rev.00

**INFORME DE ENSAYO**  
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. NTP 339.129

**INFORME N°:** LSCP - 23 - 020 **DIRECCION DE LABORATORIO:** Av. Colipa N° 8, sector Pago Olanike Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

**PROYECTO:** Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

**SOLICITANTE:** Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heifer Joel Alexander

**DIRECCIÓN:** -

**UBICACIÓN:** Ilo - Ilo - Moquegua **RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 13 de Diciembre de 2023

**MUESTRA:** Suelo de fundación (Subrasante) + 5% de vidrio **EJECUCIÓN DE ENSAYO:** 14 de Diciembre de 2023

**ENSAYADO EN:** Laboratorio de INGESERVICIOS SAC **EMISIÓN DE INFORME:** 30 de Diciembre de 2023

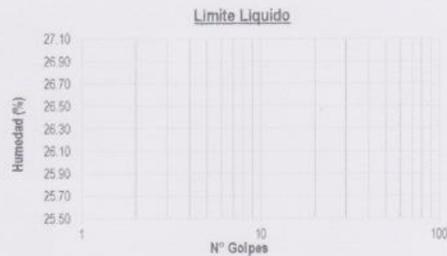
**Código de Muestra:** M3-5%-S3 **Material:** Suelo de fundación

**Datos adicionales:** Muestra N°3 **Condición inicial:** Muestra alterada

**Datos del muestreo:** El muestreo fue realizado por el CLIENTE **Preparación muestra:** Pasante malla N° 40

### LÍMITE LÍQUIDO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LL-1	LL-2	LL-3
N° Golpes	-	-	-
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-



### LÍMITE PLÁSTICO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LP-1	LP-2	LP-3
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

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

### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante
- El material de fundación no presenta Límite líquido y límite plástico
- La muestra se seco al aire.

**IngeServicios**  
 CONSULTORÍA Y CONTROL DE CALIDAD  
 Ing. Julia César Coronel Gutierrez  
 INGENIERO CIVIL Nº 34012  
 JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

### - FIN DE INFORME -

- Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Colipa N° 8, sector Pago Olanike  
 Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

**Contacto:** 052284898 - 955668070  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe

**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20449438834

# Muestra N°1 de suelo patrón + 6% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-05R/Abril 2022/Rev.00

### INFORME DE ENSAYO DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página 1 de 1

#### MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. NTP 339.129

INFORME N°: LSCP - 23 - 021

DIRECCION DE Av. Collpa N° 8, sector Pago Otaniqua Distrito de  
LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO : Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

SOLICITANTE : Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Helifer Joel Alexander

PROYECTO : -

UBICACIÓN : Ilo - Ilo - Moquegua

RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13 de Diciembre de 2023

MUESTRA : Suelo de fundación (Subrasante) + 6% de vidrio

EJECUCIÓN DE ENSAYO: 14 de Diciembre de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

EMISIÓN DE INFORME: 30 de Diciembre de 2023

Código de Muestra: M1-6%-S1

Material: Suelo de fundación

Datos adicionales: Muestra N°1

Condición inicial: Muestra alterada

Datos del muestreo: El muestreo fue realizado por el CLIENTE.

Preparación muestra: Pasante malla N° 40

#### LÍMITE LÍQUIDO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LL-1	LL-2	LL-3
N° Golpes	-	-	-
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-



#### LÍMITE PLÁSTICO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LP-1	LP-2	LP-3
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

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

#### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante
- El material de fundación no presenta Límite líquido y límite plástico
- La muestra se seco al aire.

#### - FIN DE INFORME -

- Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

Dirección: Av. Collpa N° 8, sector Pago Otaniqua  
Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

Contacto: 052284898 - 955668070  
E-mail: info@ingeservicios.com.pe

Web: www.ingeservicios.com.pe  
RUC: 20449438834

**IngeServicios**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
Ing. Julián César Camión Gutiérrez  
ING. CIVIL CEP: 235012  
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

# Muestra N°2 de suelo patrón + 6% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía, eficiencia y seguridad

### INFORME DE ENSAYO

PRP-06-05R/Abril 2022/Rev.00

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. NTP 339.129

<b>INFORME N°:</b>	LSCP - 23 - 022	<b>DIRECCION DE LABORATORIO:</b>	Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna	
<b>PROYECTO:</b>	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024			
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Condoni Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heifer Joel Alexander			
<b>DIRECCIÓN:</b>				
<b>UBICACIÓN:</b>	Ilo - Ilo - Moquegua	<b>RECEPCIÓN DE MUESTRA:</b>	13 de Diciembre de 2023	
<b>MUESTRA:</b>	Suelo de fundación (Subrasante) + 6% de vidrio	<b>EJECUCIÓN DE ENSAYO:</b>	14 de Diciembre de 2023	
<b>ENSAYADO EN:</b>	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC	<b>EMISIÓN DE INFORME:</b>	30 de Diciembre de 2023	
<b>Código de Muestra:</b>	M2-6%-S2	<b>Material:</b>	Suelo de fundación	
<b>Datos adicionales:</b>	Muestra N°2	<b>Condición inicial:</b>	Muestra alterada	
<b>Datos del muestreo:</b>	El muestreo fue realizado por el CLIENTE.		<b>Preparación muestra:</b>	Pasante malla N° 40

#### LÍMITE LÍQUIDO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LL-1	LL-2	LL-3
N° Golpes	-	-	-
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-



#### LÍMITE PLÁSTICO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LP-1	LP-2	LP-3
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

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

**IngeServicios**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrión Gutiérrez  
ING. CIVIL CIP: 235012  
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

#### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- El material de fundación no presenta Límite líquido y límite plástico.
- La muestra se seco al aire.

#### - FIN DE INFORME -

- Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o errata presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique  
Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

**Contacto:** 052284898 - 955688070  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe

**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20449438834

# Muestra N°3 de suelo patrón + 6% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-05R/Abril 2022/Rev.00

**INFORME DE ENSAYO**  
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. NTP 339.129

<b>INFORME N°:</b>	LSCP - 23 - 023	<b>DIRECCION DE LABORATORIO:</b>	Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna	
<b>PROYECTO:</b>	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024			
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heiffer Joel Alexander			
<b>DIRECCIÓN:</b>	-			
<b>UBICACIÓN:</b>	Ilo - Ilo - Moquegua	<b>RECEPCIÓN DE MUESTRA:</b>	13 de Diciembre de 2023	
<b>MUESTRA:</b>	Suelo de fundación (Subrasante) + 6% de vidrio	<b>EJECUCIÓN DE ENSAYO:</b>	14 de Diciembre de 2023	
<b>ENSAYADO EN:</b>	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC	<b>EMISIÓN DE INFORME:</b>	30 de Diciembre de 2023	
<b>Código de Muestra:</b>	M3-6%-S3	<b>Material:</b>	Suelo de fundación	
<b>Datos adicionales:</b>	Muestra N°3	<b>Condición inicial:</b>	Muestra alterada	
<b>Datos del muestreo:</b>	El muestreo fue realizado por el CLIENTE.		<b>Preparación muestra:</b>	Pasante malla N° 40

### LÍMITE LÍQUIDO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LL-1	LL-2	LL-3
N° Golpes	-	-	-
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-



### LÍMITE PLÁSTICO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LP-1	LP-2	LP-3
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

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

### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante
- El material de fundación no presenta Límite Líquido y límite plástico
- La muestra se seco al aire.

**IngeServicios**  
 Laboratorio de suelos, concreto y pavimentos  
 Ing. Civil CIP: 235012  
**JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD**

### - FIN DE INFORME -

- Este terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique  
 Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

**Contacto:** 052284898 - 955668070  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe

**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20449438834

# Muestra N°1 de suelo patrón + 7% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-05R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. NTP 339.129

<b>INFORME N°:</b>	LSCP - 23 - 024	<b>DIRECCION DE LABORATORIO:</b>	Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna	
<b>PROYECTO:</b>	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024			
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Condori Chambl, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Halifer Joel Alexander			
<b>DIRECCIÓN:</b>	-			
<b>UBICACIÓN:</b>	Ilo - Ilo - Moquegua	<b>RECEPCIÓN DE MUESTRA:</b>	13 de Diciembre de 2023	
<b>MUESTRA:</b>	Suelo de fundación (Subrasante) + 7% de vidrio	<b>EJECUCIÓN DE ENSAYO:</b>	14 de Diciembre de 2023	
<b>ENSAYADO EN:</b>	Laboratorio de INGESERVICIOS SAG	<b>EMISIÓN DE INFORME:</b>	30 de Diciembre de 2023	
<b>Código de Muestra:</b>	M1-7%-S1	<b>Material:</b>	Suelo de fundación	
<b>Datos adicionales:</b>	Muestra N°1	<b>Condición inicial:</b>	Muestra alterada	
<b>Datos del muestreo:</b>	El muestreo fue realizado por el CLIENTE		<b>Preparación muestra:</b>	Pasante malla N° 40

#### LÍMITE LÍQUIDO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LL-1	LL-2	LL-3
N° Golpes	-	-	-
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-



#### LÍMITE PLÁSTICO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LP-1	LP-2	LP-3
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

RESULTADOS	
Limite Líquido (Multipunto) (%)	N.P.
Limite Plástico (%)	N.P.
Índice de Plasticidad (%)	N.P.

#### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante
- El material de fundación no presenta Limite líquido y limite plástico
- La muestra se seco al aire.

#### - FIN DE INFORME -

- Este terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

Dirección: Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique  
Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

Contacto: 052284898 - 955668070  
E-mail: info@ingeservicios.com.pe

Web: www.ingeservicios.com.pe  
RUC: 20449438834



Ing. Civil Julio César Gudiño Guzmán  
ING. CIVIL CIP: 235012  
JLFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

# Muestra N°2 de suelo patrón + 7% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-05R/Abril 2022/Rev.00

**INFORME DE ENSAYO**  
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. NTP 339.129

**INFORME N°:** LSCP - 23 - 025 **DIRECCION DE LABORATORIO:** Av. Colipa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

**PROYECTO:** Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

**SOLICITANTE:** Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heiffer Joel Alexander

**DIRECCIÓN:** -

**UBICACIÓN:** Ilo - Ilo - Moquegua

**MUESTRA:** Suelo de fundación (Subrasante) + 7% de vidrio

**ENSAYADO EN:** Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

**RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 13 de Diciembre de 2023

**EJECUCIÓN DE ENSAYO:** 14 de Diciembre de 2023

**EMISIÓN DE INFORME:** 30 de Diciembre de 2023

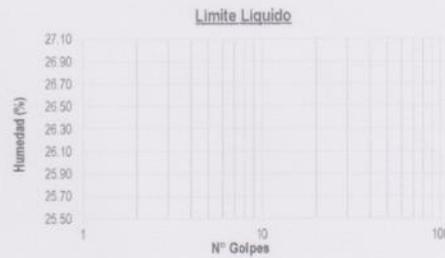
**Código de Muestra:** M2-7%-S2 **Material:** Suelo de fundación

**Datos adicionales:** Muestra N°2 **Condición inicial:** Muestra alterada

**Datos del muestreo:** El muestreo fue realizado por el CLIENTE **Preparación muestra:** Pasante malla N° 40

### LÍMITE LÍQUIDO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LL-1	LL-2	LL-3
N° Golpes	-	-	-
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-



### LÍMITE PLÁSTICO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LP-1	LP-2	LP-3
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

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

**IngeServicios**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 Ing. Julio César Carrón Gutiérrez  
 ING. CIVIL CIP: 235012  
 JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- El material de fundación no presenta Límite líquido y límite plástico.
- La muestra se seco al aire.

### - FIN DE INFORME -

- Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Colipa N° 8, sector Pago Olanique  
 Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

**Contacto:** 052284898 - 955688070  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe

**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20449438834

# Muestra N°3 de suelo patrón + 7% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-05R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. NTP 339.129

INFORME N°: LSCP - 23 - 026

DIRECCION DE Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de  
LABORATORIO: Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO: Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

SOLICITANTE: Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heiffer Joel Alexander

DIRECCIÓN:

UBICACIÓN: Ilo - Ilo - Moquegua

MUESTRA: Suelo de fundación (Subrasante) + 7% de vidrio

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13 de Diciembre de 2023

EJECUCIÓN DE ENSAYO: 14 de Diciembre de 2023

EMISIÓN DE INFORME: 30 de Diciembre de 2023

Código de Muestra: M3-7%-S3

Datos adicionales: Muestra N°3

Datos del muestreo: El muestreo fue realizado por el CLIENTE

Material: Suelo de fundación

Condición inicial: Muestra alterada

Preparación muestra: Pasante malla N° 40

#### LÍMITE LÍQUIDO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LL-1	LL-2	LL-3
N° Golpes	-	-	-
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-



#### LÍMITE PLÁSTICO

CARACTERÍSTICA	MUESTRA		
	LP-1	LP-2	LP-3
Masa del Recipiente (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Humeda (g)	-	-	-
Masa del Recipiente + Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Masa del Agua (g)	-	-	-
Masa de la Muestra Seca (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

RESULTADOS	
Limite Liquido (Multipunto) (%)	N.P.
Limite Plástico (%)	N.P.
Índice de Plasticidad (%)	N.P.

IngeServicios  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrón Gutiérrez  
ING. CIVIL CIP: 235012  
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

#### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- El material de fundación no presenta Limite liquido y limite plástico.
- La muestra se seco al aire.

#### - FIN DE INFORME -

- Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

Dirección: Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique  
Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

Contacto: 052284898 - 955668070  
E-mail: info@ingeservicios.com.pe

Web: www.ingeservicios.com.pe  
RUC: 20449438834

## Anexo 05.03. Proctor Modificado

Ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada

Muestra N°1 de suelo patrón + 0% de adición de vidrio triturado.



**IngeServicios SAC**  
Laboratorio de suelos, concreto y pavimentos

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía, eficiencia y seguridad

---

PRP-06-02R/Abril 2022/Rev.00

**INFORME DE ENSAYO**  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página 1 de 1

---

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA**  
NTP 339.141

---

INFORME N°:	LSCP - 23 - 002	DIRECCIÓN DE:	Av. Colpa N° 8, sector Pago Olenique
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ito - 2024	LABORATORIO:	Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna
SOLICITANTE:	Bach. Condon Charbi, José Antonio - Bach. Gutierrez Momeni, Hafler Joel Alexander	RECEPCIÓN DE MUESTRA:	13 de Diciembre de 2023
DIRECCIÓN:	Ito - Ito - Moquegua	EJECUCIÓN DE ENSAYO:	14 de Diciembre de 2023
UBICACIÓN:	Suelo de fundación (Subrasante)	EMISIÓN DE INFORME:	30 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC		
ENSAYADO EN:			

---

Codigo de Muestra:	M1-CONV-S1	Material:	Suelo de fundación
Datos adicionales:	Muestra N°1	Condición inicial:	Alterado
Datos del muestreo:	Materia realizado por el CLIENTE	Gravedad específica (G <sub>s</sub> ):	2.65 g/cc

---

Procedimiento de ensayo:	Método C	Material tamizado por el tamiz:	3/4"	Tamaño máximo de partícula:	2 1/2"
Método de preparación:	Seco	Clasificación del material:	SM	Descripción de pláton:	Manual

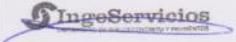
---

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
% Agua añadido a la muestra	6.0%	8.0%	10.0%	12.0%	14.0%
Masa del suelo húmedo (g)	4441	4588	4721	4773	4641
Densidad húmeda compactada (g/cc)	2.08	2.15	2.21	2.24	2.18

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
Masa del Recipiente (g)	768.6	886.5	1201.1	1177.6	964.9
Masa del Recipiente + Masa del espécimen húmedo (g)	3568.8	3627.2	4184.2	3833.2	3642.8
Masa del Recipiente + Masa del espécimen seco (g)	3386.0	3415.0	3996.0	3533.1	3299.7
Masa del espécimen seco (g)	2617.36	2518.50	2694.90	2355.50	2334.80
Masa del Agua (g)	182.60	212.20	288.20	300.10	343.10
Humedad (%)	7.0	8.4	10.7	12.7	14.7
Densidad seca compactada (g/cc)	1.95	1.99	2.09	1.99	1.90
Peso unitario seco compactado (lb/ft <sup>3</sup> )	121.55	123.92	124.86	123.88	118.48

**HUMEDAD VS PESO UNITARIO**





Ing. Julio César Carrón Gutiérrez  
ING. CIVIL CIP: 235012  
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

---

RESULTADOS			
Densidad máxima seca (g/cc)	2.01	Peso unitario seco máximo (lb/ft <sup>3</sup> )	125.50
Densidad máxima seca corregido por sobretamaño (g/cc)	2.14	Peso unitario seco máximo corregido por sobretamaño (lb/ft <sup>3</sup> )	133.50
Humedad Óptima (%)	10.5	Humedad Óptima Corregida (%)	8.0

---

**Observación:**

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- Los resultados del peso unitario seco máximo están con aproximación de 0.5 lb/ft<sup>3</sup>.
- Los resultados de la humedad óptima están con aproximación de 0.5 %.

- FIN DE INFORME -

---

- Esta prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.  
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí descritos.  
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presentará invalidez el documento, reservándose el derecho de las acciones legales que correspondan.

Dirección: Av. Colpa N° 8, sector Pago Olenique  
Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

Contacto: 052284688 - 955998070  
E-mail: info@ingeservicios.com.pe

Web: www.ingeservicios.com.pe  
RUC: 20449438834 -

# Muestra N°2 de suelo patrón + 0% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

## INFORME DE ENSAYO

PRP-06-02R/Abril 2022/Rev.00

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA NTP 339.141

INFORME N°: LSCP - 23 - 003

DIRECCION DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique  
 LABORATORIO: Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO: Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

SOLICITANTE: Bach. Condori Charbi, José Antonio - Bach. Gutierrez Maman, Heffer Joel Alexander

DIRECCIÓN:

UBICACIÓN: Ilo - Ilo - Moquegua

RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13 de Diciembre de 2023

MUESTRA: Suelo de fundación (Subrasante)

EJECUCIÓN DE ENSAYO: 14 de Diciembre de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

EMISIÓN DE INFORME: 30 de Diciembre de 2023

Código de Muestra: M2-COMV-S2

Material: Suelo de fundación

Datos adicionales: Muestra N°2

Condición Inicial: Alterado

Datos del muestreo: Material realizado por el CLIENTE

Gravedad específica (GS): 2.70 g/cc

Procedimiento de ensayo:	Método C	Material tamizado por el tamiz:	3/4"	Tamaño máximo de partícula:	2 1/2"
Método de preparación:	Seco	Clasificación del material:	SM	Descripción de pison:	Manual

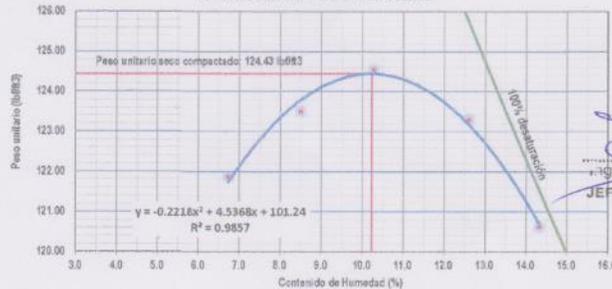
#### DENSIDAD HUMEDAD

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
% Agua añadido a la muestra	6.0%	8.0%	10.0%	12.0%	14.0%
Masa del suelo húmedo (g)	4442	4575	4690	4741	4709
Densidad húmeda compactada (g/cc)	2.08	2.15	2.20	2.22	2.21

#### DENSIDAD SECA

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
Masa del Recipiente (g)	1201.1	896.3	769.8	1179.3	1177.8
Masa del Recipiente + Masa del espécimen húmedo (g)	3752.0	3591.0	3567.0	3599.0	3675.0
Masa del Recipiente + Masa del espécimen seco (g)	3591.0	3380.0	3306.0	3328.0	3362.0
Masa del espécimen seco (g)	2389.90	2483.50	2536.20	2148.70	2184.40
Masa del Agua (g)	161.00	211.00	261.00	271.00	313.00
Humedad (%)	6.7	8.5	10.3	12.6	14.3
Densidad seca compactada (g/cc)	1.95	1.98	2.00	1.98	1.93
Peso unitario seco compactado (lb/ft³)	121.88	123.49	124.55	123.30	120.61

#### HUMEDAD VS PESO UNITARIO



**IngeServicios**  
 Ing. Julio A. Rodríguez Gutiérrez  
 RUC: 20449438834  
**JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD**

RESULTADOS			
Densidad máxima seca (g/cc)	1.99	Peso unitario seco máximo (lb/ft³)	124.50
Densidad máxima seca corregido por sobretamaño (g/cc)	2.13	Peso unitario seco máximo corregido por sobretamaño (lb/ft³)	133.00
Humedad Óptima (%)	10.5	Humedad Óptima Corregida (%)	8.0

#### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- Los resultados del peso unitario seco máximo están con aproximación de 0.5 lb/ft³.
- Los resultados de la humedad óptima están con aproximación de 0.5 %.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que corresponden.

**Dirección:** Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique, Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna  
**Contacto:** 052284898 - 955696070  
**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20449438834

# Muestra N°3 de suelo patrón + 0% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de Ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

**INFORME DE ENSAYO**

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

PRP-06-02R/Abril 2022/Rev.00

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO  
 UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA  
 NTP 339.141**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 004	DIRECCIÓN DE:	Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique
		LABORATORIO:	Ciudad de Gregorio Albarracín - Tacna
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024		
SOLICITANTE:	Bach. Condon Charbi, José Antonio - Bach. Guzmán Mamari, Heffer Joel Alexander		
DIRECCIÓN:		RECEPCIÓN DE MUESTRA:	13 de Diciembre de 2023
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua	EJECUCIÓN DE ENSAYO:	14 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante)	EMISIÓN DE INFORME:	30 de Diciembre de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC		
Código de Muestra:	M3-CONV-S3	Material:	Suelo de fundación
Datos adicionales:	Muestra N°3	Condición inicial:	Altarado
Datos del muestrero:	Material realizado por el CLIENTE	Gravedad específica (G <sub>s</sub> ):	2.67 g/cc
Procedimiento de ensayo:	Método C	Material tamizado por el tamiz:	3/4"
		Tamaño máximo de partícula:	2 1/2"
Método de preparación:	Seco	Clasificación del material:	SM
		Descripción de pison:	Manual

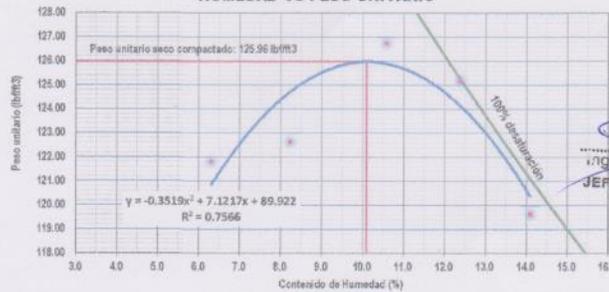
**DENSIDAD HUMEDAD**

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
% Agua añadido a la muestra	6.0%	8.0%	10.0%	12.0%	14.0%
Masa del suelo húmedo (g)	4422	4533	4786	4805	4650
Densidad húmeda compactada (g/cc)	2.07	2.13	2.24	2.25	2.19

**DENSIDAD SECA**

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
Masa del Recipiente (g)	249.4	141.3	152.8	138.2	176.8
Masa del Recipiente + Masa del espécimen húmedo (g)	2943.2	2978.3	2843.5	2866.0	2892.1
Masa del Recipiente + Masa del espécimen seco (g)	2783.4	2762.5	2685.8	2565.3	2557.4
Masa del espécimen seco (g)	2534.00	2621.20	2432.60	2427.10	2380.60
Masa del Agua (g)	159.80	215.00	257.90	300.70	335.70
Humedad (%)	6.3	8.2	10.6	12.4	14.1
Densidad seca compactada (g/cc)	1.95	1.96	2.03	2.01	1.92
Peso unitario seco compactado (lb/ft <sup>3</sup> )	121.80	122.61	126.73	125.17	119.62

**HUMEDAD VS PESO UNITARIO**



**IngeServicios**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ING. Javier César Carrion Guillerrez  
 ING. CIVIL N° 205912  
**JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD**

RESULTADOS			
Densidad máxima seca (g/cc)	2.02	Peso unitario seco máximo (lb/ft <sup>3</sup> )	125.00
Densidad máxima seca corregida por sobretamaño (g/cc)	2.15	Peso unitario seco máximo corregido por sobretamaño (lb/ft <sup>3</sup> )	134.00
Humedad Óptima (%)	10.0	Humedad Óptima Corregida (%)	7.5

**Observación:**

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- Los resultados del peso unitario seco máximo están con aproximación de 0.5 lb/ft<sup>3</sup>.
- Los resultados de la humedad óptima están con aproximación de 0.5 %.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presenta inválida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique, Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna  
**Contacto:** 052284868 - 955688070  
**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20449438834

# Muestra N°1 de suelo patrón + 5% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

## INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

PRP-06-02R/Abril 2022/Rev.00

### MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA NTP 339.141

INFORME N°:	LSCP - 23 - 005	DIRECCION DE:	Av. Colipa N° 8, sector Pago Olanique
		LABORATORIO:	Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024		
SOLICITANTE:	Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutiérrez Mamani, Heffer Joel Alexander		
DIRECCIÓN:		RECEPCIÓN DE MUESTRA:	13 de Diciembre de 2023
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua	EJECUCIÓN DE ENSAYO:	14 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 5% de vidrio	EMISIÓN DE INFORME:	30 de Diciembre de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC		
Código de Muestra:	M1-5%-S1	Material:	Suelo de fundación
Datos adicionales:	Muestra N°1	Condición inicial:	Alterado
Datos del muestreo:	Material realizado por el CLIENTE	Gravedad específica (G <sub>s</sub> ):	2.77 g/cc
Procedimiento de ensayo:	Método C	Material tamizado por el tamiz:	3/4"
		Tamaño máximo de partícula:	2 1/2"
Método de preparación:	Seco	Clasificación del material:	SM
		Descripción de pison:	Manual

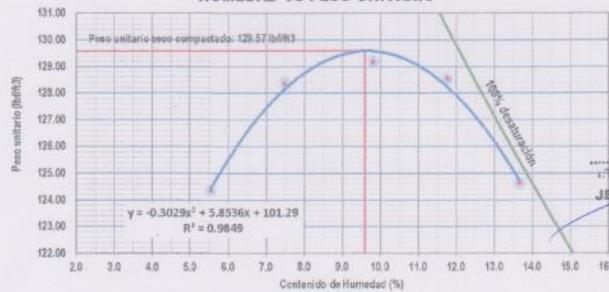
#### DENSIDAD HUMEDAD

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
% Agua añadido a la muestra	5.0%	8.0%	10.0%	12.0%	14.0%
Masa del suelo húmedo (g)	4483	4711	4843	4906	4836
Densidad húmeda compactada (g/cc)	2.10	2.21	2.27	2.30	2.27

#### DENSIDAD SECA

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
Masa del Recipiente (g)	199.1	197.8	195.5	197.5	194.2
Masa del Recipiente + Masa del espécimen húmedo (g)	3562.5	3602.7	3622.1	3651.4	3666.7
Masa del Recipiente + Masa del espécimen seco (g)	3382.9	3385.3	3315.8	3555.7	3425.1
Masa del espécimen seco (g)	3243.80	3167.50	3120.30	3358.20	3230.90
Masa del Agua (g)	179.90	237.40	306.30	395.70	441.80
Humedad (%)	5.5	7.5	9.8	11.8	13.7
Densidad seca compactada (g/cc)	1.99	2.06	2.07	2.06	2.00
Peso unitario seco compactado (lb/ft <sup>3</sup> )	124.36	128.36	129.17	128.54	124.61

#### HUMEDAD VS PESO UNITARIO



#### RESULTADOS

Densidad máxima seca (g/cc)	2.06	Peso unitario seco máximo (lb/ft <sup>3</sup> )	129.50
Densidad máxima seca corregido por sobretamaño (g/cc)	2.20	Peso unitario seco máximo corregido por sobretamaño (lb/ft <sup>3</sup> )	137.00
Humedad Óptima (%)	9.5	Humedad Óptima Corregida (%)	7.5

#### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- Los resultados del peso unitario seco máximo están con aproximación de 0.5 lb/ft<sup>3</sup>.
- Los resultados de la humedad óptima están con aproximación de 0.5 %.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Colipa N° 8, sector Pago Olanique, Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna  
**Contacto:** 052284998 - 905668070  
**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20448438834

# Muestra N°2 de suelo patrón + 5% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

**INFORME DE ENSAYO**

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

PRP-05-02R/Abril 2022/Rev.00

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO  
 UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA  
 NTP 339.141**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 006	DIRECCION DE:	Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanque
		LABORATORIO:	Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024		
SOLICITANTE:	Bach. Condoni Chambi, José Antonio - Bach. Guilerrez Mamoni, Hafler Joel Alexander		
DIRECCIÓN:		RECEPCIÓN DE MUESTRA:	13 de Diciembre de 2023
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua	EJECUCIÓN DE ENSAYO:	14 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 5% de vidrio	EMISIÓN DE INFORME:	30 de Diciembre de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC		
Código de Muestra:	M2-5%-S2	Material:	Suelo de fundación
Datos adicionales:	Muestra N°2	Condición inicial:	Abrado
Datos del material:	Material realizado por el CLIENTE	Gravedad específica (G <sub>s</sub> ):	2.60 g/cc
Procedimiento de ensayo:	Método C	Material tamizado por el tamiz:	3/4"
		Tamaño máximo de partícula:	2 1/2"
Método de preparación:	Seco	Clasificación del material:	SM
		Descripción de piezo:	Manual

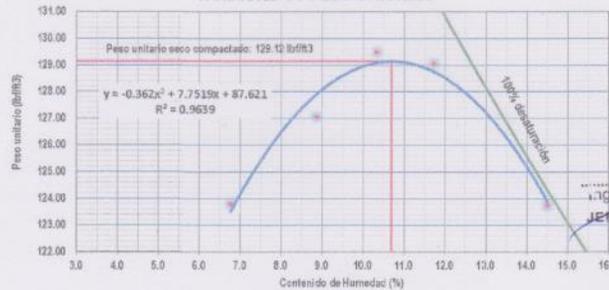
**DENSIDAD HUMEDA**

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
% Agua añadido a la muestra	6.0%	8.0%	10.0%	12.0%	14.0%
Masa del suelo húmedo (g)	4514	4723	4679	4923	4838
Densidad húmeda compactada (g/cc)	2.12	2.22	2.29	2.31	2.27

**DENSIDAD SECA**

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
Masa del Recipiente (g)	1179.3	1201.2	964.8	1177.6	896.5
Masa del Recipiente + Masa del espécimen húmedo (g)	3678.9	3742.8	3692.4	3618.2	3668.5
Masa del Recipiente + Masa del espécimen seco (g)	3520.5	3535.7	3345.9	3361.8	3317.2
Masa del espécimen seco (g)	2341.20	2334.50	2381.10	2184.20	2420.70
Masa del Agua (g)	158.40	207.10	246.50	256.40	351.30
Humedad (%)	6.8	8.9	10.4	11.7	14.5
Densidad seca compactada (g/cc)	1.98	2.04	2.07	2.07	1.98
Peso unitario seco compactado (lb/ft <sup>3</sup> )	123.80	127.05	129.46	129.04	123.74

**HUMEDAD VS PESO UNITARIO**



**IngeServicios**  
 Ing. Julio Cesar Carrón Gutiérrez  
 ING. CIVIL CIP 235812  
 JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

**RESULTADOS**

Densidad máxima seca (g/cc)	2.07	Peso unitario seco máximo (lb/ft <sup>3</sup> )	129.00
Densidad máxima seca corregido por sobretamaño (g/cc)	2.19	Peso unitario seco máximo corregido por sobretamaño (lb/ft <sup>3</sup> )	137.00
Humedad Óptima (%)	10.5	Humedad Óptima Corregida (%)	8.0

**Observación:**

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- Los resultados del peso unitario seco máximo están con aproximación de 0.5 lb/ft<sup>3</sup>.
- Los resultados de la humedad óptima están con aproximación de 0.5 %.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración prescriba invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

# Muestra N°3 de suelo patrón + 5% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-05-02R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página 1 de 1

### MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA NTP 339.141

INFORME N°:	LSCP - 23 - 007	DIRECCION DE:	Av. Colpa N° 8, sector Pago Olarique
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024	LABORATORIO:	Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna
SOLICITANTE:	Bach. Condori Charbi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heiffer Joel Alexander	RECEPCIÓN DE MUESTRA:	13 de Diciembre de 2023
DIRECCIÓN:	-	EJECUCIÓN DE ENSAYO:	14 de Diciembre de 2023
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua	EMISIÓN DE INFORME:	30 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 5% de vidrio		
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC		
Código de Muestra:	M3-5%-S3	Material:	Suelo de fundación
Datos adicionales:	Muestra N°3	Condición inicial:	Alterado
Datos del muestreo:	Material realizado por el CLIENTE	Gravedad específica (GS):	2.62 g/cc
Procedimiento de ensayo:	Método C	Material tamizado por el tamiz:	3/4"
Método de preparación:	Seco	Clasificación del material:	SM
		Tamaño máximo de partícula:	2 1/2"
		Descripción de pison:	Manual

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
% Agua añadido a la muestra	6.0%	8.0%	10.0%	12.0%	14.0%
Masa del suelo húmedo (g)	4525	4728	4885	4928	4854
Densidad húmeda compactada (g/cc)	2.12	2.22	2.29	2.31	2.30

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
Masa del Recipiente (g)	139.1	151.2	138.9	137.4	146.1
Masa del Recipiente + Masa del espécimen húmedo (g)	3615.2	3592.1	3565.6	3428.8	3722.9
Masa del Recipiente + Masa del espécimen seco (g)	3421.7	3340.0	3264.5	3065.0	3290.8
Masa del espécimen seco (g)	3282.60	3188.80	3125.60	2927.50	3144.70
Masa del Agua (g)	193.50	252.10	322.10	353.80	432.10
Humedad (%)	5.9	7.9	10.3	12.4	13.7
Densidad seca compactada (g/cc)	2.00	2.06	2.08	2.06	2.02
Peso unitario seco compactado (lb/ft³)	125.11	128.29	129.73	128.36	125.58



Densidad máxima seca (g/cc)	2.06	Peso unitario seco máximo (lb/ft³)	129.50
Densidad máxima seca corregido por sobretamaño (g/cc)	2.20	Peso unitario seco máximo corregido por sobretamaño (lb/ft³)	137.00
Humedad Óptima (%)	10.0	Humedad Óptima Corregida (%)	7.5

#### Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- Los resultados del peso unitario seco máximo están con aproximación de 0.5 lb/ft³.
- Los resultados de la humedad óptima están con aproximación de 0.5 %.

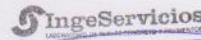
- FIN DE INFORME -

- Esta prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presenta invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

Dirección: Av. Colpa N° 8, sector Pago Olarique  
Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

Contacto: 052284868 - 95508070  
E-mail: info@ingeservicios.com.pe

Web: www.ingeservicios.com.pe  
RUC: 20448438834



Ing. Julio César Guerrero Gutiérrez  
RUC: 20448438834  
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD



# Muestra N°2 de suelo patrón + 6% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

**INFORME DE ENSAYO**

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página 1 de 1

PRP-06-02R/Abril 2022/Rev.00

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO  
 UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA  
 NTP 339.141**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 009	DIRECCION DE:	Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanque
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024	LABORATORIO:	Distrito de Gregorio Albarracín - Tarma
SOLICITANTE:	Bach. Condori Charbi, José Antonio - Bach. Gutiérrez Mamani, Hafler Joel Alexander	RECEPCION DE MUESTRA:	13 de Diciembre de 2023
DIRECCION:		EJECUCION DE ENSAYO:	14 de Diciembre de 2023
UBICACION:	Ilo - Ilo - Moquegua	EMISION DE INFORME:	30 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 6% de vidrio		
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC		
Código de muestra:	M2-6%-S2	Materia:	Suelo de fundación
Datos adicionales:	Muestra N°2	Condición inicial:	Alterado
Datos del muestreo:	Materia realizada por el CLIENTE	Gravedad específica (GS):	2.86 g/cc
Procedimiento de ensayo:	Método C	Materia tamizado por al tamiz:	3/4"
		Clasificación del material:	SM
		Tamaño máximo de partícula:	2 1/2"
Método de preparación:	Seco	Descripción de pison:	Manual

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
% Agua añadido a la muestra	5.0%	8.0%	10.0%	12.0%	14.0%
Masa del suelo húmedo (g)	4701	4848	4080	5026	4931
Densidad húmeda compactada (g/cc)	2.20	2.27	2.34	2.36	2.31

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
Masa del Recipiente (g)	856.2	1177.5	896.4	1179.2	1201.1
Masa del Recipiente + Masa del espécimen húmedo (g)	2619.2	2633.7	2641.0	2601.5	2575.3
Masa del Recipiente + Masa del espécimen seco (g)	2505.9	2521.8	2482.6	2442.8	2403.7
Masa del espécimen seco (g)	1649.70	1344.30	1586.20	1263.60	1202.80
Masa del Agua (g)	113.30	111.90	158.40	158.70	171.60
Humedad (%)	6.9	8.3	10.0	12.6	14.3
Densidad seca compactada (g/cc)	2.06	2.10	2.13	2.10	2.02
Peso unitario seco compactado (lb/ft³)	128.79	131.04	132.85	130.79	126.36



Densidad máxima seca (g/cc)	2.13	Peso unitario seco máximo (lb/ft³)	132.50
Densidad máxima seca corregida por sobretamaño (g/cc)	2.24	Peso unitario seco máximo corregido por sobretamaño (lb/ft³)	139.50
Humedad Óptima (%)	10.0	Humedad Óptima Corregida (%)	8.0

**Observación:**

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- Los resultados del peso unitario seco máximo están con aproximación de 0.5 lb/ft³.
- Los resultados de la humedad óptima están con aproximación de 0.5 %.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo sólo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración prescriba invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanque, Distrito de Gregorio Albarracín - Tarma  
**Contacto:** 052284698 - 905668070  
**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20448438634

**IngeServicios**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 Ing. Julio Sánchez Gutiérrez  
 JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

# Muestra N°3 de suelo patrón + 6% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-02R/Abril 2022/Rev.00

**INFORME DE ENSAYO**  
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página 1 de 1

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO  
 UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA  
 NTP 339.141**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 010	DIRECCION DE:	Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanque
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024	LABORATORIO:	Districto de Gregorio Albarracín - Tacna
SOLICITANTE:	Bach. Condori Charbi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamaní, Heffer Joel Alexander	RECEPCIÓN DE MUESTRA:	13 de Diciembre de 2023
DIRECCIÓN:		EJECUCIÓN DE ENSAYO:	14 de Diciembre de 2023
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua	EMISIÓN DE INFORME:	30 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 6% de vidrio		
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC		
Código de Muestra:	M3-6%-S3	Materia:	Suelo de fundación
Datos adicionales:	Muestra N°3	Condición inicial:	Alterado
Datos del muestreo:	Materia realizado por el CLIENTE	Gravedad específica (GS):	2.90 g/cc
Procedimiento de ensayo:	Método C	Materia tamizado por el tamiz:	3/4"
Método de preparación:	Seco	Clasificación del material:	SM
		Tamaño máximo de partícula:	2 1/2"
		Descripción de pison:	Manual

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
% Agua añadido a la muestra	6.0%	8.0%	10.0%	12.0%	14.0%
Masa del suelo húmedo (g)	4701	4848	5019	5035	4931
Densidad húmeda compactada (g/cc)	2.20	2.27	2.35	2.38	2.31

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
Masa del Recipiente (g)	1106.2	709.9	1179.3	1177.5	898.5
Masa del Recipiente + Masa del espécimen húmedo (g)	2785.3	2653.6	2584.1	2591.0	2610.2
Masa del Recipiente + Masa del espécimen seco (g)	2091.5	2502.1	2455.7	2435.6	2400.3
Masa del espécimen seco (g)	1585.30	1792.17	1276.43	1258.08	1503.76
Masa del Agua (g)	93.80	151.50	128.40	155.40	217.90
Humedad (%)	5.9	8.5	10.1	12.4	14.5
Densidad seca compactada (g/cc)	2.08	2.10	2.14	2.10	2.02
Peso unitario seco compactado (lb/ft³)	129.98	130.92	133.54	131.29	126.11



**IngeServicios**  
 Ing. Juan Carlos Carrion Gutierrez  
 INGENIERO CIVIL N° 245912  
 JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Densidad máxima seca (g/cc)	2.13	Peso unitario seco máximo (lb/ft³)	132.50
Densidad máxima seca corregido por sobretamaño (g/cc)	2.24	Peso unitario seco máximo corregido por sobretamaño (lb/ft³)	139.50
Humedad Óptima (%)	9.5	Humedad Óptima Corregida (%)	7.5

**Observación:**  
 - Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.  
 - Los resultados del peso unitario seco máximo están con aproximación de 0.5 lb/ft³.  
 - Los resultados de la humedad óptima están con aproximación de 0.5 %.

- FIN DE INFORME -  
 - Esta prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.  
 - El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 - Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 - Cualquier modificación, cambio y/o alteración preserva invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que corresponden.

# Muestra N°1 de suelo patrón + 7% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

**INFORME DE ENSAYO**

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página 1 de 1

PRP-06-02R/Abril 2022/Rev.00

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO  
 UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA  
 NTP 339.141**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 011	DIRECCION DE:	Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ito - 2024	LABORATORIO:	Districto de Gregorio Albarracín - Tarma
SOLICITANTE:	Bach. Condori Charbi, José Antonio - Bach. Gutiérrez Mamani, Haifer Joel Alexander	RECEPCIÓN DE MUESTRA:	13 de Diciembre de 2023
DIRECCIÓN:		EJECUCIÓN DE ENSAYO:	14 de Diciembre de 2023
UBICACIÓN:	Ito - Ito - Moquegua	EMISIÓN DE INFORME:	30 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 7% de vidrio		
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC		
Código de Muestra:	M1-7%-S1	Material:	Suelo de fundación
Datos adicionales:	Muestra N° 1	Condición inicial:	Alterado
Datos del muestreo:	Material realizado por el CLIENTE	Gravedad específica (GS):	2.87 g/cc
Procedimiento de ensayo:	Método C	Material tamizado por el tamiz:	3/4"
Método de preparación:	Seco	Clasificación del material:	SM
		Tamaño máximo de partícula:	2 1/2"
		Descripción de pison:	Manual

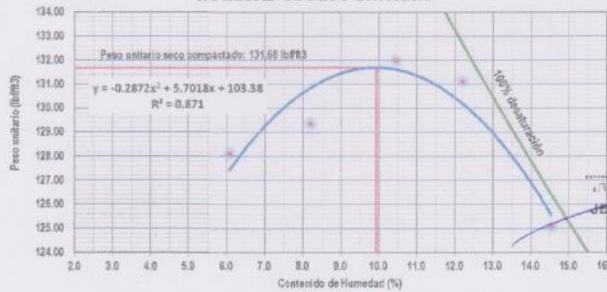
**DENSIDAD HUMEDAD**

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
% Agua añadido a la muestra	5.0%	8.0%	10.0%	12.0%	14.0%
Masa del suelo húmedo (g)	4642	4780	4975	5025	4801
Densidad húmeda compactada (g/cc)	2.18	2.24	2.33	2.36	2.29

**DENSIDAD SECA**

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
Masa del Recipiente (g)	1723.0	1859.5	1861.7	2071.4	1504.4
Masa del Recipiente + Masa del espécimen húmedo (g)	2590.0	2587.5	2612.8	2607.2	2695.1
Masa del Recipiente + Masa del espécimen seco (g)	2540.3	2532.4	2541.6	2548.9	2543.8
Masa del espécimen seco (g)	817.30	672.90	679.90	477.50	1039.40
Masa del Agua (g)	49.70	55.20	71.20	58.30	151.30
Humedad (%)	6.1	8.2	10.5	12.2	14.8
Densidad seca compactada (g/cc)	2.05	2.07	2.11	2.10	2.00
Peso unitario seco compactado (lb/ft³)	128.11	128.35	131.98	131.10	125.05

**HUMEDAD VS PESO UNITARIO**



**IngeServicios**  
 Ing. Julio Cesar Torres Gutierrez  
 Profesional N° 231192  
**JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD**

RESULTADOS			
Densidad máxima seca (g/cc)	2.11	Peso unitario seco máximo (lb/ft³)	131.50
Densidad máxima seca corregida por sobretamaño (g/cc)	2.22	Peso unitario seco máximo corregido por sobretamaño (lb/ft³)	139.00
Humedad Óptima (%)	10.0	Humedad Óptima Corregida (%)	7.5

**Observación:**

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo sólo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo sólo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándose el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique, Distrito de Gregorio Albarracín - Tarma  
**Contacto:** 052284898 - 895696070  
**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20448438834

# Muestra N°2 de suelo patrón + 7% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

**INFORME DE ENSAYO**  
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

PRP-06-02R/Abril 2022/Rev.00

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO  
 UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA  
 NTP 339.141**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 012	DIRECCION DE LABORATORIO:	Av. Colipa N° 8, sector Pago Clarique, Distrito de Gregorio Albarracln - Tarma
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ito - 2024		
SOLICITANTE:	Bach. Condori Chambl, José Antonio - Bach. Guílermez Mamari, Heffer, José Alexander		
DIRECCION:			
UBICACION:	Ito - Ito - Moquegua	RECEPCION DE MUESTRA:	13 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 7% de vidrio	EJECUCION DE ENSAYO:	14 de Diciembre de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC	EMISION DE INFORME:	30 de Diciembre de 2023
Código de Muestra:	M2-7%-S2	Materia:	Suelo de fundación
Datos adicionales:	Muestra N°2	Condición Inicial:	Alterado
Datos del muestreo:	Material realizado por el CLIENTE	Gravedad específica (GS):	2.87 g/cc
Procedimiento de ensayo:	Método C	Material tamizado por el tamiz:	3/4"
Método de preparación:	Seco	Clasificación del material:	SM
		Tamaño máximo de partícula:	2 1/2"
		Descripción de pisen:	Manual

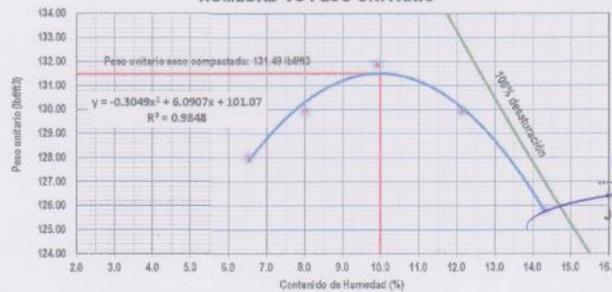
**DENSIDAD HUMEDA**

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
% Agua añadido a la muestra	6.0%	8.0%	10.0%	12.0%	14.0%
Masa del suelo húmedo (g)	4855	4793	4849	4976	4912
Densidad húmeda compactada (g/cc)	2.18	2.25	2.32	2.33	2.30

**DENSIDAD SECA**

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
Masa del Recipiente (g)	195.6	183.4	192.7	164.4	192.7
Masa del Recipiente + Masa del espécimen húmedo (g)	2493.6	2485.9	2516.7	2492.4	2741.3
Masa del Recipiente + Masa del espécimen seco (g)	2352.8	2315.2	2306.9	2243.6	2422.1
Masa del espécimen seco (g)	2157.20	2131.80	2114.20	2049.20	2229.40
Masa del Agua (g)	146.80	170.70	209.80	248.80	319.20
Humedad (%)	6.5	8.0	9.9	12.1	14.3
Densidad seca compactada (g/cc)	2.05	2.08	2.11	2.08	2.02
Peso unitario seco compactado (lb/ft³)	127.98	129.92	131.85	129.92	125.80

**HUMEDAD VS PESO UNITARIO**



**IngeServicios**  
 Ing. Juan Carlos Guílermez  
 RUC: 20449438834  
 JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

RESULTADOS	
Densidad máxima seca (g/cc)	2.11
Densidad máxima seca corregida por sobretamaño (g/cc)	2.22
Humedad Óptima (%)	10.0
Peso unitario seco máximo (lb/ft³)	131.50
Peso unitario seco máximo corregido por sobretamaño (lb/ft³)	136.50
Humedad Óptima Corregida (%)	7.5

**Observación:**

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del peso unitario seco máximo están con aproximación de 0.5 lb/ft³.
- Los resultados de la humedad óptima están con aproximación de 0.5 %.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presenta invalida el documento, reservandonse el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Colipa N° 8, sector Pago Clarique, Distrito de Gregorio Albarracln - Tarma  
**Contacto:** 052284896 - 955988070  
**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20449438834

# Muestra N°3 de suelo patrón + 7% de adición de vidrio triturado.



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de Ingeniería  
 Garantía, eficiencia y seguridad

**INFORME DE ENSAYO**

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página 1 de 1

PRP-06-02R/Abril 2022/Rev.00

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO  
 UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA  
 NTP 339.141**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 013	DIRECCIÓN DE:	Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024	LABORATORIO:	Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna
SOLICITANTE:	Bach. Condoni Chambl, José Antonio - Bach. Guzmán Mamani, Heffer Joel Alexander	RECEPCIÓN DE MUESTRA:	13 de Diciembre de 2023
DIRECCIÓN:		EJECUCIÓN DE ENSAYO:	14 de Diciembre de 2023
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua	EMISIÓN DE INFORME:	30 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 7% de vidrio		
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC		
Código de Muestra:	M3-7%-S3	Materia:	Suelo de fundación
Datos adicionales:	Muestra N°3	Condición inicial:	Alterado
Datos del muefrec:	Materia realizado por el CLIENTE	Gravedad específica (G <sub>s</sub> ):	2.88 g/cc
Procedimiento de ensayo:	Método C	Materia tamizado por el tamiz:	3/4"
Método de preparación:	Seco	Clasificación del materia:	SM
		Tamaño máximo de partícula:	2 1/2"
		Descripción de plon:	Manuf

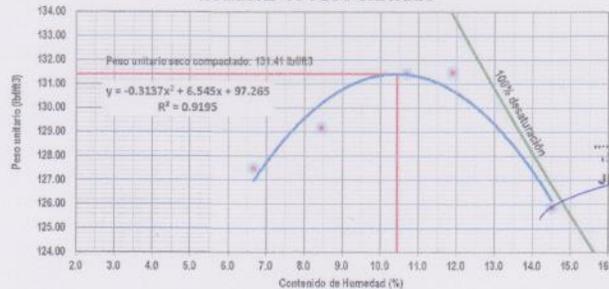
**DENSIDAD HUMEDAD**

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
% Agua añadido a la muestra	6.0%	8.0%	10.0%	12.0%	14.0%
Masa del suelo húmedo (g)	4643	4784	4968	5026	4922
Densidad húmeda compactada (g/cc)	2.18	2.24	2.33	2.36	2.31

**DENSIDAD SECA**

Descripción	PMB-1	PMB-2	PMB-3	PMB-4	PMB-5
Masa del Recipiente (g)	217.7	220.3	2072.1	1917.7	2069.5
Masa del Recipiente + Masa del espécimen húmedo (g)	2395.1	2488.6	2401.9	2451.3	2461.5
Masa del Recipiente + Masa del espécimen seco (g)	2258.9	2311.8	2370.0	2394.5	2411.8
Masa del espécimen seco (g)	2041.20	2091.55	297.94	476.81	342.19
Masa del Agua (g)	136.20	178.60	31.60	56.80	49.70
Humedad (%)	6.7	8.5	10.7	11.9	14.5
Densidad seca compactada (g/cc)	2.04	2.07	2.11	2.11	2.02
Peso unitario seco compactado (lb/ft <sup>3</sup> )	127.48	129.17	131.42	131.48	125.86

**HUMEDAD VS PESO UNITARIO**



**IngeServicios**  
 Ing. José César Carrón Gutiérrez  
 Jefe y Especialista de Calidad

RESULTADOS	
Densidad máxima seca (g/cc)	2.10
Densidad máxima seca corregida por sobretamaño (g/cc)	2.22
Humedad Óptima (%)	10.5
Peso unitario seco máximo (lb/ft <sup>3</sup> )	131.50
Peso unitario seco máximo corregido por sobretamaño (lb/ft <sup>3</sup> )	138.50
Humedad Óptima Corregida (%)	8.0

**Observación:**

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el solicitante.
- Los resultados del peso unitario seco máximo están con aproximación de 0.5 lb/ft<sup>3</sup>.
- Los resultados de la humedad óptima están con aproximación de 0.5 %.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

**Dirección:** Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique  
 Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

**Contacto:** 052284898 - 955089070  
**E-mail:** info@ingeservicios.com.pe

**Web:** www.ingeservicios.com.pe  
**RUC:** 20448438834

# Anexo 05.04. Ensayo de CBR

## Ensayo de relación de soporte California

**Muestra N°1 de suelo patrón + 0% de adición de vidrio triturado.**



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
 Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-15R/Abril 2022/Rev.00

---

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

---

**ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**  
NTP 339.145

---

INFORME N°:	LSCP - 23 - 027
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024
SOLICITANTE:	Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mariani, Heffer Joel Alexander
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante)
ENSAYADO EN:	Laboratorio INGESERVICIOS SAC
Código de muestra:	M1-CONV-51
Datos adicionales:	Muestra N°1
Condición de ensayo de muestra:	Con inmersión
Período de inmersión (Hr):	96 horas
Clasificación SUCS (ASTM D2487):	SM
Método de ensayo:	ASTM D1557
Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> ):	2.01
Humedad Óptima (%):	10.5
Material Retenido en tamiz 3/4" (%):	50.58
Material:	Afirmado
Fecha de Recepción:	13 de Diciembre de 2023
Fecha de Ejecución:	14 de Diciembre de 2023
Fecha de Emisión:	30 de Diciembre de 2023
Descripción:	Muestra de color gris con partículas con visual tamaño máximo de 2 1/2", no presenta (ASTM D2488): cohesión.

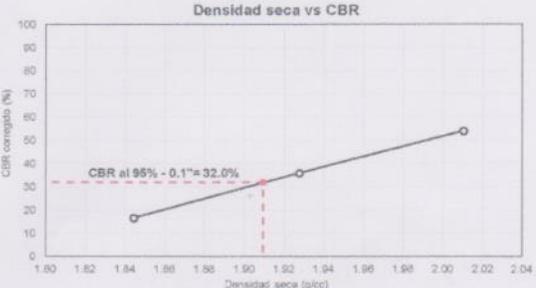
---

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
W. Suelo Humedo (g)	4431	4545	4701
Densidad Humeda (g/cc)	2.096	2.175	2.256
Densidad Seca (g/cc)	1.845	1.928	2.010

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Antes de compactación (%)	10.99	10.95	10.78
Después de compactación (%)	13.62	12.98	12.21
Expansión (%)	-	-	-

---

Penetración	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Tiempo - mm	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.83 mm	4.18	7.76	9.95
1 min - 1.27 mm	7.12	13.22	16.95
1 min 30 seg - 1.90 mm	9.60	17.83	22.85
<b>2 min - 2.54 mm</b>	<b>11.66</b>	<b>21.68</b>	<b>27.77</b>
2 min 30 seg - 3.17 mm	13.66	25.36	32.52
3 min - 3.81 mm	15.57	28.91	37.07
<b>4 min - 5.08 mm</b>	<b>18.59</b>	<b>34.52</b>	<b>44.28</b>
6 min - 7.62 mm	24.10	44.75	57.37
8 min - 10.16 mm	28.62	53.16	68.15
10 min - 12.70 mm	32.51	60.38	77.40



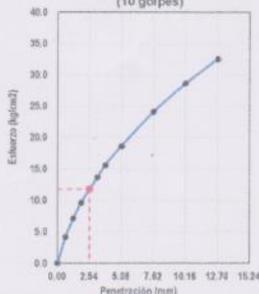
---

**RESULTADOS**

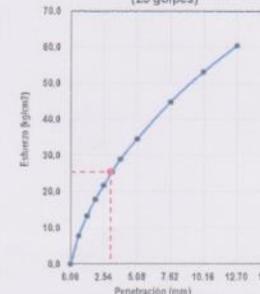
C.B.R. (95 % - 0.1" (%): 32.0

C.B.R. (100 % - 0.1" (%): 54.0

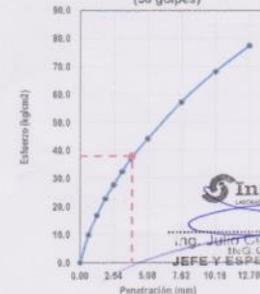
Curva penetración (10 golpes)



Curva de penetración (25 golpes)



Curva de penetración (56 golpes)



---

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. Colpa N° 8, sector Pago Dianique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

052294898 - 95569070  
info@ingeservicios.com.pe

www.ingeservicios.com.pe  
RUC 20449438834



INGESERVICIOS  
S.A.C. - CONSULTORÍA Y CONTROL DE CALIDAD EN PROYECTOS DE INGENIERÍA

ING. JEFFER GUTIERREZ MARIANI  
REG. C. T. N.° 235912  
**JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD**

# Muestra N°2 de suelo patrón + 0% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-15R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

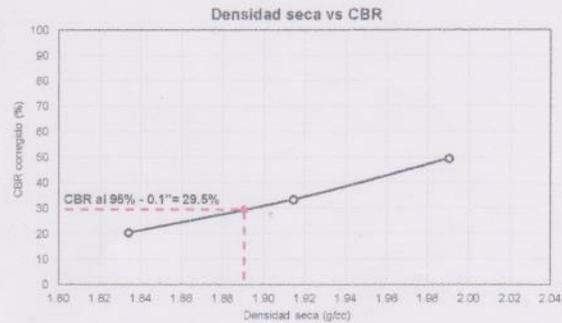
### ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339.145

INFORME N°:	LSCP - 23 - 028		
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024		
SOLICITANTE:	Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutiérrez Meriani, Heffer Joel Alexander		
DIRECCIÓN:			
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua	FECHA DE RECEPCIÓN:	13 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante)	FECHA DE EJECUCIÓN:	14 de Diciembre de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio INGESERVICIOS SAC	FECHA DE EMISIÓN:	30 de Diciembre de 2023
Código de muestra:	M2-COIN-S2	Clasificación SUCS (ASTM D2487):	SM
Datos adicionales:	Muestra N°2	Método de ensayo ASTM D1557	Material Retenido en tamiz 3/4" (%): 50.58
Condición de ensayo de muestra:	Con inmersión	Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> ): 1.99	Material: Alifredo
Periodo de Inmersión (Hr):	96 horas	Humedad Óptima (%): 10.5	Descripción: Muestra de color gris con partículas con visual tamaño máximo de 2 1/2", no presenta (ASTM D2486): cohesión.

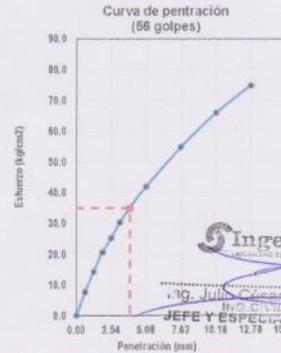
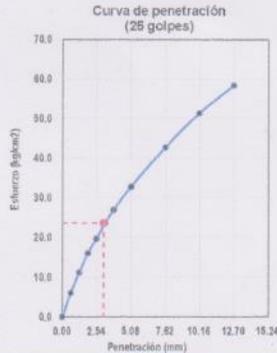
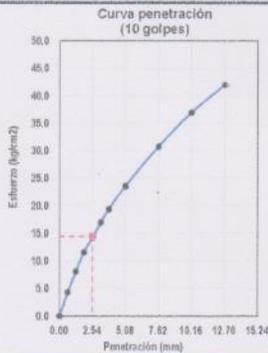
Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
W. Suelo Humedo (g)	4380	4497	4625
Densidad Humeda (g/cc)	2.072	2.155	2.219
Densidad Seca (g/cc)	1.834	1.915	1.990

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Antes de compactación (%)	10.78	10.60	10.65
Después de compactación (%)	12.95	12.66	11.50
Expansión (%)			

Penetración Tiempo - mm	10 Golpes Kg/cm <sup>2</sup>	25 Golpes Kg/cm <sup>2</sup>	56 Golpes Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	4.30	5.97	7.65
1 min - 1.27 mm	8.06	11.20	14.35
1 min 30 seg - 1.90 mm	11.55	16.04	20.57
<b>2 min - 2.54 mm</b>	<b>14.14</b>	<b>19.63</b>	<b>25.17</b>
2 min 30 seg - 3.17 mm	16.97	23.58	30.22
3 min - 3.81 mm	19.36	26.88	34.47
<b>4 min - 5.08 mm</b>	<b>23.57</b>	<b>32.73</b>	<b>41.96</b>
6 min - 7.62 mm	30.78	42.72	54.77
8 min - 10.16 mm	36.99	51.37	65.86
10 min - 12.70 mm	42.01	58.35	74.81



C.B.R. (95% - 0.1" (%)):	29.5
C.B.R. (100% - 0.1" (%)):	49.5



- Este prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.  
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanque Distrito de Gregorio Albarrán - Tacna

052204898 - 955660070  
info@ingeservicios.com.pe

www.ingeservicios.com.pe  
RUC 20449438534

IngeServicios  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
Ing. JULIO CESAR GONZALEZ GUERRERO  
N° 052204898 - 955660070  
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

# Muestra N°3 de suelo patrón + 0% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-15R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R) NTP 339.145

INFORME N°: LSOP - 23 - 029

PROYECTO: Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

SOLICITANTE: Bach. Condoni Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamari, Haifer Joel Alexander

DIRECCIÓN:

UBICACIÓN: Ilo - Ilo - Moquegua

MUESTRA: Suelo de fundación (Subrasante)

ENSAYADO EN: Laboratorio INGESERVICIOS S.A.C

FECHA DE RECEPCIÓN: 13 de Diciembre de 2023

FECHA DE EJECUCIÓN: 14 de Diciembre de 2023

FECHA DE EMISIÓN: 30 de Diciembre de 2023

Código de muestra: M3-CONV-33

Clasificación SUCS (ASTM D2487): SM

Material Retenido en tamiz 3/4" (%): 56.58

Datos adicionales: Muestra N°3

Método de ensayo ASTM D1557

Material: Afirmado

Condición de ensayo de muestra: Con inmersión

Densidad máxima seca (g/cm<sup>3</sup>): 2.02

Descripción: Muestra de color gris con partículas con visual tamaño máximo de 2 1/2", no presenta (ASTM D2488): cohesión.

Periodo de inmersión (hr): 56 horas

Humedad Óptima (%): 10.0

#### COMPACTACIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
W. Suelo Humedo (g)	4385	4494	4724
Densidad Humeda (g/cc)	2.074	2.154	2.267
Densidad Seca (g/cc)	1.939	1.912	2.020

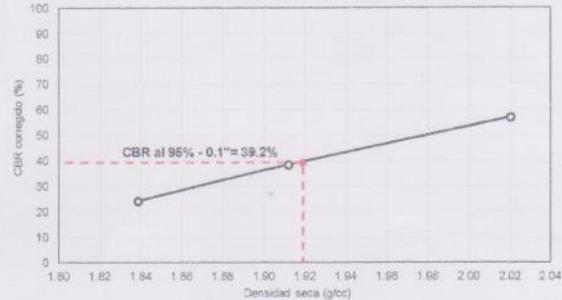
#### HUMEDAD - EXPANSIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Antes de compactación (%)	10.22	10.39	10.48
Después de compactación (%)	12.80	12.54	12.21
Expansión (%)	-	-	-

#### PENETRACIÓN

Penetración	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	7.28	10.11	12.96
1 min - 1.27 mm	11.21	15.57	19.96
1 min 30 seg - 1.90 mm	14.53	20.18	25.87
<b>2 min - 2.54 mm</b>	<b>17.29</b>	<b>24.01</b>	<b>30.78</b>
2 min 30 seg - 3.17 mm	19.95	27.71	35.63
3 min - 3.81 mm	22.51	31.26	40.47
<b>4 min - 5.08 mm</b>	<b>26.54</b>	<b>36.87</b>	<b>47.29</b>
6 min - 7.62 mm	33.91	47.10	60.38
8 min - 10.16 mm	39.96	55.50	71.16
10 min - 12.70 mm	45.16	62.72	80.41

#### Densidad seca vs CBR

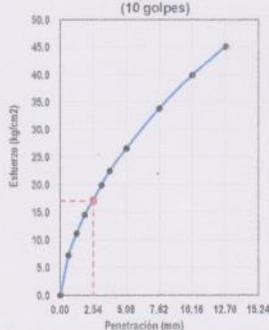


#### RESULTADOS

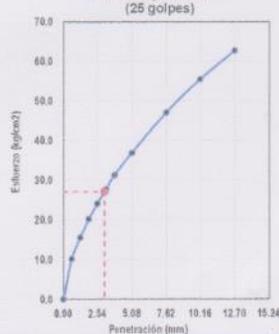
C.B.R. (95% - 0.1" (%): 39.2

C.B.R. (100% - 0.1" (%): 56.9

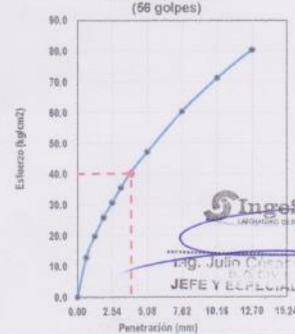
#### Curva penetración (10 golpes)



#### Curva de penetración (25 golpes)



#### Curva de penetración (56 golpes)



- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. Colpa N° 8, sector Pago Chanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

052234898 - 956868070  
info@ingeservicios.com.pe

www.ingeservicios.com.pe  
RUC 20449438834

IngeServicios

Ing. Julián César Coronado Cordero  
JEFE Y EJECUTIVO DE CALIDAD

# Muestra N°1 de suelo patrón + 5% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-15R/Abril 2022/Rev.00

### INFORME DE ENSAYO DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339.145

INFORME N°:	LSOP - 23 - 030		
PROYECTO:	Influencia por edición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024		
SOLICITANTE:	Ech: Condoni Chambi, José Antonio - Bach: Gutiérrez Mamari, Heffer Joel Alexander		
DIRECCIÓN:			
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua	FECHA DE RECEPCIÓN:	13 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Sueb de fundación (Subrasante) + 5% de vidrio	FECHA DE EJECUCIÓN:	14 de Diciembre de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio INGESERVICIOS SAC	FECHA DE EMISIÓN:	30 de Diciembre de 2023
Código de muestra:	M1-5%-S1	Clasificación SUCS (ASTM D2487):	SM
Datos adicionales:	Muestra N°1	Material Retenido en tamiz 34" (%):	50.68
Condición de ensayo de muestra:	Con inmersión	Método de ensayo ASTM D1557	Material: Afirmado
Periodo de Inmersión (Hr):	96 horas	Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> ):	2.08
		Humedad Óptima (%):	9.5
		Descripción:	Muestra de color gris con partículas con visual tamaño máximo de 2 1/2", no presenta (ASTM D2486): cohesión.

#### COMPACTACIÓN

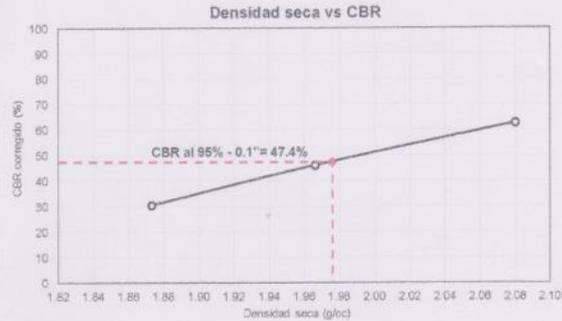
Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
W. Suelo Humedo (g)	4450	4596	4833
Densidad Humeda (g/cc)	2.105	2.202	2.319
Densidad Seca (g/cc)	1.873	1.966	2.080

#### HUMEDAD - EXPANSIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Antes de compactación (%)	9.92	9.64	9.58
Después de compactación (%)	12.35	12.02	11.50
Expansión (%)	-	-	-

#### PENETRACIÓN

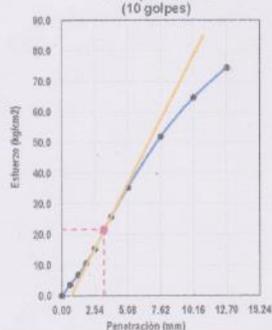
Penetración Tiempo - mm	10 Golpes Kg/cm <sup>2</sup>	25 Golpes Kg/cm <sup>2</sup>	56 Golpes Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	3.64	5.60	8.00
1 min - 1.27 mm	6.88	10.58	15.12
1 min 30 seg - 1.90 mm	10.64	16.37	23.39
<b>2 min - 2.54 mm</b>	<b>15.24</b>	<b>23.45</b>	<b>33.50</b>
2 min 30 seg - 3.17 mm	20.80	32.01	45.72
3 min - 3.81 mm	25.67	39.49	56.41
<b>4 min - 5.08 mm</b>	<b>35.18</b>	<b>54.12</b>	<b>77.31</b>
5 min - 7.62 mm	51.91	79.87	114.10
6 min - 10.16 mm	64.73	99.58	142.25
10 min - 12.70 mm	74.52	114.64	163.77



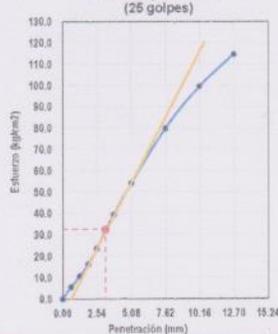
#### RESULTADOS

C.B.R. (95% - 0.1" (%)):	47.4
C.B.R. (100% - 0.1" (%)):	62.6

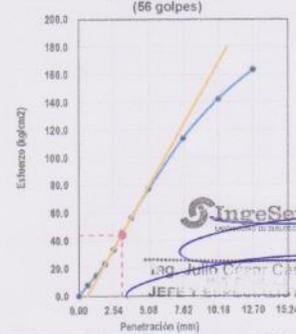
#### Curva penetración (10 golpes)



#### Curva de penetración (25 golpes)



#### Curva de penetración (56 golpes)



- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. Colpa N° 8, sector Pago Otarique Distrito de Oregón Albaracín - Tacna

052284896 - 955896070  
info@ingeservicios.com.pe

www.ingeservicios.com.pe  
RUC: 20449438834

IngeServicios  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
Ing. Juan Carlos Carrón Gutiérrez  
JEFE DE SUBDIRECCIÓN DE CALIDAD

# Muestra N°2 de suelo patrón + 5% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-15R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339.145

INFORME N°: LSCP - 23 - 031

PROYECTO: Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

SOLICITANTE: Bach. Condon Chambi, José Antonio - Bach. Gutiérrez Mamani, Heffer Joel Alexander

DIRECCIÓN:

UBICACIÓN: Ilo - Ilo - Moquegua

MUESTRA: Suelo de fundación (Subrasante) + 5% de vidrio

ENSAYADO EN: Laboratorio INGESERVICIOS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN: 13 de Diciembre de 2023

FECHA DE EJECUCIÓN: 14 de Diciembre de 2023

FECHA DE EMISIÓN: 30 de Diciembre de 2023

Código de muestra: M2-5%-S2

Clasificación SUCS (ASTM D2487): SM

Material Retenido en tamiz 3/4" (%): 50.58

Datos adicionales: Muestra N°2

Método de ensayo ASTM D1557

Material: Afirmado

Condición de ensayo de muestra: Con inmersión

Densidad máxima seca (g/cm<sup>3</sup>): 2.05

Descripción: Muestra de color gris con partículas con visual tamaño máximo de 2 1/2", no presenta (ASTM D2488): cohesión.

Periodo de inmersión (H): 96 horas

Humedad Óptima (%): 10.5

#### COMPACTACIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
W. Suelo Humedo (g)	4458	4622	4851
Densidad Humeda (g/cc)	2.108	2.215	2.328
Densidad Seca (g/cc)	1.872	1.977	2.050

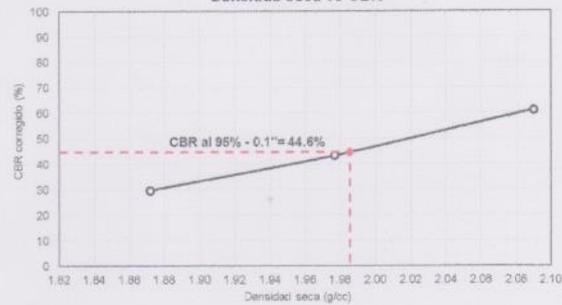
#### HUMEDAD - EXPANSIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Antes de compactación (%)	10.82	10.83	10.78
Después de compactación (%)	12.64	12.05	11.37
Expansión (%)	-	-	-

#### PENETRACIÓN

Penetración Tiempo - mm	10 Golpes Kg/cm <sup>2</sup>	25 Golpes Kg/cm <sup>2</sup>	56 Golpes Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	3.14	4.84	6.91
1 min - 1.27 mm	6.52	10.03	14.32
1 min 30 seg - 1.90 mm	10.14	15.61	22.30
2 min - 2.54 mm	14.88	22.90	32.71
2 min 30 seg - 3.17 mm	20.31	31.24	44.63
3 min - 3.81 mm	25.30	38.93	55.61
4 min - 5.08 mm	34.68	53.38	76.22
6 min - 7.62 mm	51.55	79.31	113.30
8 min - 10.16 mm	64.23	98.81	141.16
10 min - 12.70 mm	74.16	114.08	162.58

#### Densidad seca vs CBR

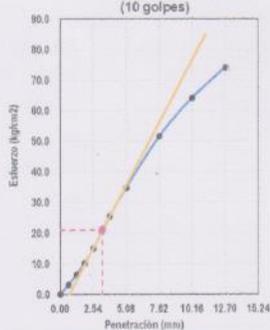


#### RESULTADOS

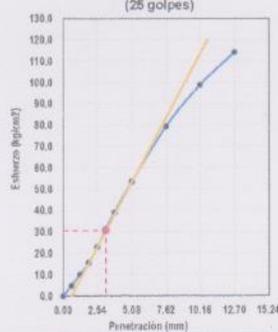
C.B.R. (95 % - 0.1" (%): 44.6

C.B.R. (100 % - 0.1" (%): 61.2

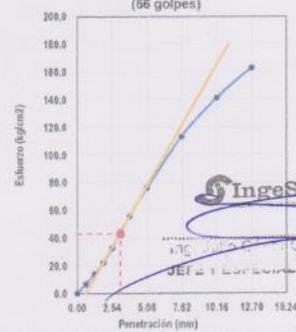
#### Curva penetración (10 golpes)



#### Curva de penetración (25 golpes)



#### Curva de penetración (56 golpes)



- Este prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

# Muestra N°3 de suelo patrón + 5% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-15R/Abril 2022/Rev.00

### INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

NTP 339.145

INFORME N°:	LSCP - 23 - 032
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024
SOLICITANTE:	Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heffer Joel Alexander
DIRECCIÓN:	
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 5% de vidrio
ENSAYADO EN:	Laboratorio INGESERVICIOS SAC
Código de muestra:	M3-5%-S3
Datos adicionales:	Muestra N°3
Condición de ensayo de muestra:	Con inmersión
Periodo de Inmersión (Hr):	96 horas
Clasificación SUCS (ASTM D2487):	SM
Método de ensayo:	ASTM D1557
Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> ):	2.08
Humedad Óptima (%):	10.0
Materiales Retenido en tamiz 34" (%):	60.58
Material:	Afirmado
Descripción:	Muestra de color gris con partículas con visual tamaño máximo de 2 1/2", no presenta (ASTM D2489): cohesión.

#### COMPACTACIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
W. Suelo Humedo (g)	4409	4563	4837
Densidad Humeda (g/cc)	2.085	2.187	2.321
Densidad Seca (g/cc)	1.856	1.954	2.080

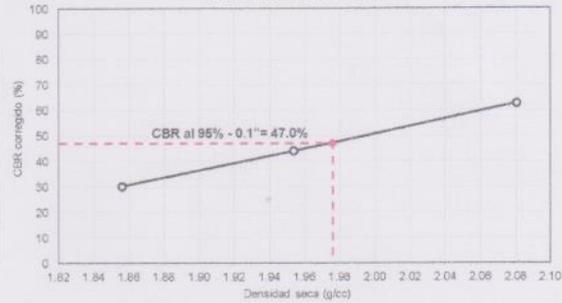
#### HUMEDAD - EXPANSIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Antes de compactación (%)	10.20	10.34	10.29
Después de compactación (%)	12.34	11.52	11.56
Expansión (%)	-	-	-

#### PENETRACIÓN

Penetración	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Tiempo - mm	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	3.84	5.56	7.72
1 min - 1.27 mm	7.46	10.81	15.02
1 min 30 seg - 1.90 mm	11.48	16.64	23.11
<b>2 min - 2.54 mm</b>	<b>18.60</b>	<b>24.09</b>	<b>33.41</b>
2 min 30 seg - 3.17 mm	22.58	32.72	45.44
3 min - 3.81 mm	27.98	40.54	56.31
<b>4 min - 5.08 mm</b>	<b>38.27</b>	<b>55.47</b>	<b>77.04</b>
6 min - 7.62 mm	56.63	82.08	114.00
8 min - 10.16 mm	70.63	102.22	141.58
10 min - 12.70 mm	81.31	117.85	163.68

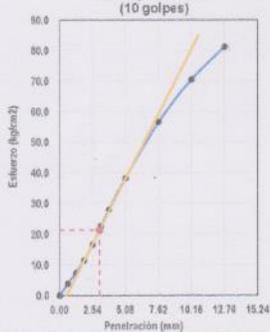
#### Densidad seca vs CBR



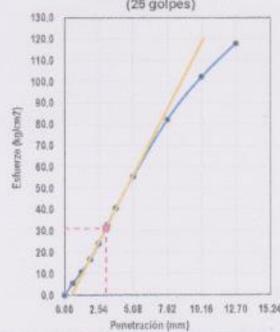
#### RESULTADOS

C.B.R. (95% - 0.1" (%)) : 47.0  
C.B.R. (100% - 0.1" (%)) : 52.6

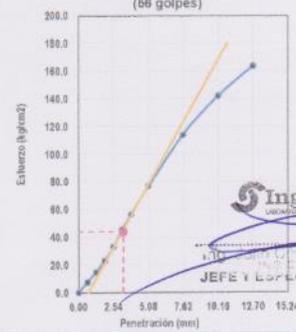
#### Curva penetración (10 golpes)



#### Curva de penetración (25 golpes)



#### Curva de penetración (56 golpes)

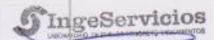


- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. Colpa N° 8, sector Pago Otarique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

052234808 - 956698070  
info@ingeservicios.com.pe

www.ingeservicios.com.pe  
RUC 20449438834



Ing. Condori Chambi, Heffer Joel Alexander  
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALID

# Muestra N°1 de suelo patrón + 6% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-15R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339.145

INFORME N°: LSCP - 23 - 033

PROYECTO: Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024

SOLICITANTE: Bach. Condoni Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heffer Joel Alexander

DIRECCIÓN:

UBICACIÓN: Ilo - Ilo - Moquegua

MUESTRA: Suelo de fundación (Subrasante) + 6% de vidrio

ENSAYADO EN: Laboratorio INGESERVICIOS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN: 13 de Diciembre de 2023

FECHA DE EJECUCIÓN: 14 de Diciembre de 2023

FECHA DE EMISIÓN: 30 de Diciembre de 2023

Código de muestra: M1-6%-S1

Clasificación SUCS (ASTM D2487): SM

Material Retenido en tamiz 3/4" (%): 50.58

Datos adicionales: Muestra N°1

Método de ensayo ASTM D1557

Material: Afirmado

Condición de ensayo de muestra: Con inmersión

Densidad máxima seca (g/cm<sup>3</sup>): 2.14

Descripción: Muestra de color gris con partículas con visual tamaño máximo de 2 1/2", no presenta (ASTM D2488): cohesión.

Periodo de inmersión (Hr): 96 horas

Humedad Óptima (%): 10.0

#### COMPACTACIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
W. Suelo Humedo (g)	4535	4714	4652
Densidad Humeda (g/cc)	2.145	2.259	2.376
Densidad Seca (g/cc)	1.914	2.023	2.140

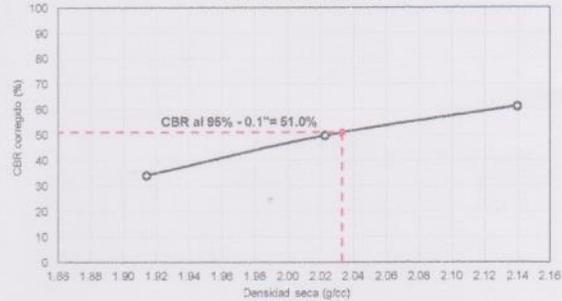
#### HUMEDAD - EXPANSIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Antes de compactación (%)	10.35	10.43	10.50
Después de compactación (%)	12.07	11.69	11.05
Expansión (%)	-	-	-

#### PENETRACIÓN

Penetración	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Tiempo - mm	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	3.73	5.76	7.20
1 min - 1.27 mm	8.46	13.08	16.35
1 min 30 seg - 1.90 mm	13.27	20.51	25.64
<b>2 min - 2.54 mm</b>	<b>18.70</b>	<b>28.91</b>	<b>36.13</b>
2 min 30 seg - 3.17 mm	25.16	38.89	48.62
3 min - 3.81 mm	30.89	47.75	59.69
<b>4 min - 5.08 mm</b>	<b>41.97</b>	<b>64.89</b>	<b>81.11</b>
5 min - 7.62 mm	61.60	96.22	119.03
8 min - 10.16 mm	76.54	118.33	147.51
10 min - 12.70 mm	88.04	136.10	170.12

#### Densidad seca vs CBR

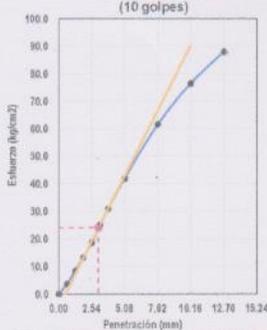


#### RESULTADOS

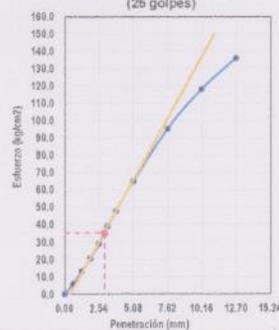
C.B.R. (95% - 0.1" (%): 51.0

C.B.R. (100% - 0.1" (%): 51.2

#### Curva penetración (10 golpes)



#### Curva de penetración (25 golpes)



#### Curva de penetración (56 golpes)



- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Oregorio Albarrean - Tacna

052294898 - 95668070  
info@ingeservicios.com.pe

www.ingeservicios.com.pe  
RUC 20449438634

IngeServicios  
Ingeniería y Control de Calidad  
Ing. Juan Carlos Gutiérrez  
JEFE Y RESPONSABLE DE CALIDAD

# Muestra N°2 de suelo patrón + 6% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-15R/Abril 2022/Rev.00

### INFORME DE ENSAYO DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339.145

INFORME N°:	LSCP - 23 - 034
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024
SOLICITANTE:	Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heffer Joel Alexander
DIRECCIÓN:	-
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 6% de vidrio
ENSAYADO EN:	Laboratorio INGESERVICIOS SAC
Código de muestra:	M2-6%-S2
Clasificación SUCS (ASTM D2487):	SM
Material Retenido en tamiz 34" (%):	50.58
Datos adicionales:	Muestra N°2
Método de ensayo ASTM D1557	Material: Afimado
Condición de ensayo de muestra:	Con inmersión
Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> ):	2.13
Descripción:	Muestra de color gris con partículas con visual tamaño máximo de 2 1/2", no presenta (ASTM D2486): cohesión.
Periodo de Inmersión (hr):	96 horas
Humedad Óptima (%):	10.0

#### COMPACTACIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
W. Suelo Humedo (g)	4520	4735	4950
Densidad Humeda (g/cc)	2.138	2.269	2.375
Densidad Seca (g/cc)	1.905	2.030	2.130

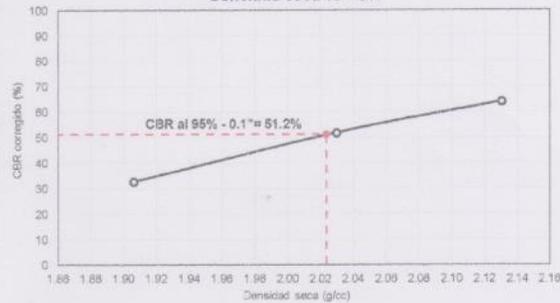
#### HUMEDAD - EXPANSIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Antes de compactación (%)	10.29	10.37	10.42
Después de compactación (%)	12.15	11.79	11.50
Expansión (%)	-	-	-

#### PENETRACIÓN

Penetración	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Tiempo - mm	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	3.61	6.35	7.94
1 min - 1.27 mm	8.15	13.59	15.99
1 min 30 seg - 1.90 mm	12.66	21.11	25.38
2 min - 2.54 mm	17.65	29.41	36.79
2 min 30 seg - 3.17 mm	23.69	39.49	49.36
3 min - 3.81 mm	28.98	48.26	60.32
4 min - 5.08 mm	39.29	65.49	81.85
6 min - 7.62 mm	57.44	95.73	119.65
8 min - 10.16 mm	71.35	118.92	148.65
10 min - 12.70 mm	81.96	136.60	170.76

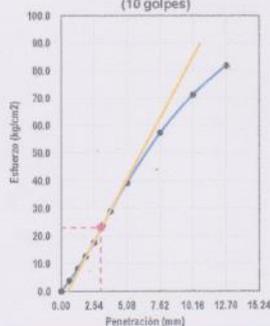
#### Densidad seca vs CBR



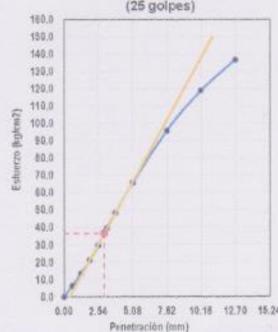
#### RESULTADOS

C.B.R. (95% - 0.1" (%): 51.2  
C.B.R. (100% - 0.1" (%): 64.0

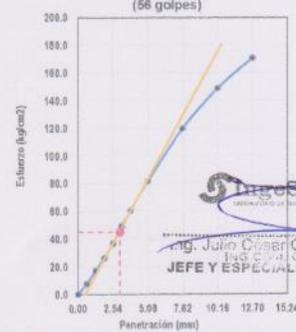
#### Curva penetración (10 golpes)



#### Curva de penetración (25 golpes)



#### Curva de penetración (56 golpes)

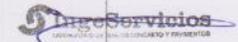


- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. Colpa N° 8, sector Pago Olarique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

052234898 - 955098070  
info@ingeservicios.com.pe

www.ingeservicios.com.pe  
RUC 20449438634



Ing. Julio César Carrón Gutierrez  
ING CIVIL CIP 258912  
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

# Muestra N°3 de suelo patrón + 6% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-15R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R) NTP 339.145

INFORME N°:	LSOP - 23 - 035
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024
SOLICITANTE:	Bach. Condoni Chambi, Jose Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heffer Joel Alexander
DIRECCIÓN:	-
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 6% de vidrio
ENSAYADO EN:	Laboratorio INGESERVICIOS S.A.C.
Código de muestra:	M3-6%-S3
Clasificación SUCS (ASTM D2487):	SM
Material Retenido en tamiz 34" (%):	60.58
Datos adicionales: Muestra N°3	Método de ensayo ASTM D1557
Material:	Afirmado
Condición de ensayo de muestra:	Con inmersión
Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> ):	2.13
Descripción:	Muestra de color gris con partículas con visual tamaño máximo de 2 1/2", no presenta (ASTM D2488): cohesión.
Periodo de Inmersión (Hr):	96 horas
Humedad Óptima (%):	9.5

#### COMPACTACIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
W Suelo Humedo (g)	4561	4775	4975
Densidad Humeda (g/cc)	2.157	2.288	2.387
Densidad Seca (g/cc)	1.910	2.029	2.130

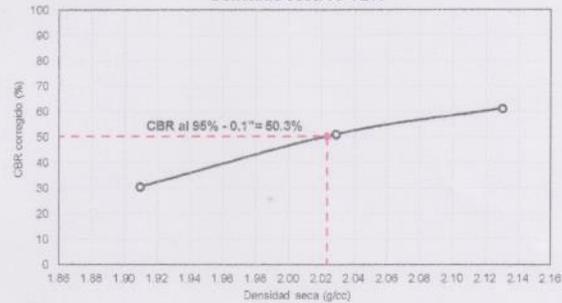
#### HUMEDAD - EXPANSIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Antes de compactación (%)	9.85	9.88	9.61
Después de compactación (%)	12.57	12.78	12.06
Expansión (%)	-	-	-

#### PENETRACIÓN

Penetración	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Tiempo - mm	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00
30 seg - 6.53 mm	3.16	5.27	6.58
1 min - 1.27 mm	7.56	12.60	16.75
1 min 30 seg - 1.90 mm	12.02	20.03	26.04
<b>2 min - 2.54 mm</b>	<b>17.05</b>	<b>28.42</b>	<b>35.52</b>
2 min 30 seg - 3.17 mm	23.04	38.41	48.01
3 min - 3.81 mm	28.36	47.27	59.08
<b>4 min - 5.08 mm</b>	<b>38.64</b>	<b>64.40</b>	<b>80.50</b>
5 min - 7.52 mm	56.84	94.74	118.42
6 min - 10.16 mm	70.70	117.84	147.30
10 min - 12.70 mm	81.37	135.61	169.52

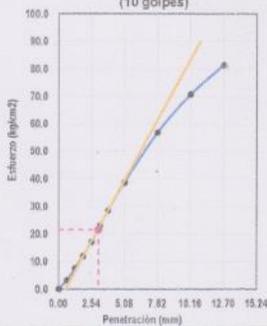
#### Densidad seca vs CBR



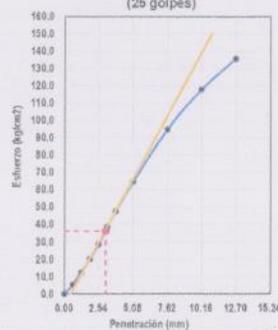
#### RESULTADOS

C.B.R. (95% - 0.1" (%)) : 50.3  
C.B.R. (100% - 0.1" (%)) : 81.2

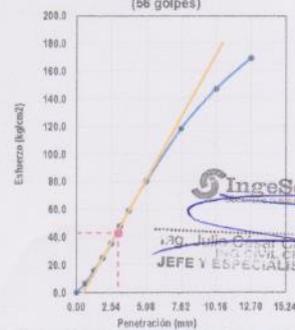
#### Curva penetración (10 golpes)



#### Curva de penetración (25 golpes)



#### Curva de penetración (56 golpes)



- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. Colpa N° 8, sector Pago Olantique Distrito de Oregorio Alvaracin - Tacna

052254888 - 95666070  
info@ingeservicios.com.pe

www.ingeservicios.com.pe  
RUC 20449438834

**IngeServicios**  
INGENIERIA DE CALIDAD Y EFICIENCIA  
Ing. Julia Gisela Patricia Gutierrez  
INGENIERA DE CALIDAD  
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

# Muestra N°1 de suelo patrón + 7% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-15R/Abril 2022/Rev.00

### INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)

NTP 339.145

INFORME N°:	LSCP - 23 - 038		
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024		
SOLICITANTE:	Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutiérrez Mamani, Heffer Joel Alexander		
DIRECCIÓN:			
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua	FECHA DE RECEPCIÓN:	13 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 7% de vidrio	FECHA DE EJECUCIÓN:	14 de Diciembre de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio INGESERVICIOS SAC	FECHA DE EMISIÓN:	30 de Diciembre de 2023
Código de muestra:	M1-7%-S1	Clasificación SUCS (ASTM D2487):	SM
Datos adicionales:	Muestra N°1	Método de ensayo ASTM D1557	
Condición de ensayo de muestra:	Con inmersión	Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> ):	2.11
Periodo de inmersión (Hr):	96 horas	Humedad Óptima (%):	10.0
		Material Retenido en tamiz 34" (%):	50.58
		Material:	Alfmeado
		Descripción:	Muestra de color gris con partículas con visual tamaño máximo de 2 1/2", no presenta (ASTM D2488): cohesión.

#### COMPACTACIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
W. Suelo Humedo (g)	4495	4735	4942
Densidad Humeda (g/cc)	2.126	2.269	2.371
Densidad Seca (g/cc)	1.877	2.009	2.110

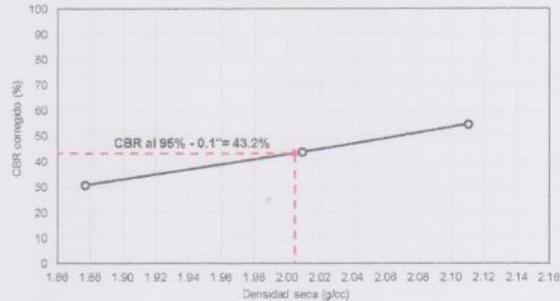
#### HUMEDAD - EXPANSIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Antes de compactación (%)	10.35	10.29	10.42
Después de compactación (%)	13.29	12.94	12.37
Expansión (%)	-	-	-

#### PENETRACIÓN

Penetración	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Tiempo - mm	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	6.77	9.68	12.09
1 min - 1.27 mm	12.94	18.49	23.11
1 min 30 seg - 1.90 mm	17.18	24.55	30.68
<b>2 min - 2.54 mm</b>	<b>21.12</b>	<b>30.17</b>	<b>37.71</b>
2 min 30 seg - 3.17 mm	24.97	35.24	44.05
3 min - 3.81 mm	27.25	38.93	48.67
<b>4 min - 5.08 mm</b>	<b>32.65</b>	<b>46.84</b>	<b>58.30</b>
6 min - 7.62 mm	42.09	60.13	75.17
8 min - 10.16 mm	49.96	71.37	89.22
10 min - 12.70 mm	56.86	80.94	101.18

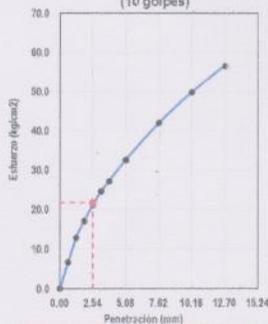
#### Densidad seca vs CBR



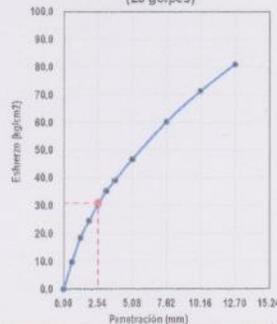
#### RESULTADOS

C.B.R. (95 % - 0.1" (%): 43.2  
C.B.R. (100 % - 0.1" (%): 54.6

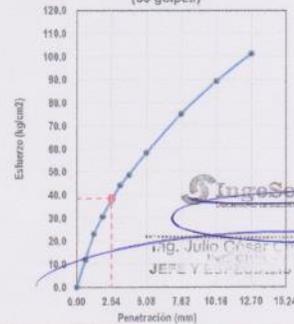
#### Curva penetración (10 golpes)



#### Curva de penetración (25 golpes)



#### Curva de penetración (56 golpes)



- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

# Muestra N°2 de suelo patrón + 7% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-15R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R) NTP 339.145

INFORME N°:	LSCP - 23 - 037		
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024		
SOLICITANTE:	Bach. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Cuñerez Mamani, Heffer Joel Alexander		
DIRECCIÓN:			
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua	FECHA DE RECEPCIÓN:	13 de Diciembre de 2023
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 7% de vidrio	FECHA DE EJECUCIÓN:	14 de Diciembre de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio INGESERVICIOS SAC	FECHA DE EMISIÓN:	30 de Diciembre de 2023
Código de muestra:	M2-7%-S2	Clasificación SUCS (ASTM D2487):	SM
Datos adicionales:	Muestra N°2	Método de ensayo ASTM D1557	
Condición de ensayo de muestra:	Con inmersión	Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> ):	2.11
Periodo de Inmersión (Hr):	96 horas	Humedad Óptima (%):	10.0
		Material Retenido en tamiz 3/4" (%):	66.58
		Material:	Afirmado
		Descripción:	Muestra de color gris con partículas con visual tamaño máximo de 2 1/2", no presente (ASTM D2489): cohesión.

#### COMPACTACIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
W. Suelo Humedo (g)	4523	4731	4890
Densidad Humeda (g/cc)	2.130	2.267	2.345
Densidad Seca (g/cc)	1.899	2.021	2.110

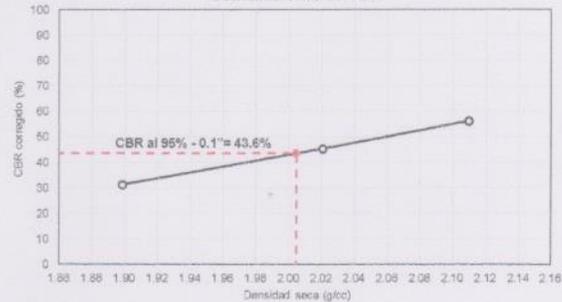
#### HUMEDAD - EXPANSIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Antes de compactación (%)	10.45	10.50	10.29
Después de compactación (%)	12.57	12.19	11.22
Expansión (%)	-	-	-

#### PENETRACIÓN

Penetración	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	7.63	10.89	13.62
1 min - 1.27 mm	13.77	19.67	24.59
1 min 30 seg - 1.90 mm	18.03	25.76	32.20
<b>2 min - 2.54 mm</b>	<b>21.84</b>	<b>31.39</b>	<b>39.19</b>
2 min 30 seg - 3.17 mm	25.52	36.45	45.57
3 min - 3.81 mm	28.08	40.11	50.14
<b>4 min - 5.08 mm</b>	<b>33.50</b>	<b>47.86</b>	<b>59.82</b>
6 min - 7.62 mm	42.92	61.31	75.64
8 min - 10.16 mm	50.51	72.59	90.74
10 min - 12.70 mm	57.49	82.12	102.65

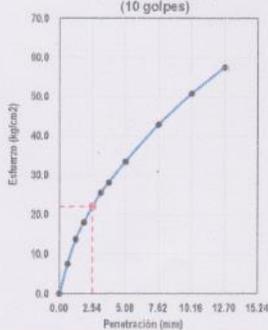
#### Densidad seca vs CBR



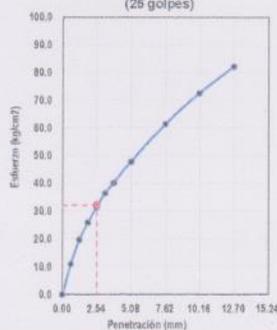
#### RESULTADOS

C.B.R. (95 % - 0.1" (%): 43.6  
C.B.R. (100 % - 0.1" (%): 56.2

#### Curva penetración (10 golpes)



#### Curva de penetración (25 golpes)



#### Curva de penetración (56 golpes)



- Este prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. Colpa N° 8, sector Pego Olimique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

052264868 - 955686070  
info@ingeservicios.com.pe

www.ingeservicios.com.pe  
RUC 20449438634

IngeServicios  
Ing. Jaime César Cruz Romero  
JEFE Y RESPONSABLE DE CALIDAD

# Muestra N°3 de suelo patrón + 7% de adición de vidrio triturado.



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería  
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-15R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

### ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339.145

INFORME N°:	LSCP - 23 - 038
PROYECTO:	Influencia por adición de vidrio triturado en propiedades físico-mecánicas en subrasante en la provincia de Ilo - 2024
SOLICITANTE:	Ech. Condori Chambi, José Antonio - Bach. Gutierrez Mamani, Heffer Joel Alexander
DIRECCIÓN:	
UBICACIÓN:	Ilo - Ilo - Moquegua
MUESTRA:	Suelo de fundación (Subrasante) + 7% de vidrio
ENSAYADO EN:	Laboratorio INGESERVICIOS SAC
Código de muestra:	M3-7%-S3
Clasificación SUCS (ASTM D2487):	SM
Material Retenido en tamiz 34" (%):	50.58
Datos adicionales:	Muestra N°3
Metodo de ensayo:	ASTM D1557
Material:	Afirmado
Condición de ensayo de muestra:	Con inmersión
Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> ):	2.1
Descripción:	Muestra de color gris con partículas con visual tamaño máximo de 2 1/2", no presenta (ASTM D2488): cohesión.
Periodo de Inmersión (Hr):	96 horas
Humedad Optima (%):	10.5

#### COMPACTACIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
W. Suelo Humedo (g)	4518	4725	4903
Densidad Humeda (g/cc)	2.197	2.264	2.353
Densidad Seca (g/cc)	1.892	2.012	2.100

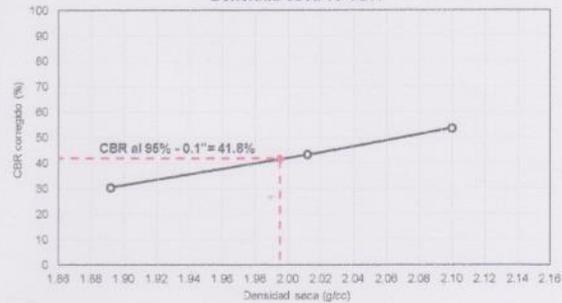
#### HUMEDAD - EXPANSIÓN

Características/N°Golpes	10 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
Antes de compactación (%)	10.68	10.74	10.52
Después de compactación (%)	12.97	12.55	12.04
Expansión (%)	-	-	-

#### PENETRACIÓN

Penetración Tiempo - mm	10 Golpes Kg/cm <sup>2</sup>	25 Golpes Kg/cm <sup>2</sup>	56 Golpes Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.90 mm	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	7.01	10.01	12.52
1 min - 1.27 mm	13.18	18.83	23.53
1 min 30 seg - 1.90 mm	17.42	24.88	31.10
2 min - 2.54 mm	21.35	30.59	38.13
2 min 30 seg - 3.17 mm	24.90	35.57	44.47
3 min - 3.81 mm	27.49	39.27	49.09
4 min - 5.08 mm	32.88	46.99	58.72
6 min - 7.62 mm	42.33	60.47	75.59
8 min - 10.16 mm	50.20	71.71	89.64
10 min - 12.70 mm	56.90	81.20	101.60

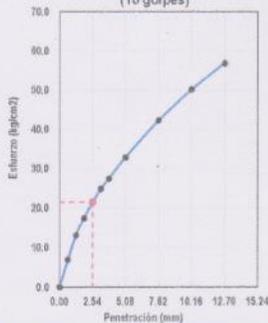
#### Densidad seca vs CBR



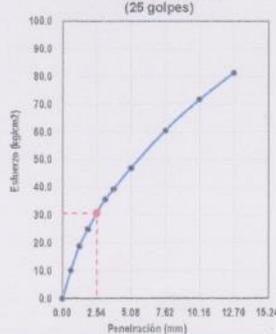
#### RESULTADOS

C.B.R. (95 % - 0.1" ): 41.8  
C.B.R. (100 % - 0.1" ): 53.6

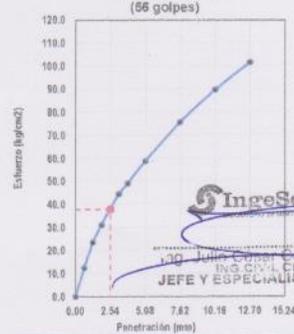
#### Curva penetración (10 golpes)



#### Curva de penetración (25 golpes)



#### Curva de penetración (56 golpes)



- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de IngeServicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanillo Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

052284898 - 95668070  
info@ingeservicios.com.pe

www.ingeservicios.com.pe  
RUC 20449438834

**IngeServicios**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING. CIVIL EIP-235812  
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

## ANEXO 05: PANEL FOTOGRÁFICO

**PASO N°1: EXTRACCIÓN DEL MATERIAL SUELO EN SUS RESPECTIVOS PUNTO PARA UNA SUBRASANTE.**



Ubicación de la Calicata N°1



Medición de la calicata N°1 a 1.50m de altura de profundidad



Extracción del material suelo requerido de 60 Kg de la calicata N°1



Ubicación de la Calicata N°2



Ubicación de la Calicata N°3



Medición de la calicata N°2 a 1.50m de altura de profundidad



Medición de la calicata N°3 a 1.50m de altura de profundidad



Extracción del material suelo requerido de 60 Kg de la calicata N°2



Extracción del material suelo requerido de 60 Kg de la calicata N°3

**PASO N°2: TRITURACIÓN DEL MATERIAL DE ADICIÓN PARA LA SUBRASANTE, VIDRIO RECICLADO.**



Material requerido vidrio reciclado que se requiere para el proceso de trituración



Proceso de trituración de forma manual de las botellas de vidrio reciclado



Se obtuvo 6 kilos de vidrio triturado – molido

### PASO N°3: TRABAJO DE LABORATORIO



El material se secó al ambiente por 4 horas



A continuación se utilizó los tamices para la granulometría para el tipo de suelo



El material se llevó al horno por 24 horas para su respectivo secado



Después se comenzó con el límite líquido y el límite plástico



A continuación, se sacó el material para el pesar para el Proctor Modificado



Se pesó el molde que requerirá para el Proctor



Se pesó el material para el avanzar con el Proctor



Se comenzó el Proctor sin la adición de vidrio y con la adición de vidrio triturado 5%,6%,7% y con el procedimiento del Proctor modificado respetando la norma para el N° de golpes.



Se utilizó la prensa CBR para hallar la capacidad de soporte del material extraído sin la adición de vidrio y posteriormente con la adición de vidrio reciclado triturado de 5%,6%,7% para hallar la capacidad de soporte de nuestro suelo



**TESISTAS EN LABORATORIO**