



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en
propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo,
2024

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

AUTORAS:

Espejo Vizcarra, Alexandra Paola (orcid.org/0009-0001-5633-7935)

Paredes Rosas, Camila Fernanda (orcid.org/0009-0007-5084-7604)

ASESOR:

Dr. Ascoy Flores, Kevin Arturo (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 mis padres Johnny Espejo y Rosa Vizcarra por su constante confianza, amor y apoyo incondicional lo largo de todo este proceso, que son los que me impulsan a la persecución y logro de mis metas, por jamás dejarme rendir. A mi papá Betito (+) que su mayor anhelo fue verme lograr esta meta que ambos nos propusimos, sé que desde donde está, va observando cada paso que doy. Un beso al cielo abuelito.

(Espejo Vizcarra, Alexandra Paola)

Esta tesis la dedico a mi madre Wendolíd Rosas por su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida y agradezco que nunca se haya rendido conmigo, te quiero madre.

(Paredes Rosas, Camila Fernanda)

AGRADECIMIENTO

A Diosito por la perseverancia otorgada para superar los desafíos. Agradecemos sinceramente al Ing. Miguel Pacheco por su dedicación, orientación y apoyo invaluable durante el desarrollo de esta tesis. Sus conocimientos, paciencia y compromiso han sido fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos. Estamos profundamente agradecidas por su tiempo, atención y enseñanzas, que han dejado una huella perdurable en nuestra formación profesional y personal. Gracias por creer en nosotras.

(Espejo Vizcarra Alexandra Paola y Paredes Rosas Camila Fernanda)

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

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 residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024", cuyos autores son PAREDES ROSAS CAMILA FERNANDA, ESPEJO VIZCARRA ALEXANDRA PAOLA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13%, 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

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
KEVIN ARTURO ASCOY FLORES DNI: 46781063 ORCID: 0000-0003-2452-4805	Firmado electrónicamente por: KASCOY el 06-05- 2024 15:40:57

Código documento Trilce: TRI - 0745911

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ESPEJO VIZCARRA ALEXANDRA PAOLA, PAREDES ROSAS CAMILA FERNANDA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA 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 residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos 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.

Nombres y Apellidos	Firma
PAREDES ROSAS CAMILA FERNANDA DNI: 72504731 ORCID: 0009-0007-5084-7604	Firmado electrónicamente por: CAPAREDESRO el 11-06-2024 21:58:34
ESPEJO VIZCARRA ALEXANDRA PAOLA DNI: 73114296 ORCID: 0009-0001-5633-7935	Firmado electrónicamente por: ALESPEJOVI el 11-06-2024 22:04:34

Código documento Trilce: INV - 1706026

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y operacionalización	21
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de analisis	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.5. Procedimientos:	30
3.6. Método de análisis de datos:	37
3.7. Aspectos éticos:.....	37
IV. RESULTADOS	38
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES	62
VII. RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño cuasiexperimental	20
Tabla 2. Muestra de estudio propiedades físicas	27
Tabla 3. Muestra de estudio propiedades mecánicas	28
Tabla 4. Resultados para propiedades físico-mecánicas de suelos con RCD	38
Tabla 5. Resultados para limite líquido con adición de RCD.....	38
Tabla 6. Resultados para limite plástico con adición de RCD	39
Tabla 7. Resultados para índice de plasticidad con adición de RCD	39
Tabla 8. Resultados para máxima densidad seca con adición de RCD.....	40
Tabla 9. Resultados para optimo contenido de humedad con adición de RCD ...	40
Tabla 10. Resultados para capacidad de soporte con adición de RCD	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentajes de MDS por autor	23
Figura 2. Porcentajes de OCH por autor	23
Figura 3. Porcentajes de CBR por autor	24
Figura 4. Porcentajes de LL por autor	24
Figura 5. Porcentajes de LP por autor.....	25
Figura 6. Porcentajes de IP por autor.....	25
Figura 7. Flujograma de la investigación.....	30
Figura 8. Ubicación de suelo arcilloso.....	31
Figura 9. Ubicación de suelo arenoso.....	31
Figura 10. Ubicación de escombrera.....	32
Figura 11. Calicata N° 1	32
Figura 12. Calicata N° 2	33
Figura 13. Ubicación de laboratorio.....	33

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la adición de residuos de construcción y demolición en las propiedades físico-mecánicas de los suelos, mediante ensayos conforme a normativas. Se consideraron adiciones del 0%, 3%, 7% y 15% en peso. La metodología empleada es básica de laboratorio, con un diseño cuasi-experimental, nivel predictivo y enfoque cuantitativo, utilizando 64 muestras elaboradas en laboratorio como población de estudio. Los instrumentos de recolección de datos fueron fichas de laboratorio estandarizadas según reglamentos sobre la plasticidad, compactación y capacidad de soporte en suelos. Los resultados mostraron modificaciones en las características de plasticidad del suelo arcilloso, con valores de 49,00 para el límite líquido, 25,00 para el límite plástico y 23,00 para el índice de plasticidad, mientras que el suelo arenoso no presentó dichas características. La máxima densidad seca fue de 1,91 gr/cm³ y 1,90 gr/cm³ para el suelo arcilloso y arenoso, respectivamente, con humedades óptimas de 11,90% y 10,19%. El CBR fue del 14,1% y 38,3% para el suelo arcilloso y arenoso, respectivamente. Se concluye que la adición de residuos de construcción y demolición tiene una influencia significativa en las características físico-mecánicas, siendo aplicable en obras viales.

Palabras clave: Suelos, residuos, construcción, demolición, arcilloso.

ABSTRACT

The purpose of the research was to evaluate the influence of the addition of construction and demolition wastes on the physical-mechanical properties of soils, by means of tests in accordance with standards. Additions of 0%, 3%, 7% and 15% by weight were considered. The methodology used was basic laboratory methodology, with a quasi-experimental design, predictive level and quantitative approach, using 64 samples prepared in the laboratory as the study population. The data collection instruments were standardized laboratory cards according to regulations on plasticity, compaction and bearing capacity in soils. The results showed changes in the plasticity characteristics of the clayey soil, with values of 49,00 for the liquid limit, 25,00 for the plastic limit and 23,00 for the plasticity index, while the sandy soil did not present these characteristics. The maximum dry density was 1,91 gr/cm³ and 1,90 gr/cm³ for the clayey and sandy soil, respectively, with optimum moisture content of 11,90% and 10,19%. The CBR was 14,1% and 38,3% for the clayey and sandy soil, respectively. It is concluded that the addition of construction and demolition wastes has a significant influence on the physical-mechanical characteristics, being applicable in road works.

Keywords: Soil, waste, construction, demolition, clayey, clayey.

I. INTRODUCCIÓN

Los suelos como materiales de construcción desempeñan un papel importante y necesario para las estructuras de ingeniería civil, tales como carreteras, canales, puentes y terraplenes que se desarrollan en vastas áreas de la tierra. El suelo tolera todas estas cargas por sí mismo. Entre los suelos gruesos y finos. Cuando el tamaño de las partículas es $<0,002$ mm y el espacio entre las partículas es muy reducido, formado por algunos elementos microscópicos y submicroscópicos resultantes de diferentes tipos de rocas durante su composición química. Es cuando este tipo de suelos no puede cumplir con todos los requisitos de ingenieriles como son resistencia mecánica del suelo, la permeabilidad, compresibilidad de suelo, la dureza y la plasticidad. La capacidad de soporte es muy débil y no puede resistir las fuerzas de tracción (Safi y Singh, 2022).

Respecto a los residuos provenientes de la construcción vienen representando una gran significancia en todo el mundo (Hidalgo, Carvajal y Muñoz 2019). Brasil ha registrado que más de 45 millones de toneladas de residuos de construcción y demolición [RCD], se localizan en las principales ciudades. También acarrea que la problemática está ligada hacia su disposición final en vertederos, donde la superficie es limitada y además de poseer altos costos, estos son eliminados en lugares inadecuados, generando un impacto negativo al saneamiento urbano y contaminando el medio ambiente (Souza, Rudnik y Lukiantchuki, 2020).

Se viene observando un incremento en la construcción de carreteras, tanto como vías asfaltadas y afirmadas. Estas últimas se han vuelto más común debido a su facilidad de construcción, menor costo y la posibilidad de emplear mano de obra no especializada. No obstante, en la fase de ejecución de proyectos viales, surgen problemáticas relacionadas hacia las propiedades físico-mecánicas que exponen las tipologías de suelo presentes en zonas de construcción que al contar con las características necesarias acortan la vida útil de estas vías (Ayala, Rosadio y Durán, 2019).

Cuando se contemple considerar las propiedades físico-mecánicas de suelos que representan no tener cohesión, y una distribución granulométrica muy uniforme (pobremente gradada) y un predominio evidente de la fracción fina (que oscila

principalmente entre 0,08 mm y 0,40 mm), carente de aristas en sus partículas. Estos presentan problemas serios al emplearse en vías de transporte, resultando la compactación extremadamente difícil, debido a que no es posible encontrar normalmente un óptimo contenido de humedad, hasta puede existir mínimos valores de la densidad seca con porcentajes de agua muy bajos. Generando que la capacidad de soporte sea insuficiente para las aplicaciones de obras de ingeniería (Arias-Trujillo et al., 2023).

Como alternativa, para minimizar las problemáticas relacionadas hacia las características físicas y mecánicas es que se puede considerar la adición de RCD hacia los suelos como una forma de mejorar las características granulométricas y el rendimiento mecánico del material. Conduciendo a una solución económica y eficaz. Ya que la incorporación de RCD mejora las características relacionadas hacia las cargas soportadas por el suelo y la resistencia a las fisuras por fatiga, además de hacer que el material sea más duradero (Firoozi et al. 2017).

Por ello los avances en emplear materiales que sean reciclables provenientes de la construcción en pavimentos tienen el potencial no solo de aminorar los impactos negativos que se sostiene en el ambiente, y que lo provoca el sector construcción, por ello es requerido proporcionar soluciones rentables las infraestructuras viales (Moreira, Baldovino y Izzo, 2023).

Prosiguiendo se expone, como **problema general**, ¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024? Y como **problemas específicos**, **PE1**: ¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el límite líquido de suelos en la provincia de Ilo, 2024?; **PE2**: ¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el límite plástico de suelos en la provincia de Ilo, 2024?; **PE3**: ¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el índice de plasticidad de suelos en la provincia de Ilo, 2024?; **PE4**: ¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en la máxima densidad seca de suelos en la provincia de Ilo, 2024?; **PE5**: ¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el óptimo contenido de humedad de suelos en la provincia de Ilo, 2024?; **PE6**:

¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en la capacidad de soporte de suelos en la provincia de Ilo, 2024?

Referido a las justificaciones en la investigación como **justificación teórica**, ante la existencia actual de brechas referentes a la correcta disposición de los RCD es que surge como alternativa eficiente el emplearlos direccionado hacia la modificación de las características físico-mecánicas que son inherentes a suelos los cuales presentan problemáticas para su correcta utilización en las obras viales, brindando además un mayor tiempo de vida útil y aminorando costos de ejecución.

Como **Justificación tecnológica**, la presente investigación, al utilizar los RCD, tienen un fundamento tecnológico considerando la modificación de las propiedades físico-mecánicas, de las tipologías de suelos como son los arcillosos y arenosos de manera eficiente y sostenible. Por ello se realizará ensayos de laboratorio, que brinden indicadores referentes a los aspectos técnicos como la plasticidad, grado de compactación y CBR. Asimismo, se sostiene que se tendrá un impacto positivo en lo referente a los aspectos medioambientales, brindando beneficio social y económico hacia la población.

Como **justificación legal** debido a que se realizará ensayos de laboratorio direccionados hacia las características físico-mecánicas de los suelos es que se considera el emplearse las normativas legales contempladas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC] y de la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales [ASTM], para determinar la plasticidad existente en los suelos será utilizando, MTC EM 110-111 y ASTM D318-93 respectivamente, prosiguiendo para el ensayo de Proctor modificado será mediante el MTC EM 115 y ASTM D-1557, finalmente para el ensayo CBR se utilizará, MTC E132 y ASTM 1883 respectivamente.

Ante lo expuesto se da a conocer el **objetivo general**, evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024. Como **objetivos específicos**, **OE1**: Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el límite líquido de suelos en la provincia de Ilo, 2024. **OE2**: Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el límite plástico de suelos en la provincia

de Ilo, 2024. **OE3:** Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el índice de plasticidad de suelos en la provincia de Ilo, 2024. **OE4:** Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en la máxima densidad seca de suelos en la provincia de Ilo, 2024. **OE5:** Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el óptimo contenido de humedad de suelos en la provincia de Ilo, 2024. **OE6:** Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en la capacidad de soporte de suelos en la provincia de Ilo, 2024.

Finalmente, como **hipótesis general:** La adición de residuos de construcción y demolición influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024, **HE1:** La adición de residuos de construcción y demolición mejora el límite líquido de suelos en la provincia de Ilo, 2024. **HE2:** La adición de residuos de construcción y demolición mejora límite plástico de suelos en la provincia de Ilo, 2024. **HE3:** La adición de residuos de construcción y demolición mejora el índice de plasticidad de suelos en la provincia de Ilo, 2024. **HE4:** La adición de residuos de construcción y demolición mejora la máxima densidad seca de suelos en la provincia de Ilo, 2024. **HE5:** La adición de residuos de construcción y demolición mejora el óptimo contenido de humedad de suelos en la provincia de Ilo, 2024. **HE6:** La adición de residuos de construcción y demolición mejora la capacidad de soporte de suelos en la provincia de Ilo, 2024.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales se tiene los artículos según Moreira, Eclesielter, Baldovino y Izzo (2023), que sostuvieron como **objetivo** el superar los inconvenientes del suelo blando debido a cargas repetidas, combinando RCD en un suelo limoso blando para el diseño de pavimentos. Como **resultados** respecto a la Máxima Densidad Seca [MDS], en función a la energía modificada, los valores del suelo (M0), mezcla 1 (M1), mezcla 2 (M2), mezcla 3 (M3) y mezcla 4 (M4), fueron de 16,100, 17,720, 17,890, 17,910 y 18,300 kN/m³ respectivamente. En cuanto al Óptimo Contenido de Humedad [OCH], de acuerdo con la ME, los valores del M0, M1, M2, M3 y M4, fueron porcentajes de 21,5%, 15,0%, 13,5%, 13,4% y 13,3% respectivamente. Como **conclusión**, respecto al cambio más significativo, la mezcla 4 de ME, en cuanto al OCH, se produjo una reducción del 38,14% y la máxima densidad seca incrementó en 13,66%.

Zada et al. (2023) sostuvieron como objetivo brindar mejorías hacia el suelo, empleándose polvo de desechos de mármol. Como **resultados**, respecto al límite líquido (LL) de suelos con distintas proporciones de polvo de mármol, los valores al 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15%, fueron de 43%, 40%, 38%, 36%, 34% y 33% respectivamente. Respecto al límite plástico (LP) de suelos con distintas proporciones de polvo de mármol, los valores al 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15%, fueron de 16%, 15%, 14%, 13%, 12% y 12% respectivamente. Respecto al índice plástico (IP) de suelos con distintas proporciones de polvo de mármol, los valores al 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15%, fueron de 27%, 25%, 24%, 23%, 22% y 21% respectivamente. Respecto a la MDS de suelos con polvo de desechos de mármol, los valores al 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15%, fueron de 1,60, 1,67, 1,72, 1,78, 1,80 y 1,81 g/cm³ respectivamente. Referente OCH de suelos con polvo de desechos de mármol, los valores al 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15%, fueron de 20,8, 19,5, 16,7, 15,8, 15,6 y 15,5 % respectivamente. En conclusión, usaron diversos porcentajes, lo que permitió reducir los límites líquidos, límites plásticos, índice de plasticidad e índice expansivo. La adición de un 12 % de polvo de mármol, dió como resultado la mayor densidad seca de suelo en expansión.

Eisa et al. (2022), sostuvieron como **objetivo** enfoque en tratar de mejorar propiedades y aumentar resistencia de suelos débiles, arcillosos e hinchables para su uso como subrasante para secciones estructurales de pavimento, adicionando aditivos químicos diversos (cal, polvo de horno de cemento, fibra de vidrio, Addicrete 11 y yeso) en diferentes proporciones. Como **resultados**, el efecto de la estabilización química y granular en la MDS de suelos con distintas proporciones de aditivos químicos, los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de cal, fueron de 1,65, 2,1, 2,2 y 2,5 gm/cm³ respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de polvo de cemento, fueron de 1,65, 2,20, 2,47 y 2,8 gm/cm³ respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de fibra de vidrio, fueron de 1,65, 1,88, 1,91 y 1,96 gm/cm³ respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de addicrete11, fueron de 1,65, 1,95, 1,98 y 2,05 gm/cm³ respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de yeso, fueron de 1,65, 2, 2,10 y 2,20 gm/cm³ respectivamente. Respecto al OCH de suelos con distintas proporciones de aditivos químicos, los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de cal, fueron de 14.3%, 9.1%, 8% y 7.8% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de polvo de cemento, fueron de 10%, 9.5%, 8% y 8.5% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de fibra de vidrio, fueron de 14,3%, 11%, 9,9% y 8,8% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de addicrete11, fueron de 14,3%, 11,6%, 11% y 9,5% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de yeso, fueron de 14,3%, 12%, 13,8% y 14,6% respectivamente. Respecto al CBR de suelos con distintas proporciones de aditivos químicos, los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de cal, fueron de 4,9%, 13,5%, 17,9% y 20,8% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de polvo de cemento, fueron de 4,9%, 18,4%, 23% y 29,5% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de fibra de vidrio, fueron de 4,9%, 10,3%, 11% y 10,2% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de addicrete11, fueron de 4,9%, 11,1%, 11,9% y 12,7% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de yeso, fueron de 4,9%, 8,2%, 8,3% y 7,7% respectivamente. Respecto al límite líquido [LL] de suelos con distintas proporciones de aditivos químicos, los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de cal, fueron de 42%, 27,9%, 27% y 26% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de polvo de cemento, fueron de 42%, 26,8%, 25,3% y 24,2% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de fibra de vidrio, fueron de 42%, 28,4%, 28,1% y 27,9% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de addicrete11, fueron de 42%, 29%, 28,5% y 27.2%

respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de yeso, fueron de 42%, 30,6%, 29,3% y 28,5% respectivamente. Respecto al límite plástico [LP] de suelos con distintas proporciones de aditivos químicos, los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de cal, fueron de 26.5%, 18.5%, 18% y 17.2% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de polvo de cemento, fueron de 26,5%, 17,8%, 16,6% y 15,8% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de fibra de vidrio, fueron de 26,5%, 19%, 18,5% y 18% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de addicrete¹¹, fueron de 26,5%, 19,3%, 18,7% y 17,7% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de yeso, fueron de 26,5%, 20,3%, 19,3% y 18,9% respectivamente. Respecto al índice plástico [IP] de suelos con distintas proporciones de aditivos químicos, los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de cal, fueron de 15,5%, 9,4%, 9% y 8,8% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de polvo de cemento, fueron de 15,5%, 9%, 8,7% y 8,4% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de fibra de vidrio, fueron de 15,5%, 9,4%, 9,6% y 9,9% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de addicrete¹¹, fueron de 15,5%, 9,7%, 9,8% y 9,5% respectivamente; los valores al 0%, 2%, 4% y 6% de yeso, fueron de 15,5%, 10,3%, 10% y 9,6% respectivamente. En **conclusión**, los resultados mostraron que el uso de una mezcla de estabilización granular y química aumentó la resistencia a la compresión de esta subrasante mejorada al agregar un 6 % de cal o polvo de cemento del peso total de la muestra. Mejoraron la resistencia del suelo y redujeron su plasticidad. Agregar un 6% de fibra de vidrio y polímeros podría mejorar ligeramente las propiedades deseadas; sin embargo, no se recomienda su uso debido a su escaso efecto y costo económico. Además, no se recomienda utilizar yeso a más del 4% debido a su efecto negativo sobre el CBR.

Abdullah y Iravanian (2022) investigaron el uso de polvo cerámico de desecho en la estabilización de suelos arcillosos en el norte de Irak. El objetivo fue evaluar el efecto de añadir polvo cerámico en proporciones del 0%, 5% y 10% sobre las propiedades físico-mecánicas de tres muestras de suelo arcilloso. La metodología incluyó ensayos de límites de Atterberg, compactación Proctor, resistencia a la compresión no confinada y CBR sin remojo. Los resultados mostraron una disminución del límite líquido en promedio en 13%, del límite plástico en 19% y del índice de plasticidad en 20% con la adición del 10% de polvo cerámico. La densidad

seca máxima aumentó, alcanzando hasta 1.952 g/cm³ para S1, 1.938 g/cm³ para S2 y 2.025 g/cm³ para S3, mientras que el contenido de humedad óptimo disminuyó en promedio en 4%. Los valores de CBR se incrementaron significativamente, con aumentos del 144%, 100% y 127% para S1, S2 y S3 respectivamente. La conclusión principal es que la adición de polvo cerámico mejora las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos, reduciendo la plasticidad y el contenido de humedad óptimo, y aumentando la densidad seca y la capacidad de soporte del suelo, lo que sugiere su efectividad para la estabilización de suelos en la construcción de subbases de carreteras y su potencial como solución económica y sostenible para la gestión de residuos cerámicos.

Según Maichin et al. (2021) sostuvo como **objetivo** examinar la utilización de una mezcla de suelo-cemento-yeso para el incremento de las características de los suelos, bajo un contenido relativamente alto en arcillas, direccionado hacia la construcción de carreteras. Como **resultados**, referente al límite líquido para el suelo tipo A, B y C es LL (30%), LL (33%) y LL (41%) respectivamente, como límite plástico en suelos A, B y C es LP (20%), LP (20%) y LP (19%) respectivamente, como índice de plasticidad A, B y C es IP (10%), IP (13%), IP (22%). Referente al CBR es para suelo natural CBR (42,5%), para C1G0 (59,1%), C1G1 (50,0%), C2G0 (65,7%), C2G5 (72,9%), C3G0 (68,7%) y para C3G5 (52,4%). El OCH (12%) para todas las muestras. Como **conclusión** los valores relacionados al CBR representaron incrementos de hasta en 72,9% con una dosificación del 2% de cemento, asimismo se verificó que el óptimo contenido de humedad llegó desde un 12,19% contemplando un 12% de cemento.

Para Tavakol, Hossain y Tucker-Kulesza (2019), el **objetivo** fue estabilizar subrasante de arcilla utilizando agregados de concreto reciclado [ACR] de baja calidad. Como **resultados**, respecto a la MDS de suelos con RCA, con mezcla al 100% de arcilla, los valores al 0% (no tratado), 19% de cenizas volantes y 6% de cal, fueron de 15,30, 16,30 y 15,00 kN/m³ respectivamente; con mezcla al 50% de arcilla y 50% de Kansas City [KC] los valores al 0%, 14% de cenizas volantes y 6% de cal, fueron de 1,20, 16,70 y 16,00 kN/m³ respectivamente; con mezcla al 0% de arcilla y 50% de Topeka, los valores al 0%, 14% de cenizas volantes y 6% de cal, fueron de 16,80, 17,20 y 16,40 kN/m³ respectivamente; con mezcla al 100% de KC,

los valores al 0%, 5% de cenizas volantes y 6% de cal, fueron de 16,70, 17,20 y 16,20 kN/m³ respectivamente; con mezcla al 100% de Topeka, los valores al 0%, 5% de cenizas volantes y 6% de cal, fueron de 17,80, 18,40 y 17,90 kN/m³ respectivamente. Respecto al OCH de suelos con RCA, con mezcla al 100% de arcilla, los valores al 0%, 19% de cenizas volantes y 6% de cal, fueron de 18,2%, 16,0% y 19,8% respectivamente; con mezcla al 50% de arcilla y 50% de Kansas City (KC), los valores al 0% (no tratado), 14% de cenizas volantes y 6% de cal, fueron de 16,3%, 15,7% y 17,1% respectivamente; con mezcla al 0% de arcilla y 50% de Topeka, los valores al 0% (no tratado), 14% de cenizas volantes y 6% de cal, fueron de 15,4%, 15,8% y 17,4% respectivamente; con mezcla al 100% de KC, los valores al 0% (no tratado), 5% de cenizas volantes y 6% de cal, fueron de 7,7%, 8,6% y 8,4% respectivamente; con mezcla al 100% de Topeka, los valores al 0% (no tratado), 5% de cenizas volantes y 6% de cal, fueron de 9,1%, 10,2% y 10,8% respectivamente. En **conclusión**, se rescatan los resultados óptimos, al 50% para la estabilización de subrasante, adicionando 50% de arcilla se obtuvo una disminución de OCH en 1,34%, mientras que con la adición del 100% de arcilla, la MDS aumenta en 8,79%.

Varaprasad et al. (2019) los cuales sostuvieron como **objetivo** examinar el uso potencial de los RCD para el mejoramiento de suelos expansivos. Como **resultados**, respecto a la MDS, en función a las mezclas añadiendo porcentajes de RCD, los valores al 0% (Suelo virgen), 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de RCD, fueron de 1,68, 1,63, 1,60, 1,58, 1,56 y 1,54 g/cc, respectivamente. Respecto al OCH, en función a las mezclas añadiendo porcentajes de RCD, los valores al 0% (Suelo virgen), 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, fueron de 28,6%, 28%, 27%, 26%, 25% y 18%, respectivamente. En cuanto al CBR los valores a los 0 días de curado, al 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de RCD, fueron de 2,3%, 2,6%, 2,9%, 3% y 3,2% respectivamente; los valores a los 7 días de curado, al 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de RCD, fueron de 5,4%, 5,9%, 6,3%, 6,9% y 7,1% respectivamente; los valores a los 14 días de curado, al 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de RCD, fueron de 6,5%, 6,7%, 6,9%, 7,5% y 7,7% respectivamente; los valores a los 28 días de curado, al 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de RCD, fueron de 7,2%, 7,6%, 7,8%, 8,1% y 8,4% respectivamente; los valores a los 60 días de curado, al 5%, 10%, 15%, 20% y 25%

de RCD, fueron de 8%, 8,8%, 9,1%, 9,3% y 9,6% respectivamente. Como **conclusión**, los resultados de las pruebas muestran que hay un gran incremento en el valor CBR, considerando óptimo porcentaje con 25% de RCD se demuestra que hay un incremento de CBR de 206,25%, reducción del OCH y MDS de 43,66% y 8,33% respectivamente.

Según Vukićević et al. (2019), sostuvo como **objetivo** utilizar materiales de desechos alternativos (cenizas volantes, escoria, etc) para estabilizar subsuelos arcillosos y terraplenes. Como **resultados**, respecto al CBR los valores de KOL FA (cenizas volantes de los precipitadores electrostáticos de la central térmica "Kostolac") a 1 día y 8 días de curado, al 20% de cenizas volantes (FA), fueron de 12 y 15% respectivamente; los valores de KOL FA 20% + LIMO 8% a 1 día de curado, fue de 58%, los valores de KOL FA 20% + CEMENTO 3% a 1 día y 8 días de curado, fueron de 30% y 34%. Los valores de KOS FA (Cenizas volantes procedentes de los precipitadores electrostáticos de las centrales térmicas Kostolac "A" y Kostolac "B") a 1 día y 8 días de curado, al 20% de cenizas volantes (FA), fueron de 9% y 16% respectivamente; los valores de KOS FA 20%+ LIMO 10% a 1 día de curado, fue de 74% KOS FA 20%+ CEMENTO 3% a 1 día y 8 días de curado, fueron de 25% y 46% respectivamente. Los valores de POLYBOND a 1 día y 8 días de curado, fueron de 8% y 10% respectivamente; los valores de POLYBOND + KOS FA 20% a 1 día y 8 días de curado, fueron de 11% y 15% respectivamente. En compactación, en la prueba de Proctor, respecto a la MDS, en función a las arcillas CH, el valor fue de 16,6 kN/m³, en función a KOL FA, el valor fue de 8,0 kN/m³, en función a KOS FA, el valor fue de rango 9,0 – 9,8 kN/m³. Respecto al OCH, en función a arcillas CH, el valor fue de 19,1%, en función a KOL FA, el valor fue de 49,8% a 55,0%, en función a KOS FA, el valor fue de 37,5% a 43,9%. Como **conclusión**, los resultados indicaron los efectos positivos de la estabilización con arcilla mediante cenizas volantes, en términos de aumento de resistencia y rigidez y reducción de la expansividad. Las cenizas volantes y las mezclas de cenizas y escorias también tienen propiedades mecánicas comparables a las de las arenas, lo que, en combinación con otros muchos beneficios las convierte en materiales de relleno adecuados para terraplenes, especialmente considerando la necesidad de un desarrollo sostenible. Las propiedades físico-mecánicas se determinaron de la

siguiente manera: Al 20% de cenizas volantes y 10% de limo, CBR hasta 74%. Con cenizas volantes, el OCH de 37,5% a 43,9% y MDS de 9 a 9,8 KN/m³.

Por otro lado, Anastasiou et al. (2018) sostuvieron como **objetivo** brindar mejorías hacia el suelo, empleándose materiales provenientes de la construcción, mediante uso de ACR de una sola planta de concreto premezclado. Como **resultados**, respecto a la MDS de suelos con agregados de concreto reciclado (CSF), los valores al 0% (Suelo virgen), 10% y 20% de CSF, fueron de 1,73, 1,78 y 1,81 g/cm³ respectivamente. Respecto al OCH de suelos con agregados de concreto reciclado (CSF), los valores al 0%, 10% y 20% de CSF fueron de 14,0%, 12,4% y 10,6% respectivamente. Respecto al CBR, los valores al 0%, 10% y 20% de CSF fueron de 5%, 12% y 33% respectivamente. En **conclusión**, se rescatan los resultados óptimos, al 20% de adición y se obtuvo un incremento de 4,62% en la MDS, mientras el OCH disminuyó en 24,29% y el CBR mostró un incremento de 560%.

Hymavathi, Navya y Kumar (2018) sostuvieron como **objetivo** el aumento de las propiedades de resistencia de los suelos con alto contenido de arcilla, adicionando cenizas volantes y RCD. Como **resultados**, respecto a la MDS de suelos adicionando distintos porcentajes de cenizas volantes y residuos de construcción, los valores al 0% (Suelo virgen), 8%, 12% y 16% de cenizas volantes, fueron de 1,750, 1,698, 1,692 y 1,690 g/cm³ respectivamente; los valores al 12%, 22% y 24% de RCD, fueron de 1,732, 1,722 y 1,720 g/cm³ respectivamente. Respecto al OCH de suelos adicionando distintos porcentajes de cenizas volantes y residuos de construcción, los valores al 0% (Suelo virgen), 8%, 12% y 16% de cenizas volantes, fueron de 16%, 16,70%, 16,80% y 17,10% respectivamente; los valores al 12%, 22% y 24% de RCD, fueron de 15,10%, 14,95% y 14,90% respectivamente. Respecto al CBR empapada, al 0% de adición, se obtuvo el valor de 1,5% de CBR, en función al suelo + cenizas volantes, 3,2% de CBR y en función al suelo + RCD, 4,4% de CBR. En **conclusión**, se determinó que la adición óptima, fue con adición del 24% de RCD, ya que disminuyó la MDS y OCH en 1,71% y 6,88% respectivamente, y el CBR incrementó en 170,47%. Resaltando que los RCD son mejor material de estabilización del suelo en comparación con las cenizas volantes.

Como **bases teóricas** referentes a la variable independiente **adición de residuo de construcción y demolición [RCD]**, teóricamente se sostiene que de acuerdo con el Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento (2022) engloban materiales o sustancias en estado sólido o semisólido que se originan durante la realización de proyectos de infraestructura, urbanización o construcciones, y que deben ser gestionados y manejados con una prioridad enfocada en su valorización, y como última opción, su disposición final. Además, se incluyen en esta categoría los residuos líquidos contenidos en recipientes o contenedores que se destinan para su eliminación. En estas situaciones, es necesario preparar de forma segura los líquidos antes de su disposición final apropiada.

Según Beja, Motta y Bernucci (2020), los RCD son materiales obtenidos en la elaboración de una edificación y están compuestos por concreto, mortero, cerámica y piedras trituradas. Asimismo, según Suárez-Silgado et al. (2019) los definen como aquellos materiales provenientes de actividades relacionadas con la construcción, demolición y modificación de las edificaciones, obras civiles y espacios públicos. Se caracterizan por ser inertes, no representar un riesgo y presentar un alto potencial de reutilización y aprovechamiento. La composición de los RCD no es uniforme, ya que varía en función al tipo de armazón, el desarrollo de la demolición y los sistemas de gestión ambiental utilizados. En general, estos residuos incluyen elementos como concreto de tipo estructural, ladrillos, azulejos y cerámicas procedentes de pisos, techos y tabiques.

Para la variable dependiente **propiedades físicas** se tiene que según Beck-Broichsitter et al. (2023) los suelos tienen propiedades físicas que vienen direccionadas hacia la variabilidad de lugar en el cual se localizan, y poseen un comportamiento direccional denominado como isotropía o anisotropía que contempla las características referidas a conductividad hidráulica, con la tasa del flujo de agua, asimismo verifica las características inferenciadas respecto a plasticidad, contenido de agua.

Además, Goss y Ulery (2023) indican que las propiedades físicas del suelo están relacionadas de manera estrecha con la influencia del movimiento de agua hacia el

suelo y a través de este. Por lo cual el contenido de agua es de gran importancia, esto se verá representado por las características de plasticidad que este posee.

Asimismo, según Dhar y Hussain (2021) las propiedades físicas vienen relacionadas hacia las características del suelo contemplando estándares de tipologías como son la cohesión, textura, densidad aparente características básicas del suelo para determinar una humectación adecuada.

Consecuentemente según Callahan y Stanturf (2021) las propiedades físicas en los suelos se derivan en su mayor parte del material parental (por ejemplo, roca madre meteorizada, limo eólico, sedimento marino o lacustre, etc.) y de otros atributos geomórficos como la pendiente, la elevación y el aspecto. En última instancia, estos factores interactúan con el clima, la meteorización y el tiempo para dar a cada suelo su propia combinación distintiva de partículas de arena, limo y arcilla, que pueden incluir o no fragmentos más grandes de roca.

Finalmente, Weil y Brady (2017) indican que la característica física de un suelo está contemplada con la retención de agua, lo cual viene establecida en gran medida por la textura que este posee, la estructura, su porosidad, contenido de materia orgánica y la profundidad.

Para la variable dependiente **propiedades mecánicas** según Beck-Broichsitter et al. (2023) en términos de características mecánicas, hacen referencia a la relevancia que sostienen los suelos para la evaluación de los procesos de deformación de este, debido a que cada tensión mecánica que es aplicada hacia la superficie genera una propagación de esfuerzos tridimensionales respecto a la tensión.

Asimismo, para Dhar y Hussain (2021) las propiedades mecánicas representan esfuerzos, desplazamientos variables conforme al tipo de suelo y esta resistencia y dureza desempeñan un papel de estabilidad estructural en los suelos.

Por otro lado Graux (1975) define que las propiedades mecánicas de los suelos desempeñan un papel fundamental al determinar la respuesta de estos materiales ante las fuerzas externas a las que están sometidos. Estas propiedades pueden

mostrar variaciones significativas en función del tiempo, el método de ensayo utilizado y las condiciones ambientales prevalecientes.

Para la dimensión **límites de plasticidad** se sostiene que, según la NTP 339.129.1999 (2019) para suelos de textura fina, se definen 6 límites de consistencia que comprenden el límite superior de fluidez viscosa, el límite líquido, el límite de cohesión, el límite plástico y, en ocasiones, el límite de contracción según algunas fuentes.

Asimismo, según ASTM D4318-17 (2017) Atterberg estableció 6 límites de consistencia para los suelos de grano fino: el punto de fluencia superior, el límite líquido, el punto de pegajosidad, el límite de cohesión, el límite plástico y el punto de contracción. En la ingeniería moderna, el término se refiere únicamente al límite líquido y al límite plástico, y en algunas ocasiones, al punto de contracción.

Por último, según Braja (2010) con referencia a los **límites de plasticidad**, en 1900, A.M. Atterberg desarrolló una manera para caracterizar la cohesión de los suelos finos con distintos niveles de humedad. Cuando el suelo tiene muy poca humedad, tiende a comportarse como un material sólido y quebradizo. Por otro lado, cuando el nivel de humedad es alto, tanto el suelo como el agua pueden fluir como un líquido. Por otro lado, en función al nivel de humedad, el comportamiento del suelo puede clasificarse en 4 estados básicos: sólido, semisólido, plástico y líquido, utilizando una base arbitraria.

El límite en el porcentaje de humedad en el que ocurre la transición del estado sólido al semisólido se conoce como límite de contracción. El límite plástico marca la transformación del estado semisólido al estado plástico, mientras que el límite líquido indica la transición del estado plástico al estado líquido. Estos puntos de cambio a menudo se denominan los límites de Atterberg (Braja 2010).

El límite en el porcentaje de humedad en el que ocurre la transición del estado sólido al semisólido se conoce como límite de contracción. El límite plástico marca la transformación del estado semisólido al estado plástico, mientras que el límite líquido indica la transición del estado plástico al estado líquido. Estos puntos de cambio a menudo se denominan los límites de Atterberg (Braja 2010).

Para la dimensión **Límite líquido** se tiene que, según la NTP 339.129.1999 (2019) es la humedad en el suelo expresada en porcentaje que marca el punto intermedio entre los estados líquido y plástico. Asimismo, este porcentaje de agua presente en un suelo es el punto de transición arbitrariamente establecido entre los estados semilíquido y plástico.

Por otro lado, Crespo (2004) lo define como el porcentaje (%) de humedad en relación con el peso seco de la muestra, donde el suelo realiza el cambio del estado líquido hacia el estado plástico. Siguiendo esta descripción, los suelos que se encuentran en estado plástico poseen una resistencia al corte bastante baja, pero está definida en el límite líquido, que según A. M. Atterberg es de 25 g/cm². En el límite líquido, la cohesión del suelo es prácticamente inexistente.

Prosiguiendo para la dimensión **límite plástico**. Según la NTP 339.129.1999 (2019) Es el nivel de humedad en el cual el suelo se encuentra en el estado de transición entre los estados plástico y semisólido. Se establece arbitrariamente como el punto más bajo de humedad en el cual el suelo puede formarse en hilos de 3,2 mm (1/8 de pulgada) de diámetro sin rbrajompersse. Asimismo, la ASTM D4318-17 (2017) define al límite plástico como aquel porcentaje de humedad en un suelo en el punto de transición entre los estados plástico y semisólido

Además, según Braja (2010) el límite plástico se explica como el nivel de humedad, expresado en % (porcentaje). Este punto marca el límite inferior del estado plástico del suelo.

Considerando la dimensión del **índice de plasticidad** se tiene que según la NTP 339.129.1999 (2019) viene a ser el intervalo de humedad en el cual un suelo exhibe comportamiento plástico. Cuantitativamente, representa la discrepancia que se encuentra entre el límite líquido y el límite plástico.

Asimismo, según la ASTM D4318-17 (2017) es el intervalo de humedad dentro del cual un suelo muestra comportamiento plástico. En términos numéricos, se refiere a la diferencia que existe entre el límite líquido y el límite plástico.

Referente a la dimensión **máxima densidad seca**. Según la NTP 3339.141 (2019) la máxima densidad seca está relacionada hacia el peso unitario seco máximo modificado, el cual representa aquel máximo valor que se encuentra definido en la curva de compactación, del ensayo cuando se emplee un esfuerzo máximo modificado.

Considerando la dimensión **Humedad óptima**. Según la NTP 339.127.1998 (2019) define el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo como la proporción que existe entre el peso del agua en una cantidad específica de suelo y el peso de las partículas sólidas que contiene esa misma cantidad.

Respecto a la dimensión **Capacidad de soporte**. Según ASTM D1883-07 (2007) se lleva a cabo la prueba para determinar la resistencia anticipada de la subrasante, la subbase y el material de base, que también incluye materiales reutilizados destinados para ser usados en carreteras y pistas de aterrizaje. El valor determinado es del CBR obtenido en este ensayo, y resulta esencial en varios métodos de diseño para las capas granulares de los pavimentos. En situaciones donde el efecto de compactación del agua en el CBR es insignificante, como en materiales sin cohesión o de grano grueso, o cuando se ajusta para diferentes niveles de humedad en el proceso de diseño, el CBR puede ser calculado con base en el contenido óptimo de agua para un esfuerzo de compactación específico. El peso unitario seco especificado suele corresponder al porcentaje mínimo permitido de compactación según las especificaciones de campo. Y acaso no se conozca el impacto de la compactación debido al contenido de agua en el CBR o cuando se quiera considerar dicho efecto, el CBR se evalúa en un rango de contenidos de agua. Este intervalo normalmente se ajusta al rango permitido de contenido de agua para el proceso de compactación en el lugar, de acuerdo con las especificaciones establecidas para la compactación del sitio.

Como **definiciones** respecto al cemento. Son aglomerantes hidráulicos, es decir, sustancias artificiales minerales e inorgánicas que, cuando se muelen finamente y se mezclan con agua, forman pastas que se endurecen debido a las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus componentes. Esto da lugar a productos hidratados

que son mecánicamente resistentes y estables tanto en ambientes aéreos como acuáticos (Sanjuán y Argiz, 2012).

Referente al ladrillo. Según la E070 Norma técnica (2006) un ladrillo se define como una pieza que puede ser manipulada con una sola mano debido a su tamaño y peso. Por otro lado, un bloque es una unidad más grande y pesada que requiere el uso de ambas manos para ser manipulada. Estos bloques pueden estar hechos de arcilla, sílice-cal o concreto.

Respecto al concreto de demolición. En la NTP 400.050.2017 (2017) se refiere a los trozos de concretos resultantes de la demolición de estructuras civiles de concreto (ya sea simple o armado) y de pavimentos de concreto. También abarca los excedentes de concreto de las obras.

Referido a los escombros. Para la NTP 400.050.2017 (2017) son los desechos producidos por la demolición o destrucción parcial o total de estructuras civiles. Estos se pueden clasificar en categorías como reutilizables, reciclables y aquellos destinados para la disposición final.

Contemplando los excedentes de obra. También la NTP 400.050.2017 (2017) refiere que se trata de todos los materiales de construcción que quedan en exceso después de completar una obra. Estos materiales se pueden clasificar en tres categorías: reutilizables, reciclables y aquellos que deben ser desechados de manera final.

Prosiguiendo respecto a los materiales de demolición no clasificado. Se utiliza como un término general para describir materiales o combinaciones de materiales que resultan de la demolición de edificaciones. Estos materiales están principalmente compuestos por sustancias minerales no metálicas y no cumplen con la definición específica de concreto de demolición (NTP 400.050.2017, 2017).

Considerando el polvo cerámico. Es un polvo residual procedente de las industrias del ladrillo cerámico de las tejas, suelos y del ladrillo cerámico (James y Kasinatha, 2018).

El concreto endurecido de buena calidad. Se produjo triturando muestras de hormigón de prueba, normalmente utilizadas en el control de calidad de lotes de hormigón (Anastasiou et al., 2018).

Los agregados reciclados de retornos de concreto fresco endurecido. También se producía triturando hormigón endurecido; sin embargo, previo a la descarga de los camiones, es común que se utilice una cantidad considerable de agua para facilitar el proceso de colocación. Por lo tanto, los agregados reciclados de retornos de concreto fresco se originaron a partir de un concreto de menor resistencia que el concreto endurecido de buena calidad (Anastasiou et al., 2018).

Referente al polvo de mármol residual. Es un producto secundario de la industria del mármol, originado durante el proceso de corte y pulido de las piedras de mármol. A menudo, este polvo se desecha en vertederos. Esta principalmente compuesto de carbonato de calcio, que contribuye a la estabilización del suelo (Umar, Lin y Ibrahim, 2023).

Referente al polvo de mármol residual. Es un producto secundario de la industria del mármol, originado durante el proceso de corte y pulido de las piedras de mármol. A menudo, este polvo se desecha en vertederos. Esta principalmente compuesto de carbonato de calcio, que contribuye a la estabilización del suelo (Umar, Lin y Ibrahim, 2023).El polvo de ladrillo de desecho. Según Blayi et al. (2020) es un subproducto que se genera a partir del uso de ladrillos en la construcción en diferentes países, y es uno de los materiales de desecho que podrían utilizarse para la estabilización de suelos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Según Arias et al. (2022) cuando se contempla la realización de parte del investigador una manipulación respecto hacia la variable independiente contemplada en el estudio verificándose su efecto directo hacia la variable dependiente, es que se utilizara la investigación básica de laboratorio. Asimismo, según (Hassan 2017) cuando se contempla una investigación de laboratorio, sostiene un diseño exclusivo para la investigación. Por lo que poseerá un control estricto para delimitar el factor de la manipulación ya que esto generará un cambio en lo que se venga investigando.

Por lo tanto, la investigación presente desarrolló ser del tipo, investigación básica de laboratorio ya que se contempló realizar ensayos de laboratorio de suelos destinados hacia la determinación de características físico-mecánicas que expusieron los suelos bajo la manipulación de porcentajes de adición con residuos de construcción y demolición.

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) cuando se considera el utilizar un proceso sistemático y secuencial para una adecuada corroboración de suposiciones planteadas ante la solución de una problemática delimitada es cuando se hacen fases ineludibles, y bajo un orden riguroso. Es que se inicia desde la conceptualización de una idea, consecuente la problemática, objetivos, hipótesis y desarrollo del idóneo diseño para la investigación, con una zona de investigación y finalmente analizando los datos coherentemente para brindar un reporte de resultados finales que serán la investigación concluyente.

Por lo expuesto la presente investigación desarrolló un proceso sistémico y ordenado de tal manera que, ante una problemática planteada, buscó el desarrollar los pasos descritos para conseguir un reporte con los resultados finales en la investigación. Asimismo, se contempló la cuantificación de los resultados mediante

indicadores numéricos, brindando con ello las características necesarias referidos a la utilización de RDC en tipologías de suelos delimitadas coherentemente.

3.1.2. Diseño de la investigación

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) cuando se contempla utilizar un diseño cuasiexperimental, se tiene una manipulación deliberada por lo menos de una variable independiente, observando el efecto que este sostiene en una o más variables del tipo dependiente, los grupos están conformados previamente al experimento. Asimismo, según Arias et al. (2022) los cuasiexperimentos implican la presencia de grupo de control, siendo preseleccionados, susceptibles a ser medidos y realizar un control del manejo de la variable independiente hacia la búsqueda de resultados óptimos.

Tabla 1. *Diseño cuasiexperimental*

Grupos	Medición de la variable dependiente (pretest)	Aplicación del tratamiento	Medición de la variable dependiente (post test)
G1 (grupo control)	O1	NO SE APLICA	O2
G2 (grupo experimental)	O1	X	O2
	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3

Fuente: Arias et al. ,2022

Por tanto, la investigación consistió en contemplar la manipulación de la variable independiente respecto a los RCD a través de adiciones controladas. Siendo el grupo control conformado por el suelo en su estado natural, y el grupo experimental las diferentes dosificaciones que se le asignó al suelo con los RCD verificando por tanto el grado de influencia que sostiene la variable independiente sobre la dependiente que para el caso fueron las propiedades físico-mecánicas.

Según Caballero (2013) contemplándose usar un nivel predictivo, es cuando al tener conocimiento de una determinada realidad problemática, se plantea hipótesis predictivas que para su contraste es de requerimiento un experimento empleando

una población delimitada bajo condiciones uniformizadas, y si se contempla los cambios a futuro será delimitada como prospectiva.

Por lo tanto, la presente investigación desarrolló un alcance del tipo predictivo ya que al plantearse una obtención de resultados cuantificados respecto hacia la manipulación de manera controlada, respecto a la adición de los RCD verificando como esta sostiene una influencia en las propiedades físico-mecánicas de los suelos.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Adición de residuos de construcción y demolición

Definición conceptual: La adición de residuos de construcción y demolición son materiales obtenidos en la elaboración de una edificación y están compuestos por concreto, mortero, cerámica, piedras trituradas (Beja, Motta y Bernucci, 2020).

Definición operacional: Se aplicará una adición de residuos de construcción y demolición considerando proporciones porcentuales con % patrón y % de adición.

Indicadores: I1: % patrón, **I2:** % de adición

Escala de medición: De razón

Variable dependiente 1 : Propiedades físicas

Definición conceptual: Las propiedades físicas vienen relacionadas hacia las características del suelo contemplando estándares de tipologías como son la cohesión, textura, densidad aparente características básicas del suelo para determinar una humectación adecuada (Dhar y Hussain, 2021).

Definición operacional: Para determinar el límite líquido se empleará la norma de MTC E 110. Para determinar el límite plástico e índice de plasticidad se empleará la norma de MTC E 111.

Indicadores: I1: %, **I2:** %, **I3:** %

Escala de medición: De razón

Variable dependiente 2 : Propiedades mecánicas

Definición conceptual: Las propiedades mecánicas representan esfuerzos, desplazamientos variables conforme al tipo de suelo y esta resistencia y dureza desempeñan un papel de estabilidad estructural en los suelos (Dhar y Hussain, 2021).

Definición operacional: Para determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad se utilizará la norma de MTC E 115. Para determinar la capacidad de soporte (CBR) se empleará la norma de MTC E 132.

Indicadores: I1: gr/cm³, I2: %, I3: %

Escala de medición: De razón

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de analisis

3.3.1. Población

Una población de estudio son aquellos casos que son elegibles ante una determinada situación en estudio, con sus respectivos límites y accesibilidad, que sea correspondiente hacia una correcta y completa muestra en análisis, con una delimitada temporalidad, y bajo una línea de interés definida. Y un lugar en el espacio donde se lleve a cabo la investigación (Arias-Gómez, Villasís-Keever y Miranda-Novales, 2016).

La población de estudio en la presente investigación está constituida por los ensayos realizados que se contempló para las propiedades físicas un total de 32 ensayos. Para las propiedades mecánicas se realizó un total de 32 ensayos. En total se emplearon 64 muestras como población de estudio para la presente investigación.

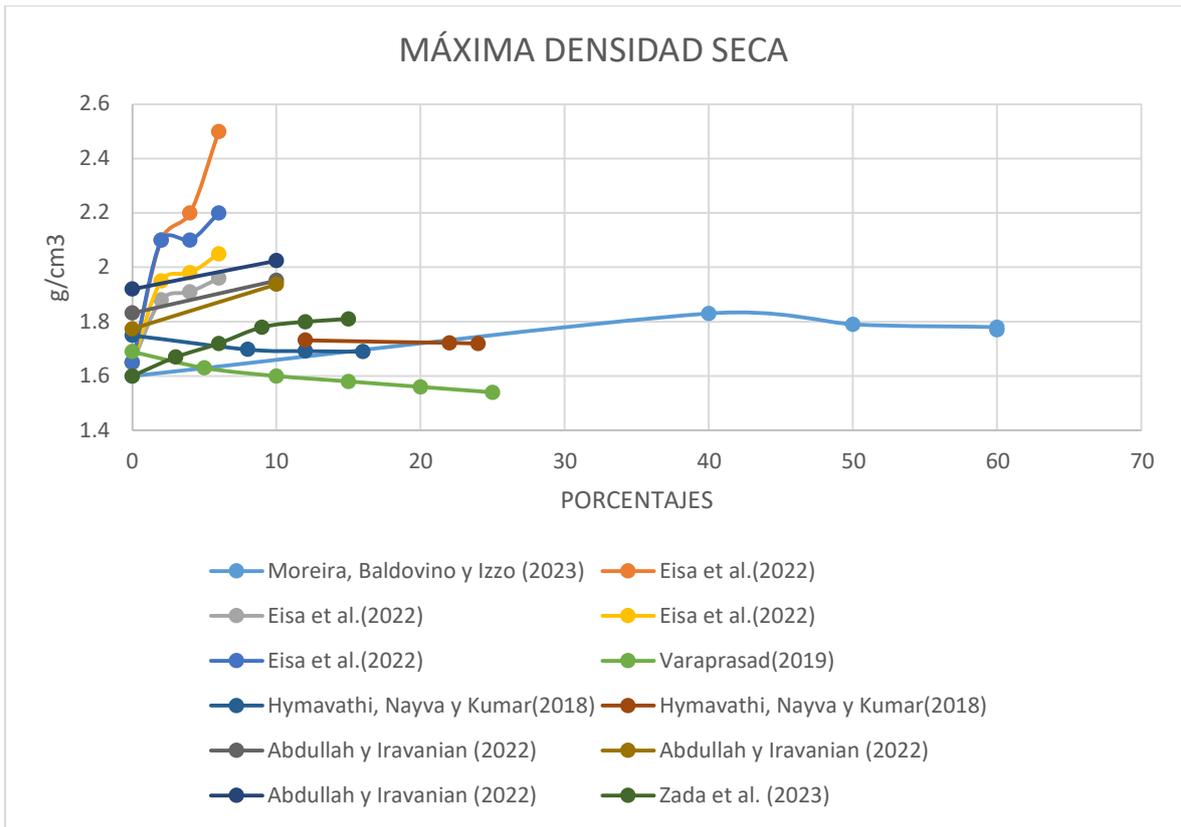


Figura 1. Porcentajes de MDS por autor

De los antecedentes se puede analizar que los mejores resultados se han obtenido entre el 1 al 25%, por lo que se tomaran desde el 3%, 7% y 15%.

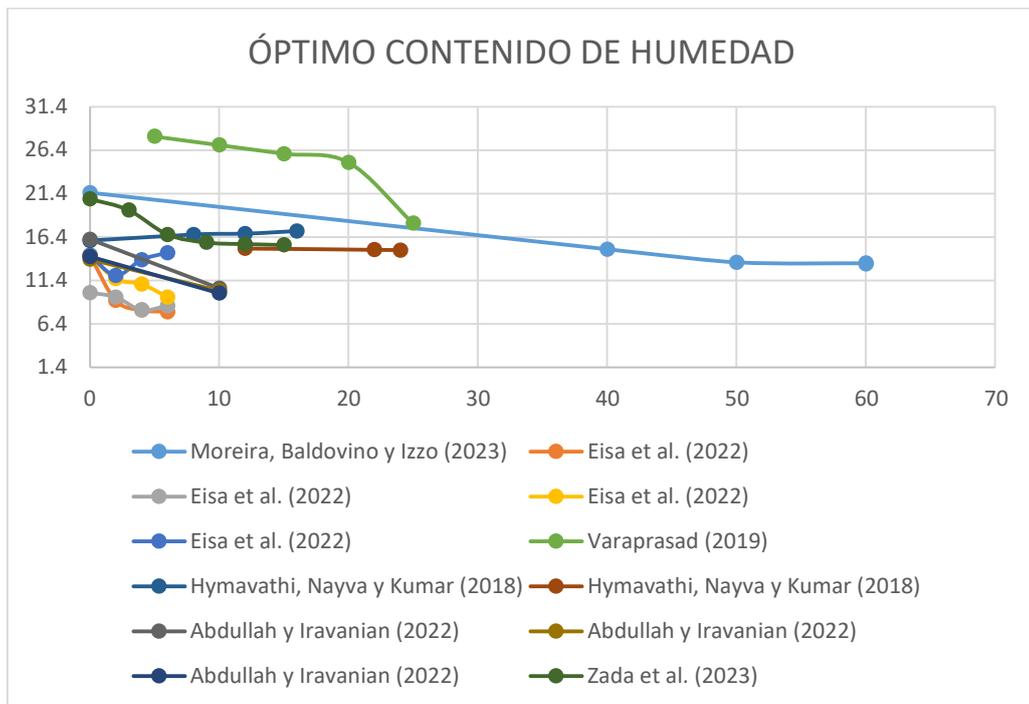


Figura 2. Porcentajes de OCH por autor

De los antecedentes se puede analizar que los mejores resultados se han obtenido entre el 1 al 25%, por lo que se tomaran desde el 3%, 7% y 15%.

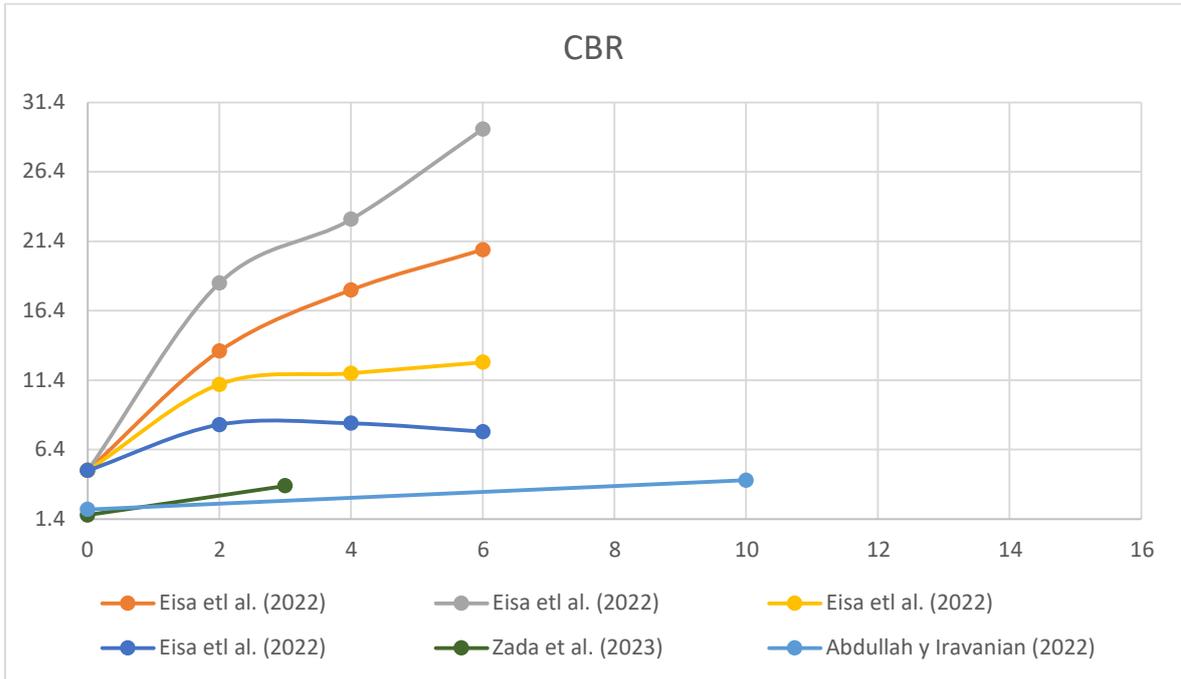


Figura 3. Porcentajes de CBR por autor

De los antecedentes se puede analizar que los mejores resultados se han obtenido entre el 1 al 7%, por lo que se tomaran desde el 3%, 7% y 15%.

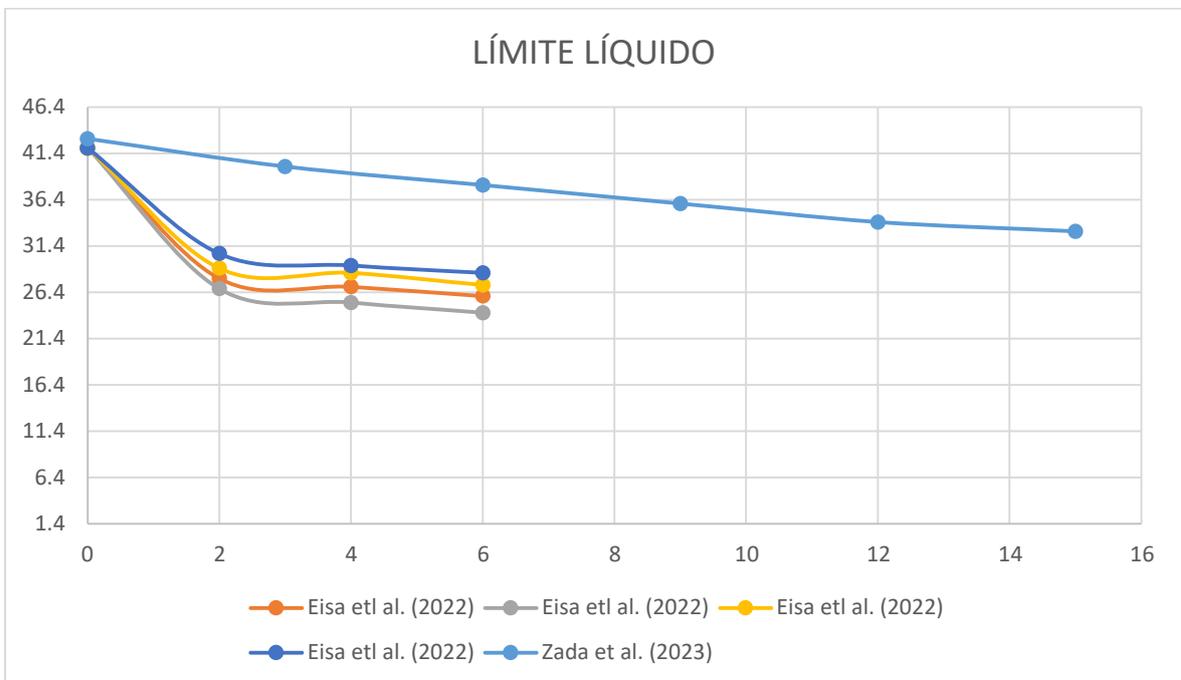
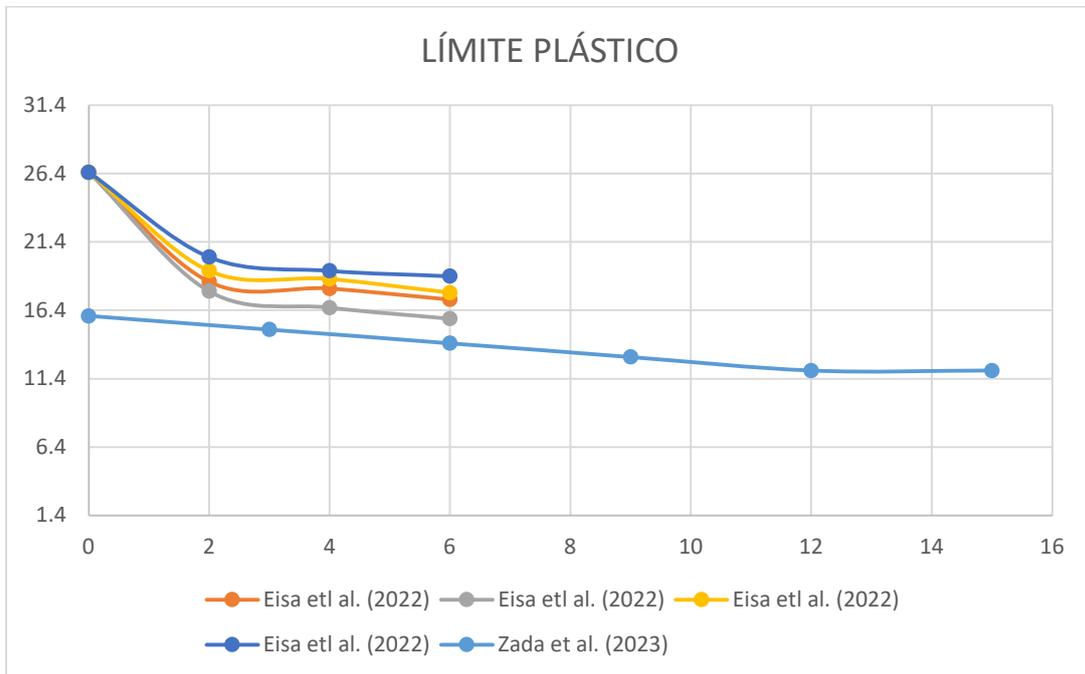


Figura 4. Porcentajes de LL por autor

De los antecedentes se puede analizar que los mejores resultados se han obtenido entre el 1 al 6%, por lo que se tomaran desde el 3%, 7% y 15%.



Figura

5. Porcentajes de LP por autor

De los antecedentes se puede analizar que los mejores resultados se han obtenido entre el 1 al 6%, por lo que se tomaran desde el 3%, 7% y 15%.

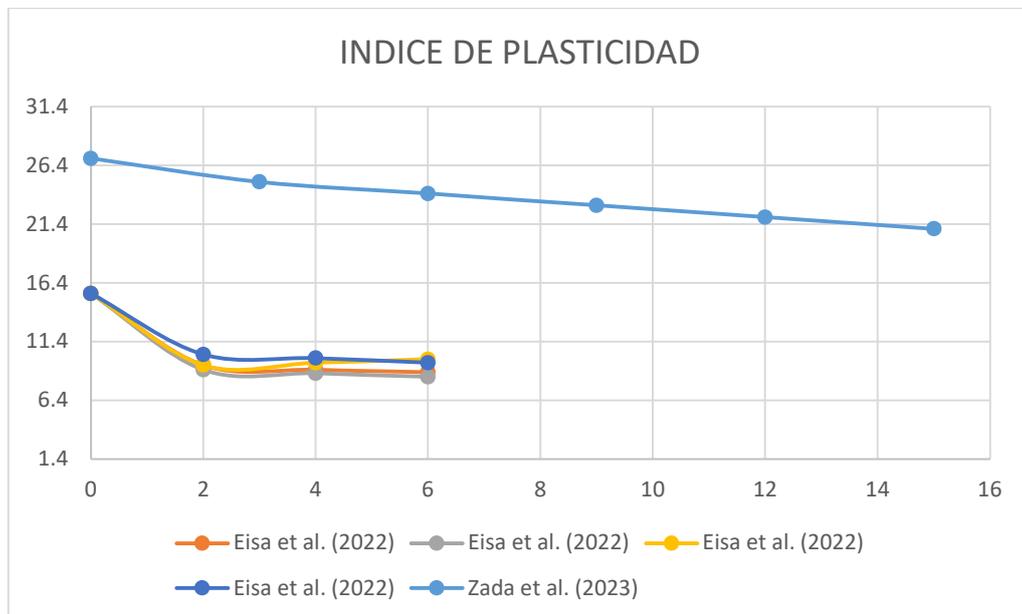


Figura 6. Porcentajes de IP por autor

De los antecedentes se puede analizar que los mejores resultados se han obtenido entre el 1 al 6%, por lo que se tomaran desde el 3%, 7% y 15%.

Criterios de inclusión

Suelos arcillosos y arenosos ubicados en la provincia de Ilo, específicamente seleccionados por sus características representativas de la región y su relevancia para proyectos de infraestructura vial. Suelos que presentan características físico-mecánicas que permiten la evaluación de modificaciones al ser combinados con residuos de construcción y demolición (RCD).

RCD obtenidos de escombreras locales en la provincia de Ilo, que incluyen materiales como concreto, mortero, cerámica y piedras trituradas.

Residuos que se encuentran en condiciones adecuadas para ser triturados y procesados según los estándares de la investigación.

Zonas de estudio fácilmente accesibles para la recolección de muestras, garantizando la viabilidad logística de la investigación.

Sitios de recolección que permitan la extracción segura y eficiente de suelos y RCD sin afectar negativamente el entorno local.

Muestras de suelos y RCD que reflejen las condiciones ambientales y geotécnicas típicas de la provincia de Ilo, asegurando la relevancia de los resultados para aplicaciones prácticas en la región.

Criterios de exclusión

Suelos que no sean arcillosos o arenosos, o que no representen adecuadamente las condiciones de la provincia de Ilo. Suelos contaminados o alterados por actividades humanas que puedan afectar los resultados de los ensayos.

RCD que no cumplan con las especificaciones de tamaño y composición necesarias para su procesamiento y análisis.

Residuos que contengan materiales peligrosos o no inertes, que puedan interferir con la integridad de los ensayos de laboratorio.

Zonas de estudio que presenten dificultades significativas de acceso, comprometiendo la seguridad de los investigadores o la integridad de las muestras. Asimismo sitios con restricciones legales o ambientales que impidan la recolección de muestras de suelo y RCD.

Muestras de suelo y RCD que no sean representativas de las condiciones típicas de la provincia de Ilo, limitando la generalizabilidad de los resultados.

Suelos y RCD que no permitan una evaluación completa y rigurosa de las propiedades físico-mecánicas bajo estudio.

3.3.2. Muestra

Una muestra de estudio es un subconjunto representativo de una población más amplia que se selecciona para participar en una investigación. Este subconjunto se elige cuidadosamente para reflejar las características y variaciones presentes en la población total, permitiendo a los investigadores extrapolar los hallazgos obtenidos de la muestra al grupo más grande (Showkat y Parveen 2017).

Como muestra de estudio fueron los suelos arenosos y arcillosos de la provincia de Ilo presentan características físico-mecánicas que son relevantes para evaluar la influencia de los residuos de construcción y demolición (RCD). Por lo que la cantidad de muestras (64 en total) es suficiente para asegurar la validez estadística de los resultados. Este número de muestras permite realizar un análisis detallado y riguroso de las variaciones en las propiedades del suelo con diferentes proporciones de RCD (0%, 3%, 7%, 15%). Para las propiedades físicas véase Tabla 3 y propiedades mecánicas véase Tabla 4.

Tabla 2. *Muestra de estudio propiedades físicas*

Propiedades físicas			
Porcentaje de adición	Limite liquido	Limite plástico	Parcial
0,00%	4	4	8
3,00%	4	4	8
7,00%	4	4	8
15,00%	4	4	8
Total de ensayos			32

Tabla 3. Muestra de estudio propiedades mecánicas

Propiedades mecánicas			
Porcentaje de adición	Proctor modificado	CBR	Parcial
0,00%	4	4	8
3,00%	4	4	8
7,00%	4	4	8
15,00%	4	4	8
Total de ensayos			32

3.3.3. Muestreo

El muestreo por conveniencia es un tipo de muestreo no probabilístico en el cual los sujetos se seleccionan basándose en su fácil acceso y disponibilidad para el investigador. En este método, no todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados, y la elección de los sujetos no se realiza de manera aleatoria (Otzen y Manterola 2017).

Por lo tanto el muestreo realizado en la investigación se desarrolló de la siguiente manera:

Selección de sitios de muestra: Se identificaron sitios en la provincia de Ilo donde los suelos arcillosos y arenosos son fácilmente accesibles. Estos sitios incluyen áreas cercanas a proyectos de construcción y escombreras locales donde se pueden obtener los RCD.

Recolección de Muestras: Las muestras de suelo se recolectaron de calicatas bien definidas en estos sitios, siguiendo un procedimiento estandarizado para asegurar la consistencia de las muestras. Los RCD se obtuvieron de escombreras locales y se procesaron para ser utilizados en los ensayos.

Transporte y preparación: Las muestras se transportaron al laboratorio donde se realizaron los ensayos conforme a las normativas establecidas (MTC E 110, MTC E 111, MTC E 115, MTC E 132).

3.3.4. Unidad de análisis:

Como unidad de análisis se contempló que para la investigación fueron los suelos arcillosos y arenosos ya que estos guardan una relación intrínseca con la problemática planteada acerca del utilizar RCD localizados en la ciudad de Ilo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos:

Cuando se contempla la recolección de los datos que serán requeridos para desarrollar una investigación completa, es cuando se utiliza la técnica de observación, ya que, debido a la flexibilidad de su aplicación, generara una mayor exactitud referente a la corroboración de los datos, evitando de esta manera un mayor sesgo o error (Hadi et al., 2023).

Por lo tanto, hacia el desarrollo integral de la investigación es que se contempló emplear como técnica de recolección de datos a la observación.

Instrumentos de recolección de datos:

Cuando se considera de gran utilidad, el destinar una población a ser estudiada y analizada, bajo los parámetros de una investigación, es que se utiliza la ficha de observación, sosteniendo el conocimiento completo y veraz referente a los indicadores pertenecientes a ello (Arias-Gonzales y Covinos, 2021).

Se emplearon las fichas de observación para la recopilación de la información y que considerando la naturaleza de la investigación estas fueron las fichas de laboratorio de suelos que contemplaron, abordar la clasificación de suelos, plasticidad, compactación y capacidad de soporte a medida que se vaya dosificando los RCD.

3.5. Procedimientos:

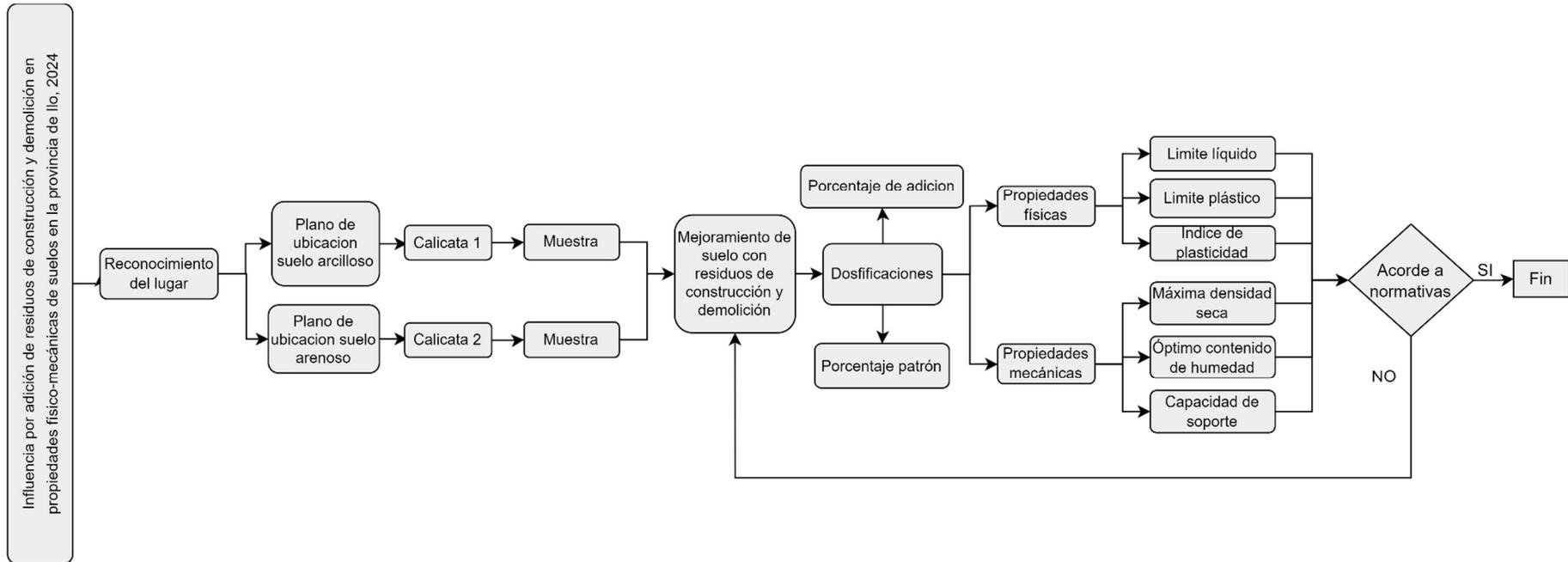


Figura 7. Flujograma de la investigación

Para la realización de la investigación se llevó a cabo inicialmente el reconocimiento del lugar del cual se extrajeron las muestras de suelo, dirigiéndonos hacia las zonas en las cuales se ubicaron los suelos arenosos y arcilloso.



Figura 8. Ubicación de suelo arcilloso

Fuente: Google Earth, 2023



Figura 9. Ubicación de suelo arenoso

Fuente: Google Earth, 2023

Consecuentemente se procedió a dirigirse hacia las escombreras de la ciudad, en las cuales se realizó la obtención de los RCD. Obteniéndose las cantidades de

material suficiente para el procesamiento posterior de desintegración de estos a un tamaño adecuado para ser empleado.



Figura 10. Ubicación de escombrera

Fuente: Google Earth, 2023

Se realizó la excavación de calicatas en los lugares donde se localizaron los suelos arcillosos y arenosos, las cuales tuvieron una profundidad mínima de 1.50 m por un ancho mínimo de 1.00 m x 1.00 m.



Figura 11. Calicata N° 1

Fuente: Google Earth, 2023



Figura 12. Calicata N° 2

Fuente: Google Earth, 2023

Con el material de suelo recopilado de las calicatas y los desechos de construcción y demolición se procedió al traslado hacia el laboratorio, en el cual se realizaron los ensayos correspondientes a la plasticidad, Proctor modificado y CBR.



Figura 13. Ubicación de laboratorio

Fuente: Google Earth, 2023.

Trabajo de laboratorio fue realizado según la normativa del MTC E101 se realizó el muestreo referente a la investigación de los suelos, mediante la cual se determinó las condiciones de los suelos. Por lo tanto, se obtuvieron muestras que sean representativas, el respectivo tamaño y la muestra fueron en función a los ensayos a desarrollar y bajo los porcentajes de las partículas gruesas, así como también en función al ensayo a ser empleado. Por lo cual para una clasificación visual el tamaño de la muestra fue de 500 g, para un análisis granulométrico estará de 0,5 – 2,5 kg. Respecto a los ensayos de compactación y granulometría de suelo será de 20 - 40 kg.

La realización de la adición de los RCD fue a través de la recopilación de las escombreras, que se localizan en la ciudad, extrayendo los materiales de construcción, trasladándolos hacia la zona de procesamiento y reducción a los tamaños óptimos para su adicción. Se consideró por lo tanto la trituración de los materiales hasta que tengan un tamaño de 0.42 mm hasta una medida de $\frac{3}{4}$ " pulgadas. Empleando medios mecánicos, como la utilización de un mazo de acero para lograr la trituración efectiva. Y para la dosificación en los diferentes ensayos de laboratorio estuvo en función al porcentaje de adición que se le brinde, el cual será pesado en una balanza digital.

Las adiciones contempladas para la sustitución de los RCD serán considerando porcentajes establecidos, los cuales fueron pesados en una balanza digital. Asimismo, se considerará el porcentaje de la muestra patrón. Para luego efectuar los ensayos de la siguiente manera:

Se ejecuto el ensayo del límite líquido acorde a la normativa MTC E 110, donde se obtuvo una porción que represente la muestra suficiente de manera tal que se brinde de unos 150 – 200 g de material el cual será el pasante del tamiz N°40. Hubo muestras cohesivas que se mezclaron en un recipiente obteniéndose una masa total y se extrajeron con la misma. De manera consecuente se colocó la porción de suelo hasta una profundidad de 10 mm en la copa de Casagrande. Mediante el acanalador se dividió la muestra desde la elevación máxima hacia la más baja. Enseguida se levantó y soltó la copa a razón de 1,9 a 2,1 golpe por segundo hasta que se registre la cantidad de golpes necesarios para sellar la abertura. Se tomó

una tajada del suelo del ancho de la espátula, se dispuso en un contenedor de peso previamente establecido. Se realizó ensayos para cierre de 25 – 35 golpes, 20 – 30 golpes y de 15 – 25 golpes. Se determinó la humedad en cada prueba acorde a lo especificado por NTP 339.127. Para el registro del OCH fue mediante el OCH como ordenada y el número de golpes como abscisa. Se graficó una recta que se ajuste óptimamente a las marcas en el gráfico. La humedad relacionada fue con la intersección de los 25 golpes como LL.

La ejecución del ensayo de límite plástico fue acorde con MTC E 111, se requirió 20 gramos de la muestra que pase la malla N°40, esta muestra se mezcló con agua destilada hasta que se formó una esfera de suelo. Se tomó una porción de 1,5 – 2,0 gramos como muestra para la prueba. Media parte de esta muestra se moldeó en una forma elipsoidal rodándola con el tacto encima de una superficie lisa, de modo que se formen cilindros. Alcanzo un diámetro menor de 3,2mm y se logró el desmoronamiento a ese diámetro. La porción se colocó en vidrios de reloj, se continuó el procedimiento hasta reunir 6 gramos y se determinó la humedad según MTC E 108.

Se calculó el índice de plasticidad conforme a MTC E 111 y este representa como una diferencia entre el LL y LP. Si no fuera posible determinarse se considerará como NP (no plástico), y si el LP es mayor que el LL, el IP será NP (no plástico).

Respecto al ensayo Proctor modificado según MTC E 115, este se aplicó únicamente a suelos cuyo peso de las partículas retenidas en el tamiz de 3/4" pulgadas sea igual o menor al 30%. El método para emplearse estuvo en función a la gradación del material. La cantidad de muestra necesaria varió entre 16 y 29 kg de suelo seco. Se cuantificó la proporción de material que queda retenido en los tamices N°4, 3/8" pulg o 3/4" pulg para la elección del método A, B o C. Se tomó una fracción representativa de la muestra global por los porcentajes pasantes de los tamices específicos según NTP 339.128 o ASTM C 136. Se seleccionó el molde apropiado según el método elegido. Se ensambló el molde y collar. Se verificó la calibración de la balanza, moldes, pisón manual y mecánico. Se preparó de cuatro a cinco especímenes para el ensayo. Se empleó aproximadamente 2,3 kg de suelo tamizado para cada muestra a compactar, adicionando la cantidad necesaria de

agua según lo indicado en el ensayo correspondiente. Esta compactación se realizó en cinco capas con 26 golpes cada una con el pisón de manera vertical. Cada capa tuvo un espesor uniforme, asegurándose de que la quinta capa no sobrepase los 6 mm desde la parte de arriba del molde; de lo contrario, la muestra será desechada. Terminado se determinó el contenido de agua utilizando el espécimen completo o una específica parte, el OCH se obtuvo mediante el método según NTP 339.127. Se calculó el peso unitario seco y contenido de agua por cada espécimen compactado y se ploteó la curva de saturación a un 100%.

Respecto al ensayo CBR según MTC E 132 la muestra fue preparada, conforme a NTP 339.141 o NTP 339.142 para compactar un molde de 6". Se elaboraron los especímenes, se utilizó un método dinámico de compactación que incluye el Proctor estándar, el modificado y otro de menor intensidad. Se empleó de 3 moldes por cada muestra. Con 55, 26 y 12 golpes por cada capa y contenido de humedad correspondiente al óptimo, se formó una familia de curvas que mostraron, humedad, y capacidad de soporte. Cuando fue sumergido, se tomó una porción de 100 – 500 g, antes de la compactación y al final, mezclándose y determinando la humedad según MTC E 108, cuando se sumerja la presión equivalente encima del suelo será de 2,27 kg y menor a 4,54 kg, se sostuvieron estas condiciones durante 4 días con un nivel de agua constante, cuando se extrajeron se pesaron y se procedió al ensayo de penetración no menor a 4,54 kg. Realizando lecturas de 0,025 – 0,5 pulgadas. El CBR se calculó como la proporción porcentual entre la presión aplicada por el pistón, para una penetración específica, y la presión ejercida sobre la muestra estándar. Los resultados se mostraron en un gráfico que vincula las presiones en el eje vertical y las penetraciones en el eje horizontal. La curva exhibió puntos de inflexión, se ajustó en el punto correspondiente a dichos cambios de dirección.

El procesamiento de la información será derivada de los análisis de límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, ensayo de Proctor modificado y ensayo de CBR se registró en la ficha de observación. Esta ficha es congruente con las fichas de laboratorio definitivas, las cuales fueron aprobadas por el ingeniero principal del laboratorio y el técnico de laboratorio.

3.6. Método de análisis de datos:

Cuando la metodología está relacionada hacia la inferencia, considerando los aspectos de la lógica y realiza el abordaje de los hechos particulares, aunque sostenga ser inductivo de manera inicial en un sentido, partiendo de lo particular hacia lo general, y de manera recíproca en una dirección opuesta que va de la generalización hacia algo particular, es que se contempla usar el método de análisis inductivo-deductivo (Bernal, 2016).

3.7. Aspectos éticos:

Ante el cumplimiento de los derechos humanos, la investigación no comprometerá el vulnerar la integridad de los participantes inmersos para el desarrollo de la tesis, ya que se guardará el anonimato necesario referente a datos personales. En tal sentido se depositará una fidelidad direccionada hacia las doctrinas impuestas en la Constitución Política del Perú para la completa e integral protección de los derechos de las personas y entidades inmersas. Al considera emplearse una reutilización de materiales, es que se guardara el respeto adecuado hacia la protección los recursos no renovables, preservándolos y buscando alternativas opcionales sostenibles. Considerando la idónea integridad académico profesional, la investigación estará regida coherentemente hacia la protección de la propiedad intelectual de los investigadores empleados para su desarrollo, realizando las citas pertinentes y colocando sus conocimientos correctamente parafraseados. Finalmente se guardará un respeto y una correcta adherencia direccionada hacia estándares éticos y normativos brindados por la Universidad Cesar Vallejo para conseguir una investigación de calidad y con un aporte de importancia hacia nuestra sociedad.

La presente tesis se elaboró según los lineamientos propuestos por la Universidad Cesar Vallejo, según la RESOLUCIÓN DE VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN N°062-2023-VI-UCV.

IV. RESULTADOS

Los resultados que se cumplen con respecto al **objetivo general** el cual fue, evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo. Son los siguientes:

Tabla 4. Resultados para propiedades físico-mecánicas de suelos con RCD

Muestras	LL	LP	IP	MDS	OCH	CBR
	%	%	%	gr/cm ³	%	%
Suelo arcilloso	49,00	25,00	23,00	1,91	11,90	14,1
Suelo arenoso	NP	NP	NP	1,90	10,19	38,3

Donde: LL: Limite líquido, LP: Limite plástico, IP: Índice de Plasticidad, MDS: Máxima Densidad Seca, OCH: Optimo Contenido de Humedad, CBR: California Bearing Ratio

De la Tabla 5, se observa que el suelo arcilloso presenta características modificadas respecto a la plasticidad con un valor de 49,00 para limite líquido, 25,00 para limite plástico y 23,00 para el índice de plasticidad, el suelo arenoso no presenta indicador alguno. Por otro lado, referente a la máxima densidad seca se sostiene que el valor más representativo para suelo arcilloso y arenoso fue de 1,91 gr/cm³ y 1,90 gr/cm³ respectivamente. Conforme a la humedad optima esta represento ser de 11,90% y 10,19% para suelo arcilloso y arenoso respectivamente. Y finalmente para el CBR sostuvo tener indicadores de 14,1% y 38,3% para el suelo arcilloso y arenoso respectivamente.

Los resultados obtenidos referente al **objetivo específico 01** el cual fue, evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el límite líquido de suelos en la provincia de Ilo. Son los siguientes:

Tabla 5. Resultados para limite líquido con adición de RCD

Muestras	RCD+0%	RCD+3%	RCD+7%	RCD+15%
	%	%	%	%
Suelo arcilloso	58,00	56,00	53,00	49,00
Suelo arenoso	NP	NP	NP	NP

Donde: NP: No plástico

De la Tabla 6, se observa que el suelo arcilloso, representa poseer aminoramientos en lo referente al límite líquido cuando se contempla una adición de RCD+15%. Y con referencia al suelo arenoso este presenta no poseer características relacionadas al límite líquido debido a la ausencia de material que pueda sostener características de plasticidad.

Los resultados obtenidos referente al **objetivo específico 02** el cual fue, Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el límite plástico de suelos en la provincia de Ilo. Son los siguientes:

Tabla 6. Resultados para límite plástico con adición de RCD

Muestras	RCD+0%	RCD+3%	RCD+7%	RCD+15%
	%	%	%	%
Suelo arcilloso	25,00	25,00	26,00	26,00
Suelo arenoso	NP	NP	NP	NP

Donde: NP: No plástico

De la Tabla 7, se observa que el suelo arcilloso, presenta incremento referente al límite plástico en cuanto se considere la adición del 15% de RCD. Y en cuanto al suelo arenoso no presenta características relacionadas al límite plástico debido a la ausencia de material que pueda sostener características de plasticidad.

Los resultados obtenidos referente al **objetivo específico 03** el cual fue, evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el índice de plasticidad de suelos en la provincia de Ilo. Son los siguientes:

Tabla 7. Resultados para índice de plasticidad con adición de RCD

Muestras	RCD+0%	RCD+3%	RCD+7%	RCD+15%
Suelo arcilloso	33,00	31,00	27,00	23,00
Suelo arenoso	NP	NP	NP	NP

Donde: NP: No plástico

A partir de los resultados obtenidos de la Tabla 8, se observa que el suelo arcilloso, se evidencian reducciones en el índice de plasticidad cuando se considera una adición de RCD+15%. En cuanto al suelo arenoso, no muestra propiedades

asociadas al índice de plasticidad debido a la falta de material que pueda tener características de plasticidad.

Los resultados obtenidos referente al **objetivo específico 04** el cual fue. Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en la máxima densidad seca de suelos en la provincia de Ilo. Son los siguientes:

Tabla 8. Resultados para máxima densidad seca con adición de RCD.

Muestras	RCD+0%	RCD+3%	RCD+7%	RCD+15%
	gr/cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³
Suelo arcilloso	1,76	1,79	1,88	1.91
Suelo arenoso	1,86	1,86	1.88	1.90

Según los resultados alcanzados en la tabla 9, se observó que el suelo arcilloso demostró un incremento en la máxima densidad seca conforme incrementa el porcentaje de RCD llegando hasta un 15 % de adición. Por otro lado, el suelo arenoso también demostró incrementar los valores de la máxima densidad seca contemplándose adición del 15% de RCD.

Los resultados obtenidos referente al **objetivo específico 05** el cual fue, evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el óptimo contenido de humedad de suelos en la provincia de Ilo. Son los siguientes:

Tabla 9. Resultados para optimo contenido de humedad con adición de RCD

Muestras	RCD+0%	RCD+3%	RCD+7%	RCD+15%
	%	%	%	%
Suelo arcilloso	16,38	15,57	12,97	11,90
Suelo arenoso	11,90	11,32	9,52	10,19

Según la Tabla 10 se presenta que, para el caso del suelo arcilloso, se evidencian reducciones en cuanto al optimo contenido de humedad al considerar una adición de hasta un RCD+15%. En cuanto al suelo arenoso este también representa una disminución en el óptimo contenido de humedad cuando se considera una adición de RCD+15%.

Los resultados obtenidos referente al **objetivo específico 06** el cual fue, Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en la capacidad de soporte de suelos en la provincia de Ilo. Son los siguientes:

Tabla 10. Resultados para capacidad de soporte con adición de RCD

Muestras	RCD+0%	RCD+3%	RCD+7%	RCD+15%
	%	%	%	%
Suelo arcilloso – 95%	4,8	6,9	9,7	10,2
Suelo arcilloso – 100%	9,5	10,5	13,3	14,1
Suelo arenoso – 95%	19,6	23,2	22,6	31,5
Suelo arenoso – 100%	30,4	33,1	35,4	38,3

Según la tabla 11, se visualiza en el suelo arcilloso para un 95% y 100% de compactación se ve incrementado el valor de CBR, asimismo el suelo arenoso presenta un incremento porcentual en el CBR modificando considerablemente la capacidad de soporte en cuanto a la mayor adición de RCD que fue del 15% de RCD para ambos tipos de suelo.

V. DISCUSIÓN

Respecto al objetivo específico 1 donde se contempló el límite líquido (LL) se sostiene lo siguiente:

Los resultados presentados por Eisa et al. (2022) y según los datos de la Tabla 6 indican que, para una muestra estándar de suelo, se registró un valor inicial de límite líquido (LL) del 42% para adiciones de polvo de cemento y yeso. Sin embargo, esta investigación reveló un valor de LL del 58%, lo que implica una significativa variación del 38.10%, indicando una variación fuerte. En cuanto a la primera adición, el estudio original estimó una adición del 2%, resultando en valores de LL del 26,8% y 30,6%. A través de esta investigación, con una adición incrementada al 3%, se observó un valor de LL del 56%, reflejando variaciones del 108,96% y 83,01%, respectivamente, lo que demuestra una variación fuerte. Para la segunda adición, se partió de un 4%, alcanzando valores de LL de 25,3% y 29,3%, mientras que, con un aumento de la adición al 7% en este estudio, se obtuvo un LL del 53%, evidenciando variaciones del 109,49% y 80,89%, lo cual también señala una variación fuerte. En la tercera adición, el valor inicial fue del 6%, con un LL de 24,2% y 28,5%, y al incrementar la adición al 15% en este análisis, se alcanzó un LL del 49%, mostrando variaciones del 102,48% y 71,93%, respectivamente, lo que indica una variación fuerte. De estos hallazgos se infiere que la dosificación óptima sería del 15% para el uso de residuos de construcción y demolición, ya que esto reduce la proporción de material arcilloso. Asimismo, es crucial considerar el tipo de suelo donde se aplicará esta técnica, puesto que de ello depende en gran medida la variación observada.

Basado en el estudio de Zada et al. (2023), se identifica una diferencia en los resultados relacionados con el LL de la muestra estándar de suelo, como se indica en la Tabla 6. El valor reportado por los autores fue de 43%, y la investigación actual muestra un valor de 58% lo que sugiere una variación fuerte en los resultados. En relación con la primera adición, indicaron un 3% de adición, logrando un LL de 40%. Por contraste, esta investigación, con una adición del 3%, alcanzó un LL de 56% , resultando en una variación del 40%, lo que indica una variación fuerte entre los resultados obtenidos. Para la segunda adición propusieron 6%, obteniendo un LL

de 38%, en este estudio, con una adición del 7%, se alcanzaron valores consistentes de LL de 53%, lo que refleja una variación del 39,47%, categorizada como variación fuerte. En cuanto a la tercera dosificación, el estudio previo contempló una adición del 15%, con un valor de LL de 33%, al usar una dosificación idéntica del 15% en la investigación actual, se obtuvo valor de 49%, lo que conduce a una variación de 48,48% respectivamente, y se interpreta como una variación fuerte. Estos resultados indican que la adición óptima, basada en los valores obtenidos, es del 15% cuando se utilizan polvo de mármol, dado que esta proporción ofreció las mejores mejoras en las características del suelo.

Basado en el estudio de Abdullah y Iravanian (2022), se identifica una diferencia en los resultados relacionados con el LL de la muestra estándar de suelo, como se indica en la Tabla 6. El valor reportado por los autores fue de 46.45%, y la investigación actual muestra un valor de 58% lo que sugiere una variación moderada en los resultados. En relación con la primera adición, indicaron un 5% de adición, logrando un LL de 43.2%. Por contraste, esta investigación, con una adición del 3%, alcanzó un LL de 56% , resultando en una variación del 22.86%, lo que indica una variación moderada entre los resultados obtenidos. Para la segunda adición propusieron 10%, obteniendo un LL de 41.4%, en este estudio, con una adición del 15%, se alcanzaron valores consistentes de LL de 49%, lo que refleja una variación del 16.12%, categorizada como variación Leve. Estos resultados indican que la adición óptima, basada en los valores obtenidos, es del 15% cuando se utilizan polvo de mármol, dado que esta proporción ofreció las mejores mejoras en las características del suelo.

Respecto al objetivo específico 2 donde se contempló el límite plástico (LP) se sostiene lo siguiente:

Basándose en el estudio previo de Eisa et al. (2022), los datos de la Tabla 7 revelan que, para una muestra estándar de suelo, el valor de límite plástico (LP) fue establecido en 26,5% para adiciones de polvo de cemento y yeso. Sin embargo, los hallazgos de esta investigación muestran un LP ajustado al 25%, lo que indica una variación moderada del 5,66%, sugiriendo una variación leve. En relación con la primera adición de materiales, se aplicó inicialmente un 2%, resultando en valores

de LP de 17,8% y 20,3%. Este estudio, al aumentar la adición al 3%, logró un LP del 25%, evidenciando variaciones significativas del 40,45% y 23,15%, lo que indica una variación fuerte. Para la segunda adición, con un 4% inicial, se obtuvieron valores de LP de 16,6% y 19,3%. Al incrementar la adición al 7% en la presente investigación, se registró un LP del 26%, reflejando variaciones del 56,63% y 34,72%, señalando igualmente una variación fuerte. Finalmente, con una tercera adición partiendo de un 6%, los valores iniciales de LP fueron de 15,8% y 18,9%. Al ajustar la adición al 15% en este estudio, se alcanzó un LP del 26%, con variaciones del 64,56% y 37,57%, demostrando una variación fuerte. Estos resultados subrayan la influencia de las adiciones con residuos de construcción y demolición en el comportamiento plástico del suelo, indicando variaciones importantes conforme se incrementa el porcentaje de adición.

Basado en el estudio de Zada et al. (2023), se identifica una diferencia en los resultados relacionados con el LP de la muestra estándar de suelo, como se indica en la Tabla 7. El valor reportado por los autores fue de 16%, y la investigación actual muestra un valor de 25% lo que sugiere una variación fuerte en los resultados. En relación con la primera adición, indicaron un 3% de adición, obteniendo un LP de 15%. Por contraste, esta investigación, con una adición del 3%, alcanzó un LP de 25%, resultando en una variación del 66,67%, lo que indica una variación fuerte entre los resultados obtenidos. Para la segunda adición propusieron 6%, obteniendo un LP de 14%, en este estudio, con una adición del 7%, se alcanzaron valores consistentes de LP de 26%, lo que refleja una variación del 85,71%, categorizada como variación fuerte. En cuanto a la tercera dosificación, el estudio previo contempló una adición del 15%, con un valor de LP de 12%, al usar una dosificación idéntica del 15% en la investigación actual, se obtuvo un valor de 26%, lo que conduce a una variación de 116,67% respectivamente, y se interpreta como una variación fuerte. Estos resultados indican que la adición óptima, basada en los valores obtenidos, es del 15% cuando se utilizan polvo de mármol, dado que esta proporción ofreció las mejores mejoras en las características del suelo.

Basado en el estudio de Abdullah y Iravanian (2022), se identifica una diferencia en los resultados relacionados con el LP de la muestra estándar de suelo, como se indica en la Tabla 7. El valor reportado por los autores fue de 25,24%, y la

investigación actual muestra valor de 25% lo que sugiere una variación leve en los resultados. En relación con la primera adición, indicaron un 5% de adición, obteniendo un LP de 23.3%. Por contraste, esta investigación, con una adición del 3%, alcanzó un LP de 25% , resultando en variación del 6.80%, lo que indica una variación leve entre los resultados obtenidos. Para la segunda adición propusieron 10%, obteniendo un LP de 21.9%, en este estudio, con una adición del 15%, se alcanzaron valores consistentes de LP de 26%, lo que refleja una variación del 15.77%, categorizada como variación moderada. Estos resultados indican que la adición óptima, basada en los valores obtenidos, es del 15% cuando se utilizan polvo de mármol, dado que esta proporción ofreció las mejores mejoras en las características del suelo.

Respecto al objetivo específico 3 donde se contempló el índice de plasticidad (IP) se sostiene lo siguiente:

Basándose en el estudio previo de Eisa et al. (2022), los datos de la Tabla 8 muestran que, para una muestra de referencia de suelo, el valor inicial del índice plástico (IP) fue de 15,5% para adiciones de polvo de cemento y yeso. No obstante, los hallazgos actuales indican un ajuste en el valor de IP al 33%, lo que refleja una impresionante variación del 112,9%, indicando una variación fuerte en la plasticidad del suelo. En cuanto a la primera adición de RCD, con un 2% inicialmente propuesto, se observaron valores de IP de 9% y 10,3%. Al incrementar la adición al 3% en esta investigación, se logró un valor de IP del 31%, lo que representa variaciones extraordinarias del 244,44% y 200,97%, evidenciando una variación fuerte en la plasticidad del suelo. Para la segunda adición, partiendo de un 4%, se registraron valores de IP de 8,7% y 10%. Aumentando la adición al 7% en el presente estudio, se alcanzó un IP de 27%, mostrando variaciones significativas del 210,34% y 170%, lo que confirma nuevamente la variación fuerte con la adición en las propiedades plásticas del suelo. Finalmente, con la tercera adición, iniciando desde un 6%, se obtuvieron valores iniciales de IP de 8,4% y 9,6%. Al ajustar la adición al 15% en esta investigación, se alcanzó un IP de 23%, reflejando variaciones del 173,81% y 139,58%, lo que señala cambios notables en la plasticidad del suelo. Estas variaciones marcadas indican la potencial utilidad de ajustar la composición del suelo para aplicaciones específicas en la ingeniería civil

y geotécnica, resaltando la importancia de una evaluación detallada para optimizar las propiedades del suelo mediante adiciones seleccionadas cuidadosamente.

Basado en el estudio de Zada et al. (2023), se identifica una diferencia en los resultados relacionados con el IP de la muestra estándar de suelo, como se indica en la Tabla 8. El valor reportado por los autores fue de 27%, y la investigación actual muestra un valor de 33% lo que sugiere una variación moderada en los resultados. En relación con la primera adición, indicaron un 3% de adición, obteniendo un IP de 25%. Por contraste, esta investigación, con una adición del 3%, alcanzó un IP de 31%, resultando en una variación del 24%, lo que indica una variación fuerte entre los resultados obtenidos. Para la segunda adición propusieron 6%, logrando un IP de 24%, en este estudio, con una adición del 7%, se alcanzaron valores consistentes de IP de 27%, lo que refleja una variación del 12,50%, categorizada como variación moderada. En cuanto a la tercera dosificación, el estudio previo contempló una adición del 15%, con un valor de IP de 21%, al usar una dosificación idéntica del 15% en la investigación actual, se obtuvo un valor de 23%, lo que conduce a una variación de 9,52% respectivamente, y se interpreta como una variación leve. Estos resultados indican que la adición óptima, basada en los valores obtenidos, es del 15% cuando se utilizan polvo de mármol, dado que esta proporción ofreció las mejores mejoras en las características del suelo.

Basado en el estudio de Abdullah y Iravanian (2022), se identifica una diferencia en los resultados relacionados con el IP de la muestra estándar de suelo, como se indica en la Tabla 8. El valor reportado por los autores fue de 21.20%, y la investigación actual muestra un valor de 35.76% lo que sugiere una variación moderada en los resultados. En relación con la primera adición, indicaron un 5% de adición, obteniendo un IP de 19.9%. Por contraste, esta investigación, con una adición del 3%, alcanzó un IP de 31%, resultando en una variación del 38.71%, lo que indica una variación fuerte entre los resultados obtenidos. Para la segunda adición propusieron 10%, logrando un IP de 19.2%, en este estudio, con una adición del 15%, se alcanzaron valores consistentes de IP de 23%, lo que refleja una variación del 16.52%, categorizada como variación moderada. Estos resultados indican que la adición óptima, basada en los valores obtenidos, es del 15% cuando se utilizan

polvo de mármol, dado que esta proporción ofreció las mejores mejoras en las características del suelo.

Respecto al objetivo específico 4 donde se contempló la máxima densidad seca (MDS) se sostiene lo siguiente:

Los resultados derivados del estudio previo de Moreira, Baldovino y Izzo (2023) muestran que existe una similitud notable con los hallazgos presentados en la Tabla 9, correspondientes a la muestra estándar de suelo en términos de máxima densidad seca (MDS). El valor inicial reportado por estos autores fue de $1,6 \text{ g/cm}^3$, observándose una variación de entre 9,32% y 15,53% en la investigación actual, lo que indica una variación leve en los resultados. Para la primera adición de material, se reportó inicialmente un 40% de adición, resultando en una MDS de $1,83 \text{ g/cm}^3$. En contraste, este estudio, con una adición considerablemente menor del 3%, registró valores de MDS de $1,79$ y $1,86 \text{ g/cm}^3$. A pesar de la gran diferencia en los porcentajes de adición, las variaciones observadas fueron de solo 2,19% y 1,64%, demostrando una variación leve entre los resultados obtenidos. En lo que respecta a la segunda dosificación, el estudio anterior consideró una adición del 50%, alcanzando una MDS de $1,79 \text{ g/cm}^3$. Mientras tanto, con una adición del 7% en la investigación actual, se obtuvieron valores consistentes de MDS de $1,88 \text{ g/cm}^3$, lo que refleja una variación del 4,79%, y subraya nuevamente una variación leve entre los valores a pesar de las diferencias significativas en las dosificaciones. Para la tercera dosificación, se contempló inicialmente una adición del 60%, con un valor de MDS de $1,78 \text{ g/cm}^3$. A pesar de reducir la dosificación al 15% en este estudio, se alcanzaron valores de MDS de $1,91$ y $1,90 \text{ g/cm}^3$, lo que llevó a variaciones del 6,81% y 6,32%, indicando una vez más una variación leve. Estos hallazgos sugieren que una dosificación óptima del 15% para la adición de residuos de construcción y demolición puede ofrecer mejoras significativas en las características del suelo. Este porcentaje no solo se asoció con una mejora en la máxima densidad seca del suelo, sino que también demostró ser efectivo a pesar de las amplias diferencias en las dosificaciones aplicadas en comparación con los valores reportados previamente. Por tanto, se infiere que una gestión cuidadosa de la dosificación de aditivos puede optimizar las propiedades físicas del suelo,

contribuyendo así a la aplicación eficiente de materiales reciclados en la ingeniería civil.

Analizando los datos contrastados con el estudio de Eisa et al. (2022), se observa una discrepancia en los resultados presentados en la Tabla 9 para la muestra estándar de suelo, específicamente en la máxima densidad seca (MDS). El valor reportado fue de $1,65 \text{ g/cm}^3$, mientras que la investigación actual muestra variaciones del 6,67% y 12,73%, lo cual indica una variación leve en los resultados. En lo que respecta a la primera adición de polvo de cemento y yeso, se estableció inicialmente un 2% de adición, obteniendo valores de MDS de 2,2 y $2,1 \text{ g/cm}^3$, respectivamente. Sin embargo, al incrementar la adición al 3% de residuos de construcción y demolición (RCD) en este estudio, se lograron valores de MDS de 1,79 y $1,86 \text{ g/cm}^3$ para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente. Esto resultó en variaciones del 18,64% y 15,45% en comparación con el polvo de cemento, y del 14,76% y 11,43% en comparación con el yeso, indicando una variación leve entre los resultados obtenidos. Para la segunda dosificación, consideraron una adición del 4%, con valores de MDS de 2,47 y $2,1 \text{ g/cm}^3$. Con una adición del 7% en esta investigación, se obtuvieron valores de MDS de $1,88 \text{ g/cm}^3$ para ambos tipos de suelo, lo que representa variaciones del 23,89% en comparación con el polvo de cemento y del 10,48% en comparación con el yeso, mostrando una variación de leve a moderado. En la tercera dosificación, se propuso inicialmente un 6% de adición, alcanzando valores de MDS de 2,8 y $2,2 \text{ g/cm}^3$ (cemento y yeso). Al aumentar la dosificación al 15% en este estudio, se lograron valores de MDS de 1,91 y $1,90 \text{ g/cm}^3$ para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente, con variaciones del 31,79% y 13,64% en comparación con el polvo de cemento y yeso, lo que sugiere una variación de leve a fuerte. Estos hallazgos indican que la dosificación óptima varía según el material utilizado: un 6% para adiciones de polvo de cemento y un 15% para el uso de RCD, ambos demostrando ser efectivos en la mejora de las características del suelo. Este análisis subraya la importancia de seleccionar cuidadosamente las dosificaciones de aditivos para optimizar las propiedades físicas del suelo, ofreciendo implicaciones valiosas para la ingeniería civil y la gestión de materiales de construcción sostenibles.

Basado en el estudio de Varaprasad et al. (2019), se identifica una discrepancia en los resultados relacionados con la máxima densidad seca (MDS) de la muestra estándar de suelo, como se indica en la Tabla 9. El valor reportado por los autores fue de $1,68 \text{ g/cm}^3$, y la investigación actual muestra variaciones del 4,76% y 10,71%, lo que sugiere una variación leve en los resultados. En relación con la primera adición, indicaron un 5% de adición, logrando una MDS de $1,63 \text{ g/cm}^3$. Por contraste, esta investigación, con una adición del 3%, alcanzó valores de MDS de $1,79$ y $1,86 \text{ g/cm}^3$, resultando en variaciones del 7,98% y 14,11% respectivamente, lo que indica una variación leve entre los resultados obtenidos. Para la segunda dosis, propusieron una adición del 10%, obteniendo una MDS de $1,60 \text{ g/cm}^3$. En este estudio, con una adición del 7%, se alcanzaron valores consistentes de MDS de $1,88 \text{ g/cm}^3$, lo que refleja una variación del 17,50%, categorizada como variación leve. En cuanto a la tercera dosificación, el estudio previo contempló una adición del 15%, con un valor de MDS de $1,58 \text{ g/cm}^3$. Al emplear una dosificación idéntica del 15% en la investigación actual, se obtuvieron valores de MDS de $1,91$ y $1,90 \text{ g/cm}^3$, lo que conduce a variaciones del 20,89% y 20,25%, respectivamente, y se interpreta como una variación moderada. Estos resultados indican que la adición óptima, basada en los valores obtenidos, es del 15% cuando se utilizan residuos de construcción y demolición (RCD), dado que esta proporción ofreció las mejores mejoras en las características del suelo. Esta conclusión destaca la eficacia de emplear RCD para optimizar las propiedades físicas del suelo, proporcionando un enfoque sostenible y eficiente en recursos para la mejora del suelo en proyectos de ingeniería civil.

Los hallazgos del estudio realizado por Anastasiou et al. (2018) presentan una notable congruencia con los resultados obtenidos en la investigación actual, específicamente en lo que respecta a la máxima densidad seca (MDS) de la muestra estándar de suelo, según se detalla en la Tabla 9. Reportaron un valor de MDS de $1,73 \text{ g/cm}^3$, mientras que este estudio identifica variaciones de 1,73% y 7,51%, lo que indica variaciones leves en los resultados. En relación con la primera adición de polvo de cemento, propusieron un 10% de adición, logrando una MDS de $1,78 \text{ g/cm}^3$. Contrariamente, en la presente investigación, una adición reducida al 7% resultó en valores de MDS de $1,88 \text{ g/cm}^3$ para ambos casos examinados, lo

que se traduce en una variación del 5,62%, señalando una variación leve entre los valores alcanzados. Continuando con la segunda dosificación, contemplaron un 20% de adición, obteniendo un valor de MDS de 1,81 g/cm³. Al ajustar la adición al 15% en este estudio, se lograron valores de MDS de 1,91 y 1,90 g/cm³, con variaciones de 5,52% y 4,97% respectivamente, lo que nuevamente indica una variación leve. Estos resultados sugieren que una dosificación del 15%, especialmente cuando se utilizan residuos de construcción y demolición (RCD), emerge como la más adecuada para mejorar las características inherentes del suelo. La adopción de esta proporción óptima no solo se alinea con los hallazgos previos, sino que también confirma la eficacia de los RCD en la optimización de las propiedades físicas del suelo, ofreciendo una solución práctica y sostenible para la mejora del suelo en aplicaciones de ingeniería civil. Este enfoque subraya la importancia de ajustar cuidadosamente las dosificaciones de aditivos para alcanzar el equilibrio deseado entre la mejora de las propiedades del suelo y la viabilidad ambiental.

De acuerdo con los estudios previos realizados por Hymavathi, Navya y Kumar (2018), se observa una correspondencia en los resultados analizados en la Tabla 9 para una muestra estándar de suelo, en lo que respecta a la máxima densidad seca (MDS). Los autores reportaron un valor de MDS de 1,75 g/cm³, mientras que en la presente investigación se identificaron variaciones de 0,57% y 6,29%, indicando una variación leve en los resultados. En relación con la primera inclusión de residuos de construcción y demolición (RCD), se estableció inicialmente una adición del 12%, alcanzando un valor de MDS de 1,732 g/cm³. Sin embargo, con una adición del 3% en este estudio, se lograron valores de MDS de 1,79 y 1,86 g/cm³, resultando en variaciones de 3,35% y 7,39% respectivamente, lo que sugiere una variación leve en comparación con los valores iniciales. Continuando con la segunda dosis, se propuso una adición del 22%, obteniendo un valor de MDS de 1,722 g/cm³. Contrariamente, con un 7% de adición en la investigación actual, se observaron valores consistentes de MDS de 1,88 g/cm³, lo que representa una variación del 9,18%, y se considera una variación leve. Para la tercera dosificación, se contempló un 24% de adición, con un valor inicial de MDS de 1,72 g/cm³. Al aplicar una dosificación del 15% en este estudio, se alcanzaron valores de MDS de

1,91 y 1,90 g/cm³, lo que lleva a variaciones de 11,05% y 10,47%, indicando nuevamente una variación leve. Estos hallazgos sugieren que una dosificación del 15%, al emplear RCD, se identifica como la más efectiva para mejorar las propiedades intrínsecas del suelo. Esta proporción no solo se alinea con los resultados anteriores, sino que también destaca la capacidad de los RCD para optimizar las características físicas del suelo, ofreciendo un enfoque viable y sostenible para la mejora del suelo en aplicaciones de ingeniería civil. Este análisis subraya la importancia de una selección cuidadosa de la dosificación de aditivos para lograr una mejora deseada en las propiedades del suelo, manteniendo al mismo tiempo la sostenibilidad ambiental.

En el estudio de Zada et al. (2023), se identifican diferencias sutiles en los resultados de la Tabla 9 para una muestra estándar de suelo, particularmente en lo que respecta a la máxima densidad seca (MDS). El valor reportado fue de 1,60 g/cm³, con variaciones de 10% a 16,25% observadas en la investigación actual, lo que indica variación moderada en los resultados. Para la primera adición de polvo de mármol se reportó inicialmente un 3% de adición, con valor de MDS de 1,67 g/cm³. Al aplicar un 3% de residuos de construcción y demolición (RCD) en este estudio, se alcanzaron valores de MDS de 1,79 y 1,86 g/cm³ para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente. Esto resultó en variaciones de 7,19% y 11,38% comparado con el polvo de mármol, indicando una variación leve y moderada entre los resultados obtenidos. Con una segunda dosis de adición del 6%, se obtuvo valor de MDS de 1,72 g/cm³. En contraste, con una adición del 7% en este estudio, se lograron valores de MDS de 1,88 g/cm³ para ambos tipos de suelos, lo que refleja variación del 9,30% en comparación con el polvo de mármol, sugiriendo nuevamente una variación leve. Para la tercera dosificación, con un 15% de adición, se alcanzó valor de MDS de 1,81 g/cm³. Aumentando la adición al 15% en esta investigación, se observaron valores de MDS de 1,91 y 1,90 g/cm³, lo que conduce a variaciones de 5,52% y 4,97% en comparación con el polvo de mármol, lo cual se considera una variación leve. Estos hallazgos sugieren que una dosificación del 15% utilizando RCD es la más eficaz para mejorar las propiedades del suelo. Este porcentaje no solo se alinea con los resultados previos, sino que también destaca la utilidad de los RCD en la optimización de las características físicas del suelo,

proporcionando una solución sostenible y eficaz para la mejora del suelo en proyectos de ingeniería civil. Este análisis resalta la importancia de seleccionar cuidadosamente las dosificaciones de aditivos para lograr mejoras significativas en las propiedades del suelo, favoreciendo prácticas ambientalmente sostenibles.

El estudio realizado por Abdullah y Iravanian (2022) arroja luz sobre los resultados relacionados con la máxima densidad seca (MDS) de una muestra estándar de suelo, tal como se detalla en la Tabla 9. Los autores reportaron un valor inicial de MDS de $1,86 \text{ g/cm}^3$, mientras que la investigación actual revela variaciones del 5.38% y 0.00%, sugiriendo variaciones mínimas en los resultados. En lo que respecta a la primera adición se estableció una adición del 5%, con un valor de MDS de $1,881 \text{ g/cm}^3$. Al incrementar la adición al 3% en este estudio, se observaron valores de MDS de $1,79$ y $1,86 \text{ g/cm}^3$, lo que resultó en variaciones de 4.84% y 1.12%, indicando una variación leve entre los resultados obtenidos. Continuando con la segunda dosificación, se propuso una adición del 10%, alcanzando un valor de MDS de $1,919 \text{ g/cm}^3$. Al aplicar una dosificación del 15% en este estudio, se alcanzaron valores de MDS de $1,91$ y $1,90 \text{ g/cm}^3$, lo que conduce a variaciones de 0.47% y 0.99%, señalando nuevamente una variación leve. Estos hallazgos sugieren que una dosificación del 15% al emplear RCD es eficaz para optimizar las propiedades del suelo.

Respecto al **objetivo específico 5** donde se contempló el óptimo contenido de humedad (OCH) se sostiene lo siguiente:

Los hallazgos derivados del estudio de Moreira, Ecclesielter, Baldovino y Izzo (2023) indican significativas diferencias en los valores de contenido óptimo de humedad (OCH) para una muestra estándar de suelo, conforme se presenta en la Tabla 10. Originalmente, el valor de OCH reportado con la adición de residuos de construcción y demolición (RCD) fue de 21,5%. Sin embargo, la investigación actual revela valores de OCH de 16,38% y 11,90% para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente, reflejando variaciones moderadas a fuertes de 31,26% y 80,67%, lo que sugiere una notable reducción en la demanda de agua para una compactación adecuada en ambos tipos de suelos. En la primera adición experimental, donde se aplicó un 40% de RCD, se obtuvo un valor de OCH de 15%.

Comparativamente, con una adición reducida al 3% en este estudio, los valores de OCH alcanzados fueron de 15,57% para suelos arcillosos y 11,32% para suelos arenosos, mostrando variaciones de 3,66% y 32,51% respectivamente. Estas variaciones indican una variación leve en suelos arcillosos y una reducción significativa en suelos arenosos respecto al valor de OCH. Para la segunda adición, con un 50% de RCD, se registró un OCH de 13,5%. Al ajustar la adición al 7% en esta investigación, se observaron valores de OCH de 12,97% y 9,52% para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente, lo que representa variaciones de 4,09% y 41,81%, indicando nuevamente una variación leve en suelos arcillosos y una variación fuerte en suelos arenosos. Finalmente, en la tercera adición, con un 60% de RCD, se alcanzó un OCH de 13,4%. Al emplear una adición del 15% en el presente estudio, los valores de OCH fueron de 11,9% y 10,19% para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente, evidenciando variaciones de 12,61% y 22,94%, lo que sugiere disminuciones leves y moderadas en la demanda de agua para ambos tipos de suelos. Estos resultados permiten inferir que una dosificación del 15% de RCD emerge como la más efectiva para optimizar el contenido óptimo de humedad del suelo, reduciendo así la cantidad de agua necesaria para su adecuada compactación. Este hallazgo subraya la importancia de los RCD como un aditivo valioso para mejorar las propiedades de compactación del suelo, ofreciendo una solución sostenible y eficiente en el uso de recursos en proyectos de ingeniería civil y construcción.

Basándose en el estudio de Eisa et al. (2022), se observaron cambios significativos en el contenido óptimo de humedad (OCH) para una muestra estándar de suelo, como se documenta en la Tabla 10. Originalmente, los valores de OCH reportados para adiciones de polvo de cemento y yeso fueron de 10% y 14,3%, respectivamente. Los hallazgos actuales revelan valores de OCH de 16,38% para suelos arcillosos y 11,90% para suelos arenosos, mostrando incrementos del 63,8% y reducciones de 14,5%, respectivamente, lo que indica variaciones fuertes en suelos arcillosos y variaciones moderadas en suelos arenosos. En cuanto a la primera adición de material, con un 2% de inclusión, se obtuvieron valores de OCH de 9,5% y 12%. Sin embargo, al incrementar la adición al 3%, los valores de OCH observados fueron de 15,57% para suelos arcillosos y 11,32% para suelos

arenosos, resultando en aumentos del 63,89% y disminuciones de 5,67%, respectivamente. Estos resultados indican variaciones fuertes en suelos arcillosos y variaciones leves en suelos arenosos. Con la segunda adición, donde se aplicó un 4%, los valores iniciales de OCH fueron de 8% y 13,8%. Al aumentar la adición al 7%, se alcanzaron valores de OCH de 12,97% para suelos arcillosos y 9,52% para suelos arenosos, evidenciando cambios del 62,13% y un aumento del 31,01%, respectivamente, lo que sugiere ajustes significativos en ambos tipos de suelos. Para la tercera adición, con un 6% propuesto, se registraron valores de OCH de 8,5% y 14,6%. Incrementando la adición al 15%, se observaron valores de 11,9% y 10,19% para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente, con variaciones fuertes de 40% y 30,21%. Estos hallazgos muestran adaptaciones notables en la demanda de agua para compactación adecuada, especialmente en suelos arcillosos. De estos resultados se deduce que una dosificación del 15% de residuos de construcción y demolición es la más adecuada, ya que reduce significativamente la necesidad de agua para la compactación del suelo. Este ajuste optimiza el uso de recursos y mejora la sostenibilidad de los procesos de construcción, destacando la importancia de seleccionar cuidadosamente las proporciones de adición para mejorar las propiedades físicas del suelo de manera eficiente.

El estudio de Varaprasad et al. (2019) proporciona una base comparativa para evaluar el impacto de diferentes adiciones en el contenido óptimo de humedad (OCH) de una muestra estándar de suelo, como se detalla en la Tabla 10. Originalmente, se reportó un OCH de 28,6%. Sin embargo, la investigación actual revela valores de OCH de 16,38% para suelos arcillosos y 11,90% para suelos arenosos, lo que indica reducciones significativas de 74,60% y 140,34% respectivamente, evidenciando variaciones fuertes en ambos tipos de suelos. Para la primera adición, aplicaron un 5%, obteniendo un OCH de 28%. Con una adición del 3% en este estudio, se observaron valores de OCH de 15,57% y 11,32% para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente. Estos resultados muestran variaciones de 79,83% y 147,35%, lo que subraya variaciones fuertes en la demanda de humedad para la compactación óptima del suelo. Con una segunda adición del 10%, alcanzaron un OCH de 27%. Al ajustar la adición al 7% en la investigación actual, se lograron valores de OCH de 12,97% y 9,52% para suelos

arcillosos y arenosos, respectivamente, reflejando variaciones de 108,17% y 183,61%. Estos hallazgos indican nuevamente variaciones fuertes en el OCH necesario. En la tercera adición, con un 15% propuesto se reportó un OCH de 26%. Implementando la misma adición del 15% en este estudio, se alcanzaron valores de OCH de 11,9% y 10,19% para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente, lo que conduce a variaciones fuerte de 118,49% y 155,15%. Este resultado subraya una disminución pronunciada en la demanda de agua para una compactación adecuada del suelo. Estos resultados indican claramente que una dosificación del 15% de residuos de construcción y demolición (RCD) es la más efectiva para optimizar el OCH del suelo, reduciendo significativamente la cantidad de agua necesaria para su compactación adecuada. Esta optimización no solo mejora la eficiencia del proceso de compactación, sino que también contribuye a la sostenibilidad de los proyectos de ingeniería civil, al minimizar el uso de recursos hídricos y promover el reciclaje de materiales.

En el estudio realizado por Hymavathi, Navya y Kumar (2018), se examinaron los efectos de diversas adiciones en el contenido óptimo de humedad (OCH) para una muestra estándar de suelo, como se detalla en la Tabla 10. Originalmente, se reportó un valor de OCH de 16% para el suelo sin adición. Los datos obtenidos en la investigación actual indican un OCH de 16,38% para suelos arcillosos y 11,90% para suelos arenosos, lo que refleja variaciones de 2,32% y 34,45% respectivamente, sugiriendo una variación leve en suelos arcillosos y una variación fuerte en suelos arenosos. Para la primera intervención, con una adición del 12%, se observó un OCH de 15,10%. Al aplicar una adición reducida del 3% en el presente estudio, se alcanzaron valores de OCH de 15,57% para suelos arcillosos y 11,32% para suelos arenosos, manifestando variaciones de 3,02% y 33,39% respectivamente. Esto indica una variación leve en suelos arcillosos y una variación fuerte en suelos arenosos. Con una segunda adición propuesta del 22%, se registró un valor de OCH de 14,95%. Al ajustar la adición al 7% en esta investigación, se obtuvieron valores de OCH de 12,97% y 9,52% para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente, lo que conduce a variaciones de 15,27% y 57,04%. Estos resultados sugieren variaciones moderadas en suelos arcillosos y fuertes en suelos arenosos. Para la tercera adición, con un 24% propuesto, se alcanzó un OCH de

14,90%. Implementando una adición del 15% en el presente estudio, se observaron valores de OCH de 11,9% y 10,19% para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente, reflejando variaciones de 25,63% y 46,71%. Esto indica variaciones moderadas en suelos arcillosos y fuertes en suelos arenosos. De acuerdo con estos hallazgos, se deduce que una adición del 15% de residuos de construcción y demolición (RCD) optimiza el contenido óptimo de humedad del suelo, reduciendo la demanda de agua para su adecuada compactación. Esta dosificación no solo mejora la eficiencia del proceso de compactación, sino que también favorece la sostenibilidad en proyectos de ingeniería civil, al disminuir el consumo de agua y promover el uso eficiente de materiales reciclados.

El análisis de los datos proporcionados por Zada et al. (2023) aborda el impacto de adición de polvo de mármol en el óptimo contenido de humedad (OCH) para una muestra patrón de suelo, tal como se documenta en la Tabla 10. Inicialmente, se estableció un OCH de 20,8% para adiciones de polvo de mármol. La investigación subsecuente identificó OCH de 16,38% para suelos arcillosos y 11,90% para suelos arenosos, indicando una disminución del 21,25% y del 42,79% respectivamente, lo que refleja una variación moderada en suelos arcillosos y fuerte en suelos arenosos. En la primera intervención, con una adición del 3%, los valores iniciales de OCH se situó en 19,5% para polvo de mármol. Al aplicar una adición del 3% en este estudio, se observaron valores de OCH de 15,57% y 11,32% para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente, manifestando una reducción del 20,15% y 41,95% para suelos arcillosos y suelos arenosos respectivamente, lo que denota variaciones moderadas y fuertes en ambos tipos de suelos. Con una segunda adición del 6%, se reportó OCH de 16,7% polvo de mármol. Incrementando la adición al 7% en el presente estudio, se alcanzaron OCH de 12,97% y 9,52% para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente, reflejando una disminución del 22,34% y 42,99% para suelos arcillosos y suelos arenosos respectivamente, indicando variaciones fuertes en ambos casos. Para la tercera adición, con un 15% propuesto, se alcanzó OCH de 15,5% con polvo de mármol. Implementando la misma adición del 15% en este estudio, se obtuvieron valores de OCH de 11,9% y 10,19% para suelos arcillosos y arenosos, mostrando una disminución del 23,23% y 34,26% para suelos arcillosos y arenosos, sugiriendo variaciones fuertes. De

acuerdo con estos hallazgos, se concluye que una adición del 15% de residuos de construcción y demolición (RCD) optimiza el OCH del suelo, minimizando la necesidad de agua para una compactación adecuada. Esta dosificación facilita la eficiencia del proceso de compactación y promueve la sostenibilidad en proyectos de ingeniería civil, al reducir el consumo de agua y fomentar el reciclaje de materiales.

Analizando los datos proporcionados por Abdullah y Iravanian (2022) y contrastándolos con los hallazgos actuales documentados en la Tabla 10 para una muestra estándar de suelo, observamos una influencia significativa de distintas adiciones en el contenido óptimo de humedad (OCH). Inicialmente, el OCH registrado fue de 16.15%. Los análisis recientes indican un OCH ajustado a 16,38% para suelos de textura arcillosa y 11,90% para suelos de textura arenosa, lo que refleja variaciones del 1.40% y 35.71%, respectivamente, denotando una variación fuerte en suelos arcillosos y una variación leve en suelos arenosos. Para la primera intervención, con una inclusión del 5%, se reportó un OCH de 13.23%. Al incrementar la inclusión al 3% en este estudio, se observaron valores de OCH de 15.57% para suelos arcillosos y 11,32% para suelos arenosos, exhibiendo variaciones del 15.03% y 16.87%, respectivamente. Esto implica una variación leve en suelos arcillosos y suelos arenosos. Con una segunda inclusión del 10%, se obtuvo un OCH de 11.13%. Al aplicar una inclusión del 15% en este estudio, se lograron valores de OCH de 11,9% y 10,19% para suelos arcillosos y arenosos, respectivamente, indicando variaciones del 6.92% y 8.45%. Estas cifras revelan variaciones leves en ambos tipos de suelo. De este análisis se deduce que una inclusión del 15% de residuos de construcción y demolición (RCD) se presenta como la más adecuada para optimizar el OCH del suelo, reduciendo la necesidad de agua para una compactación eficaz. Esta concentración no solo mejora la eficiencia del proceso de compactación, sino que también promueve prácticas sostenibles en proyectos de ingeniería civil, minimizando el consumo de recursos hídricos y favoreciendo la reutilización de materiales.

Respecto al **objetivo específico 6** donde se contempló la capacidad de soporte californiana (CBR) se sostiene lo siguiente:

Basándose en el estudio previo realizado por Eisa et al. (2022), se analizaron los efectos de diversas adiciones en el índice de capacidad de soporte del suelo, conocido como CBR (California Bearing Ratio), para una muestra patrón de suelo, tal como se documenta en la Tabla 11. Originalmente, el valor de CBR reportado fue de 4,9%. Los hallazgos actuales muestran una notable mejora, con valores de CBR de 16,38% y 11,90% para suelos arcillosos bajo compactaciones del 95% y 100% respectivamente, y un incremento extraordinario a 300% y 520,41% para suelos arenosos bajo las mismas condiciones de compactación. Esto indica una variación fuerte, con incrementos fuertes para suelos arcillosos y mejoras drásticas para suelos arenosos. En la primera intervención con adiciones de polvo de cemento y yeso al 2%, se obtuvieron valores de CBR de 18,4% y 8,2%, respectivamente. Incrementando la adición al 3% de residuos de construcción y demolición (RCD), los valores de CBR ajustados fueron de 6,9% y 10,5% para suelos arcillosos y 23,2% y 33,1% para suelos arenosos, bajo compactaciones del 95% y 100%. Estas variaciones representan variaciones fuertes, especialmente al comparar con los valores iniciales, mostrando una preferencia por adiciones de RCD sobre polvo de cemento y yeso en términos de mejora del CBR, especialmente en suelos arenosos. Con una adición del 4% de cemento o yeso, se registraron valores de CBR de 23% y 8,3%. Al aplicar una adición del 7% de RCD, se alcanzaron valores de CBR de 9,7% y 13,3% para suelos arcillosos y 22,6% y 35,4% para suelos arenosos, lo que indica una variabilidad moderada, especialmente en comparación con el yeso, donde se observaron variaciones moderadas a fuertes en suelos arenosos. La tercera dosificación, con un 6% de adición de cemento o yeso, produjo valores de CBR de 29,5% y 7,7%. Incrementando la adición al 15% de RCD, los valores mejoraron a 10,2% y 14,1% para suelos arcillosos y 31,5% y 38,3% para suelos arenosos. Representando variaciones leves en arcillosos y fuertes en arenosos. Estos resultados sugieren que la adición del 15% de RCD es particularmente beneficiosa para suelos arenosos al 100% de compactación, optimizando notablemente el CBR y, por ende, las propiedades mecánicas del suelo. En conclusión, la adición óptima basada en los resultados obtenidos sería del 15% de RCD, especialmente para suelos arenosos al 100% de compactación, ya que esta concentración promueve una mejora significativa en el índice CBR, reflejando un incremento en la capacidad de

soporte del suelo. Esto subraya la eficacia de los RCD como un material de mejora para las propiedades geotécnicas del suelo, ofreciendo una solución sostenible para la mejora del suelo en aplicaciones de ingeniería civil.

En el análisis proporcionado por Varaprasad et al. (2019), se examinó el impacto de diferentes dosificaciones en el índice de capacidad de soporte California (CBR) para una muestra estándar de suelo, según se documenta en la Tabla 11. A diferencia de estudios previos, Varaprasad y su equipo no especificaron valores base de CBR, sino que implementaron series de dosificaciones controladas para evaluar su efecto sobre la capacidad de carga del suelo. Inicialmente, con una adición del 5%, se registró un CBR de 7,2%. Al ajustar la dosificación al 3% de residuos de construcción y demolición (RCD), los valores observados de CBR fueron de 6,9% y 10,5% para suelos de textura arcillosa bajo compactaciones del 95% y 100% respectivamente, y de 23,2% y 33,1% para suelos de textura arenosa bajo las mismas condiciones de compactación. Estos resultados reflejan variaciones del 4,17% y 45,83% para suelos arcillosos y de 222,22% y 359,72% para suelos arenosos, evidenciando variaciones leves y fuertes en la capacidad de soporte, especialmente en suelos arenosos. Con una segunda adición del 10%, se estableció un CBR de 7,6%. Incrementando la dosificación al 7% de RCD, se alcanzaron valores de CBR de 9,7% y 13,3% para suelos arcillosos y de 22,6% y 35,4% para suelos arenosos, bajo compactaciones del 95% y 100%. Estas modificaciones se traducen en variaciones del 27,63% y 75,00% para suelos arcillosos y de 197,37% y 365,79% para suelos arenosos, indicando variaciones moderadas y fuertes en la capacidad de carga del suelo. Para la tercera dosificación, contemplando una adición del 15%, se reportó un CBR inicial de 7,8%. Aplicando una dosificación del 15% de RCD, se observaron valores de CBR de 10,2% y 14,1% para suelos arcillosos y de 31,5% y 38,3% para suelos arenosos. Estos valores representan variaciones del 30,77% y 80,77% para suelos arcillosos y de 303,85% y 391,03% para suelos arenosos, demostrando una variación fuerte en la capacidad de soporte, particularmente en suelos arenosos bajo compactaciones del 95% y 100%. De acuerdo con estos hallazgos, se puede inferir que una dosificación del 15% de RCD es la más efectiva para mejorar el índice CBR del suelo, optimizando así la capacidad de soporte del suelo. Esta

concentración de RCD no solo mejora significativamente la resistencia mecánica del suelo, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental al reutilizar materiales de desecho en aplicaciones de ingeniería geotécnica.

En el estudio llevado a cabo por Anastasiou (2018), se evaluaron los efectos de diversas adiciones sobre el Índice de Capacidad de Soporte California (CBR) para una muestra representativa de suelo, tal y como se presenta en la Tabla 11. Originalmente, se reportó un CBR base de 5%. Los análisis subsiguientes revelaron variaciones de CBR de 4 % y 90 % para suelos de clasificación arcillosa bajo compactaciones del 95% y 100% respectivamente, y aumentos significativos de 292 % y 508% para suelos de clasificación arenosa bajo las mismas condiciones de compactación. Estos resultados indican una variación leve en suelos arcillosos al 95% de compactación y variaciones fuertes en los demás casos evaluados. Para la primera intervención, con una adición del 10%, se observó un CBR de 12%. Al aplicar un 7% de residuos de construcción y demolición (RCD), se obtuvieron valores de CBR de 9,7% y 13,3% para suelos arcillosos y 22,6% y 35,4% para suelos arenosos, ambos bajo compactaciones del 95% y 100%. Estas cifras representan cambios del 19,17% y 10,83% para suelos arcillosos y de 88,33% y 195% para suelos arenosos, evidenciando variaciones leves en suelos arcillosos y fuertes en suelos arenosos. Con una segunda dosificación del 20%, Anastasiou reportó un CBR de 33%. Incrementando la dosificación a 15% de RCD, se alcanzaron valores de CBR de 10,2% y 14,1% para suelos arcillosos y 31,5% y 38,3% para suelos arenosos, bajo compactaciones del 95% y 100% respectivamente. Los ajustes observados fueron de 69,09% y 57,27% para suelos arcillosos y de 4,55% y 16,06% para suelos arenosos, señalando modificaciones fuertes en suelos arcillosos y leves en suelos arenosos. De este análisis se deduce que una dosificación del 15% de RCD optimiza el CBR del suelo, mejorando significativamente la capacidad de carga de este. Esta concentración de RCD no solo mejora la resistencia mecánica del suelo, sino que también fomenta la utilización sostenible de materiales reciclados, ofreciendo una alternativa ecológica para la mejora de las propiedades geotécnicas del suelo en aplicaciones de ingeniería civil y construcción.

Basado en el estudio de Abdullah y Iravanian (2022), se observó un análisis detallado sobre el impacto de distintas dosificaciones en el Índice de Capacidad de Soporte California (CBR) de una muestra estándar de suelo, como se especifica en la Tabla 11. Inicialmente, se registró un valor base de CBR de 9.5%. Los resultados de la investigación actual indican incrementos significativos de CBR de 63,08% y 26,92% para suelos de clasificación arcillosa bajo compactaciones del 95% y 100% respectivamente, y de 84.94% y 64.71% para suelos de clasificación arenosa bajo las mismas condiciones. Esto demuestra una variación fuerte en suelos arcillosos al 100% de compactación y variaciones fuertes en los demás casos. En la primera intervención, con una adición del 5%, se alcanzó un CBR de 3.4%. Incrementando la adición al 3% de residuos de construcción y demolición (RCD), los valores de CBR ajustados fueron de 6.9% y 10.5% para suelos arcillosos y 23,2% y 33,1% para suelos arenosos, bajo compactaciones del 95% y 100%. Estos ajustes representan cambios del 50.72% y 67.62% para suelos arcillosos y de 85.34% y 89.73% para suelos arenosos, indicando variaciones fuertes en la capacidad de carga del suelo. Con una segunda dosificación del 10%, se reportó un CBR de 4.2%. Incrementando la adición al 15% de RCD, se observaron valores de CBR de 10,2% y 14,1% para suelos arcillosos y 31,5% y 38,3% para suelos arenosos. Los ajustes resultantes fueron de 58.82% y 70.21% para suelos arcillosos y de 86.67% y 89.03% para suelos arenosos, señalando una variación fuerte en la capacidad de carga del suelo bajo esta dosificación. De este análisis se concluye que una dosificación del 15% optimiza el CBR del suelo. Esta concentración no solo mejora la resistencia mecánica del suelo, sino que también promueve la eficiencia en el uso de materiales, ofreciendo una solución efectiva para la mejora de las propiedades geotécnicas del suelo en aplicaciones de ingeniería civil y construcción.

VI. CONCLUSIONES

Primera: De acuerdo con los resultados obtenidos referentes a la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas, y referentes a un suelo arcilloso es que se expone que la sustitución más idónea fue del RCD+15% con un 49% para el límite líquido. Asimismo, contemplándose una sustitución adecuada del RCD+15% con un 26% para el límite plástico. Se tiene además que para el índice de plasticidad es que la sustitución más idónea fue la del RCD+15% con un valor de 23,00. Respecto a la máxima densidad seca la sustitución adecuada fue RCD+15% en suelo arcilloso con 1,91 gr/cm³, en suelo arenoso 1,90 gr/cm³. Para la humedad óptima la sustitución fue RCD+15% en suelo arcilloso un 11,90% y RCD+7% en suelo arenoso un 9,52%. Finalmente, para el CBR la sustitución RCD+15% en suelo arcilloso con 14,1% y suelo arenoso con 38,3% respectivamente.

Segunda: Conforme a los resultados del objetivo específico 1 para un suelo arcilloso la sustitución más adecuada fue la que represento RCD+15% con un valor de 49 % en el límite líquido, representando una disminución del 18,37% conforme a una muestra patrón, lo cual indica que el contenido de material arcilloso bajo esta sustitución descrita fue la más adecuada ya que aminoro de manera importante el contenido de agua en el suelo. En caso del suelo arenoso este represento ser no plástico por la ausencia de material arcilloso en su contenido.

Tercera: De acuerdo con el objetivo específico 2 para un suelo arcilloso la sustitución más idónea que se presento fue de RCD+15% con un valor de 26% en el límite plástico, lo cual representa un incremento del 4% conforme a una muestra patrón analizada, por lo cual esto indica que existe un gran impacto en la transición de los estados plásticos del suelo arcilloso pasando entre los estados plástico y semisólido. Respecto al suelo arenoso este no presenta transición alguna debido a que sus partículas no poseen plasticidad alguna.

Cuarta: Conforme al objetivo específico 3 para un suelo arcilloso se contempla que la sustitución más idónea fue de RCD+15% con un valor de 23% en el índice de plasticidad lo cual representa un aminoramiento del 30,30% lo cual representa que para un suelo arcilloso la cantidad de cambio en el volumen que experimentara en

función a su contenido de humedad afectara directamente hacia las deformaciones y compresibilidad en los diseños requeridos.

Quinta: Conforme al objetivo específico 4 respecto a la máxima densidad seca para un suelo arcilloso represento adecuada de RCD+15% con un valor de 1,91 gr/cm³ representando un incremento de 8,52%, asimismo para un suelo arenoso este valor fue de 1,90 gr/cm³, representando un incremento de 2,15% estos incrementos verifican que el suelo modificado sostendrá una mayor capacidad de carga brindando mayor estabilidad a la estructura del suelo.

Sexta: Referente al objetivo específico 5 con respecto a la humedad óptima para un suelo arcilloso refirió una dosificación adecuada de RCD+15% refirió un valor de 11,90% lo cual fue una disminución del 27,35%, asimismo para un suelo arenoso el valor fue de 10,19%, lo cual fue un decremento del 14,37%, verificándose por tanto que con esta dosificación contemplada se obtiene resultados idóneos para genera mínimas cantidades de aire y agua en los intersticios del suelo.

Séptima: Conforme al objetivo específico 6 referente al CBR para un suelo arcilloso la dosificación más optima fue de RCD+15% con un valor de 14,1% que fue un incremento del 48,42%, por otro lado, para un suelo arenoso represento un valor de 38,3% que fue un incremento del 25,99%, con ello se viene asegurando una mejor característica hacia la capacidad de soporte que sostendrá el suelo.

VII. RECOMENDACIONES

Primera: Los resultados del estudio indican que la adición de residuos de construcción y demolición (RCD) al 15% mejora significativamente varias propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos y arenosos. Esto sugiere que la utilización de RCD no solo es viable desde el punto de vista técnico, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al reciclar materiales que de otro modo serían desechados. Para futuras aplicaciones, sería recomendable realizar más investigaciones sobre la optimización de las proporciones de RCD en diferentes tipos de suelos, no solo enfocándose en el 15% sino explorando un rango más amplio de concentraciones para identificar la mezcla óptima que maximice las propiedades deseadas para aplicaciones específicas.

Segunda: Respecto al límite líquido se señala una mejora significativa en las propiedades del suelo arcilloso con la adición de un 15% de residuos de construcción y demolición (RCD), específicamente en lo que respecta a la reducción del límite líquido. Esta reducción indica una mejora en la estabilidad y la capacidad de carga del suelo, lo que es fundamental para diversas aplicaciones de ingeniería civil. En cuanto al suelo arenoso, su caracterización como no plástico se mantiene consistente con la expectativa de su composición granular. Por ello se recomienda a futuras investigaciones asegurar una mezcla homogénea de RCD en el suelo para garantizar que las mejoras observadas sean consistentes en toda la masa del suelo tratado. Investigar métodos para mejorar la distribución de RCD podría aumentar la eficacia de este tratamiento.

Tercera: Respecto a la utilización de residuos de construcción y demolición es que se sostiene una recomendación cuando se contemple ser adicionado hacia suelos que contengan porciones de arcilla y arenosos ya que expone tener mejores características físico-mecánicas, contemplándose adiciones controladas de hasta un RCD+15% mejorando las características de plasticidad, compactación y capacidad de soporte, en consecuencia representa un aporte hacia la utilización de los RCD como materiales estabilizantes de suelos.

Cuarta: La mejora observada en el índice de plasticidad del suelo arcilloso con la adición de un 15% de residuos de construcción y demolición (RCD) sugiere una

reducción significativa en su sensibilidad al cambio de volumen con respecto a los cambios en el contenido de humedad. Esto tiene implicaciones directas en la estabilidad y el comportamiento compresible de los suelos arcillosos, que son críticos para el diseño y la construcción de infraestructura civil. Por tanto, se recomienda el investigar la durabilidad de los suelos mejorados con RCD a largo plazo, considerando factores como la erosión, la lixiviación de materiales y la resistencia a ciclos de congelación y descongelación. Esto es crucial para garantizar la viabilidad y sostenibilidad de las soluciones propuestas.

Quinta: La mejora en la máxima densidad seca de suelos arcillosos y arenosos con la adición de un 15% de residuos de construcción y demolición (RCD) indica un potencial significativo para aumentar la capacidad de carga y la estabilidad del suelo. Estos resultados son especialmente relevantes para la construcción y el diseño de cimientos, pavimentos y otras estructuras de ingeniería civil que dependen de la integridad del suelo. Se recomienda realizar estudios adicionales para validar cómo el incremento en la máxima densidad seca afecta directamente la capacidad de carga del suelo. Esto debería incluir pruebas de carga estática y dinámica en campo para correlacionar los incrementos de densidad con mejoras en la capacidad de carga real.

Sexta: La disminución de la humedad óptima en suelos arcillosos y arenosos con la adición de un 15% de residuos de construcción y demolición (RCD) indica una mejora en la eficiencia de compactación y la reducción de los espacios vacíos en el suelo. Por tanto, se recomienda realizar investigaciones de cómo la disminución en la humedad óptima y la adición de RCD afectan la estabilidad y el comportamiento a largo plazo del suelo bajo cargas cíclicas y condiciones ambientales cambiantes. Esto ayudará a asegurar la durabilidad de las estructuras construidas sobre estos suelos mejorados.

Séptima: El incremento en el valor del CBR tras la adición de un 15% de residuos de construcción y demolición (RCD) a suelos arcillosos y arenosos es un indicador muy positivo de una mejora en la capacidad de soporte del suelo. Un CBR más alto significa que el suelo es más capaz de soportar cargas sin sufrir deformaciones significativas, lo cual es crucial para el diseño y la construcción de cimentaciones,

pavimentos, y otras estructuras. Se recomienda la importancia de evaluar cómo la adición de RCD afecta otras propiedades mecánicas del suelo, como la resistencia al corte, la compresibilidad y la permeabilidad. Esto ayudará a garantizar que la mejora en la capacidad de soporte no comprometa otras propiedades críticas del suelo.

REFERENCIAS

- ABDULLAH, S. y IRAVANI, A., 2022. Using Waste Ceramic Dust in Stabilization of Clay Soils. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology* [en línea], vol. 13, no. 1, [consulta: 23 mayo 2024]. ISSN 2180-3242. DOI 10.30880/ijscet.2022.13.01.007. Disponible en: <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/IJSCET/article/view/8821>.
- ANASTASIOU, E., PAPACHRISTOFOROU, M., ANESIADIS, D., ZAFEIRIDIS, K. y TSARDAKA, E., 2018. Investigation of the use of recycled concrete aggregates originating from a single ready-mix concrete plant. *Applied Sciences (Switzerland)* [en línea], vol. 8, no. 11, [consulta: 6 octubre 2023]. ISSN 20763417. DOI 10.3390/APP8112149. Disponible en: <https://n9.cl/hbw6s>
- ARIAS, J., HOLGADO, J., TAFUR, T. y VASQUEZ, M., 2022. Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis. *Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis*, DOI 10.35622/INUDI.B.016.
- ARIAS-GÓMEZ, J., VILLASÍS-KEEVER, M. y MIRANDA-NOVALES, M., 2016. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México* [en línea], vol. 63, no. 2, [consulta: 2 mayo 2023]. ISSN 0002-5151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>.
- ARIAS-GONZALES, J. y COVINOS, M., 2021. *Diseño y Metodología de Investigación* [en línea]. 01. Arequipa: s.n. ISBN 978-612-48444-2-3. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/352157132>.
- ARIAS-TRUJILLO, J., MATÍAS-SANCHEZ, A., CANTERO, B. y LÓPEZ-QUEROL, S., 2023. Mechanical stabilization of aeolian sand with ceramic brick waste aggregates. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 363, [consulta: 16 octubre 2023]. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/J.CONBUILDMAT.2022.129846. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061822035024>.

- ASTM D1883-07, 2007. Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils. *Methods*. S.I.:
- ASTM D4318-17, 2017. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. *Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*. S.I.:
- AYALA, G., ROSADIO, A. y DURÁN, G., 2019. Study of the effect of the addition of ash from artisan brick kilns in the stabilization of clay soils for pavements. *Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities* [en línea], [consulta: 11 octubre 2023]. ISSN 2414-6390. DOI 10.18687/LACCEI2019.1.1.115. Disponible en: https://laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full_papers/FP115.pdf.
- BECK-BROICHSITTER, S., FLEIGE, H., DÖRNER, J. y HORN, R., 2023. Direction-dependency of soil hydraulic and mechanical properties. *Encyclopedia of Soils in the Environment* [en línea], [consulta: 21 octubre 2023]. DOI 10.1016/B978-0-12-822974-3.00113-0. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128229743001130>.
- BEJA, I., MOTTA, R. y BERNUCCI, L., 2020a. Application of recycled aggregates from construction and demolition waste with Portland cement and hydrated lime as pavement subbase in Brazil. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 258, [consulta: 5 octubre 2023]. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/J.CONBUILDMAT.2020.119520. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820315257>.
- BEJA, I., MOTTA, R. y BERNUCCI, L., 2020b. Application of recycled aggregates from construction and demolition waste with Portland cement and hydrated lime as pavement subbase in Brazil. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 258, [consulta: 16 octubre 2023]. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/J.CONBUILDMAT.2020.119520. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820315257>.
- BERNAL, C., 2016. *Metodología de la investigación*. 04. Colombia: PEARSON. vol. 04.

- BLAYI, R., SHERWANI, A., IBRAHIM, H. y ABDULLAH, S., 2020. Stabilization of high-plasticity silt using waste brick powder. *SN Applied Sciences* [en línea], vol. 2, no. 12, [consulta: 6 octubre 2023]. ISSN 25233971. DOI 10.1007/S42452-020-03814-8. Disponible en: <https://n9.cl/dufj9>
- BRAJA, M. Das, 2010. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. 4TH. S.I.: Cengage Learning . ISBN 978-1-111-57675-2.
- CABALLERO, A., 2013. *Metodología Integral Innovadora para Planes y Tesis*. 01. Mexico, D.F.: CENGAGE Learning. vol. 01. ISBN 978-607-519-182-9.
- CALLAHAM, M. y STANTURF, J., 2021. *Soil ecology and restoration science* [en línea]. S.I.: Academic Press. [consulta: 21 octubre 2023]. ISBN 9780128131930. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128131930000023>.
- CRESPO, C., 2004. *Mecánica de suelos y cimentaciones* [en línea]. 5. México: Limusa. [consulta: 21 octubre 2023]. ISBN 968-18-6489-1. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>.
- DHAR, S. y HUSSAIN, M., 2021. The strength and microstructural behavior of lime stabilized subgrade soil in road construction. *International Journal of Geotechnical Engineering* [en línea], vol. 15, no. 4, [consulta: 13 octubre 2023]. ISSN 19397879. DOI 10.1080/19386362.2019.1598623. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19386362.2019.1598623>.
- E070 NORMA TÉCNICA, 2006. Norma Técnica E. 070 - Albañilería. *Sencico*,
- EISA, M., BASIOUNY, M., MOHAMADY, A. y MIRA, M., 2022. Improving Weak Subgrade Soil Using Different Additives. *Materials* [en línea], vol. 15, no. 13, [consulta: 6 octubre 2023]. ISSN 19961944. DOI 10.3390/MA15134462. Disponible en: <https://n9.cl/jih32>
- FIROOZI, A.A., GUNNEY, C., FIROOZI, A. y BAGHINI, M., 2017. Fundamentals of soil stabilization. *International Journal of Geo-Engineering* [en línea], vol. 8, no. 1, [consulta: 8 octubre 2023]. ISSN 21982783. DOI 10.1186/S40703-017-

0064-9/FIGURES/3.

Disponible

en:

<https://link.springer.com/article/10.1186/s40703-017-0064-9>.

GOSS, R. y ULERY, A., 2023. Edaphology. *Encyclopedia of Earth Sciences Series* [en línea], vol. 1, no. 01, [consulta: 21 octubre 2023]. ISSN 1871756X. DOI 10.1016/B978-0-12-822974-3.00054-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128229743000549>.

GRAUX, D., 1975. *Fundamentos de mecánica del suelo, proyecto de muros y cimentaciones* [en línea]. 2da. Barcelona: Imprenta Juvenil, S.A. [consulta: 21 octubre 2023]. ISBN 84-7146-022-X. Disponible en: <https://n9.cl/w37sv>.

HADI, M., MARTEL, C., HUAYTA, F., ROJAS, R. y ARIAS, J., 2023. *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis* [en línea]. 01. Puno: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. [consulta: 21 abril 2023]. vol. I. ISBN 978-612-5069-63-4. Disponible en: <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/book/82>.

HASSAN, A., 2017. Comparison between Field Research and Controlled Laboratory Research. *Archives of Clinical and Biomedical Research* [en línea], vol. 01, no. 02, [consulta: 15 octubre 2023]. DOI 10.26502/ACBR.50170011. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/316543113_Comparison_between_Field_Research_and_Controlled_Laboratory_Research.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA, C., 2018. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. S.I.: Mc Graw Hill Education. vol. 1. ISBN 978-1-4562-6096-5.

HIDALGO, C., CARVAJAL, G. y MUÑOZ, F., 2019. Laboratory Evaluation of Finely Milled Brick Debris as a Soil Stabilizer. *Sustainability 2019, Vol. 11, Page 967* [en línea], vol. 11, no. 4, [consulta: 8 octubre 2023]. ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/SU11040967. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/4/967>.

HYMAVATHI, J., NAVYA, B. y KUMAR, Y., 2018. ENHANCING THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF CLAYEY SOIL BY ADDITION OF FLY ASH AND

CONSTRUCTION DEMOLITION WASTE. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* [en línea], vol. 9, no. 6, [consulta: 6 octubre 2023]. ISSN 0976-6316. Disponible en: https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCIET/VOLUME_9_ISSUE_6/IJCIET_09_06_119.pdf.

JAMES, J. y KASINATHA, P., 2018. Strength and microstructure of micro ceramic dust admixed lime stabilized soil. *Revista de la construcción* [en línea], vol. 17, no. 1, [consulta: 4 octubre 2023]. ISSN 0718-915X. DOI 10.7764/RDLC.17.1.5. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2018000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=en.

MAICHIN, P., JITSANGIAM, P., NONGNUANG, T., BOONSERM, K., NUSIT, K., PRA-AI, S., BINAREE, T. y ARYUPONG, C., 2021. Stabilized high clay content lateritic soil using cement-fgd gypsum mixtures for road subbase applications. *Materials*, vol. 14, no. 8, ISSN 19961944. DOI 10.3390/MA14081858.

MINISTERIO DE VIVIENDA, construcción y saneamiento, 2022. *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición - DECRETO SUPREMO - N° 002-2022-VIVIENDA Diario Oficial El Peruano*. 4 abril 2022. Lima: s.n.

MOREIRA, Eciesielter, BALDOVINO, J. y IZZO, R., 2023. Transforming Construction and Demolition Waste into Soft-Soil Treatment for Paving Design. *Geotechnical and Geological Engineering* [en línea], vol. 41, no. 7, [consulta: 13 septiembre 2023]. ISSN 15731529. DOI 10.1007/S10706-023-02503-8. Disponible en: <https://n9.cl/bqilt>.

NTP 339.127.1998, 2019. NORMA TÉCNICA PERUANA DE SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. . Lima:

NTP 339.129.1999, 2019. NORMA TÉCNICA PERUANA DE SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. . Lima:

NTP 400.050.2017, 2017. NORMA TÉCNICA PERUANA. Manejo de residuos de la actividad de la construcción y demolición. Generalidades. 2ª Edición. . Lima:

- NTP 339.141, 2019. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada ($2700 \text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ ($56000 \text{ pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$)). . Lima:
- OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology* [en línea], vol. 35, no. 1, ISSN 0717-9502. DOI 10.4067/S0717-95022017000100037. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- SAFI, W. y SINGH, S., 2022. Efficient & effective improvement and stabilization of clay soil with waste materials. *Materials Today: Proceedings* [en línea], vol. 51, [consulta: 16 octubre 2023]. ISSN 2214-7853. DOI 10.1016/J.MATPR.2021.06.333. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221478532104726X>.
- SANJUÁN, M. y ARGIZ, C., 2012. La nueva norma Europea de especificaciones de cementos comunes UNE-EN 197-1:2011. *Materiales de Construcción* [en línea], vol. 62, no. 307, [consulta: 14 noviembre 2023]. ISSN 04652746. DOI 10.3989/MC.2012.07711. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/274778623_La_nueva_norma_europea_de_especificaciones_de_cementos_comunes_UNE-EN_197-12011.
- SHOWKAT, N. y PARVEEN, H., 2017. *Non-Probability and Probability Sampling* [en línea]. 2017. S.l.: s.n. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/319066480_Non-Probability_and_Probability_Sampling/citation/download.
- SOUZA, J., RUDNIK, R. y LUKIANTCHUKI, J., 2020. Evaluation of the incorporation of construction waste (CW) for the stabilization of soil-cement mixtures. *Ambiente Construído* [en línea], vol. 20, no. 4, [consulta: 8 octubre 2023]. ISSN 1415-8876. DOI 10.1590/S1678-86212020000400471. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/ac/a/V4ggpTszsK4C4jtS9kfTnSs/?lang=en>.
- SUÁREZ-SILGADO, S., BETANCOURT-QUIROGA, C., MOLINA-BENAVIDES, J. y MAHECHA-VANEGAS, L., 2019. La gestión de los residuos de construcción

y demolición en Villavicencio: estado actual, barreras e instrumentos de gestión. *Entramado* [en línea], vol. 15, no. 1, [consulta: 21 octubre 2023]. ISSN 1900-3803. DOI 10.18041/1900-3803/ENTRAMADO.1.5408. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032019000100224&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

TAVAKOL, M., HOSSAIN, M. y TUCKER-KULESZA, S., 2019. Subgrade Soil Stabilization Using Low-Quality Recycled Concrete Aggregate. [en línea], [consulta: 6 octubre 2023]. ISSN 08950563. DOI 10.1061/9780784482124.025. Disponible en: <https://n9.cl/eidyl>.

UMAR, I., LIN, H. y IBRAHIM, A., 2023. Laboratory Testing and Analysis of Clay Soil Stabilization Using Waste Marble Powder. *Applied Sciences (Switzerland)* [en línea], vol. 13, no. 16, [consulta: 6 octubre 2023]. ISSN 20763417. DOI 10.3390/APP13169274. Disponible en: <https://n9.cl/ulwhp>.

VARAPRASAD, B., REDDY, J., RAJESH, T., KUMAR, Y. y REDDY, R., 2019. Soil Improvement by Fine Fraction Residue from Recycling Construction and Demolition Waste. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH* [en línea], vol. 8, no. 10, [consulta: 13 septiembre 2023]. ISSN 2277-8616. Disponible en: www.ijstr.org.

VUKIĆEVIĆ, M., MARJANOVIĆ, M., PUJEVIĆ, V. y JOCKOVIĆ, S., 2019. The alternatives to traditional materials for subsoil stabilization and embankments. *Materials* [en línea], vol. 12, no. 18, [consulta: 6 octubre 2023]. ISSN 19961944. DOI 10.3390/MA12183018. Disponible en: <https://n9.cl/s9ytn>.

WEIL, R. y BRADY, N., 2017. *Nature and Properties of Soils*. 15. Maryland: Pearson. ISBN 978-0133254488.

ZADA, U., JAMAL, A., IQBAL, M., ELDIN, S., ALMOSHAOGHEH, M., BEKKOUCHE, S. y ALMUAYTHIR, S., 2023. Recent advances in expansive soil stabilization using admixtures: current challenges and opportunities. *Case Studies in Construction Materials* [en línea], vol. 18, [consulta: 6 octubre 2023]. ISSN 22145095. DOI 10.1016/J.CSCM.2023.E01985. Disponible en: <https://n9.cl/ntrqqq>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024							
Autoras: Alexandra Paola Espejo Vizcarra Camila Fernanda Paredes Rosas							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Independiente				
¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024?	Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024	La adición de residuos de construcción y demolición influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024	Adición de residuos de construcción y demolición	Dosificaciones	0,00%	Balanza digital	
					3,00%		
					7,00%		
					15,00%		
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el límite líquido de suelos en la provincia de Ilo, 2024?	Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el límite líquido de suelos en la provincia de Ilo, 2024	La adición de residuos de construcción y demolición mejora el límite líquido de suelos en la provincia de Ilo, 2024	Propiedades físicas	Limite liquido	%	Ensayo índice de plasticidad de los suelos ASTM D4318- 93 MTC EM 110-111	
				Limite plástico	%		
¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el índice de plasticidad de suelos en la provincia de Ilo, 2024?	Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el índice de plasticidad de suelos en la provincia de Ilo, 2024	La adición de residuos de construcción y demolición mejora el índice de plasticidad de suelos en la provincia de Ilo, 2024		índice de plasticidad	%		
¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en la máxima densidad seca de suelos en la provincia de Ilo, 2024?	Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en la máxima densidad seca de suelos en la provincia de Ilo, 2024	La adición de residuos de construcción y demolición mejora la máxima densidad seca de suelos en la provincia de Ilo, 2024		Máxima densidad seca	gr/cm ³		Ensayo de Proctor modificado ASTM D-1557 MTC EM 115
¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el óptimo contenido de humedad de suelos en la provincia de Ilo, 2024?	Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en el óptimo contenido de humedad de suelos en la provincia de Ilo, 2024	La adición de residuos de construcción y demolición mejora el óptimo contenido de humedad de suelos en la provincia de Ilo, 2024	Propiedades mecánicas	Humedad optima	%		
¿Cuál es la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en la capacidad de soporte de suelos en la provincia de Ilo, 2024?	Evaluar la influencia por adición de residuos de construcción y demolición en la capacidad de soporte de suelos en la provincia de Ilo, 2024	La adición de residuos de construcción y demolición mejora la capacidad de soporte de suelos en la provincia de Ilo, 2024		Capacidad de soporte	%CBR	Ensayo de CBR ASTM 1883 MTC E132	

Tipo de Investigación:
Básica de laboratorio

Enfoque: Cuantitativo

Diseño:
Cuasiexperimental

Nivel: Predictivo

Población: 64
muestras

Método de análisis:
Inductivo-deductivo

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

Variab Independiente	Definición de la variable	Operación de la variable	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Adición de residuos de construcción y demolición	La adición de residuos de construcción y demolición son materiales obtenidos en la elaboración de una edificación y están compuestos por concreto, mortero, cerámica, piedras trituradas (Beja, Motta y Bernucci, 2020).	Se aplicará una adición de residuos de construcción y demolición considerando proporciones porcentuales con % patrón y % de adición.	Dosificaciones	% patrón	De razón
			0% 3% 7% 15%	% de adición	
Dependiente			Dimensiones	Indicadores	
Propiedades físicas	Las propiedades físicas vienen relacionadas hacia las características del suelo contemplando estándares de tipologías como son la cohesión, textura, densidad aparente características básicas del suelo para determinar una humectación adecuada. (Dhar y Hussain, 2021).	Para determinar el límite líquido se empleará la norma de MTC E 110. Para determinar el límite plástico e índice de plasticidad se empleará la norma de MTC E 111.	Límite líquido	%	De razón
			Límite plástico	%	
			Índice de plasticidad	%	
Propiedades mecánicas	Las propiedades mecánicas representan esfuerzos, desplazamientos variables conforme al tipo de suelo y esta resistencia y dureza desempeñan un papel de estabilidad estructural en los suelos. (Dhar y Hussain, 2021).	Para determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad se utilizará la norma de MTC E 115. Para determinar la capacidad de soporte (CBR) se empleará la norma de MTC E 132	Máxima densidad seca (MDS)	gr/cm ³	De razón
			Óptimo contenido de humedad (OH)	%	
			Capacidad de soporte (CBR)	%	

Anexo 3. Fichas de observación



Universidad César Vallejo

ENSAYO LIMITES DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

TESIS					
TESISTAS					
UBICACIÓN					
DOSIFICACION		MATERIAL	Cantera	FECHA	

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		CONSISTENCIA
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 01	Tara N° 02	
1. No de Golpes							LL =
2. Peso Tara, [gr]							
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]							LP =
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]							
5. Peso Agua, [gr]							IP =
6. Peso Suelo Seco, [gr]							
7. Contenido de Humedad, [%]							



Indice de Plasticidad	
Alta (IP > 20)	
Media (7 < IP < 20)	
Baja (IP < 7)	
No plástico (IP = 0)	



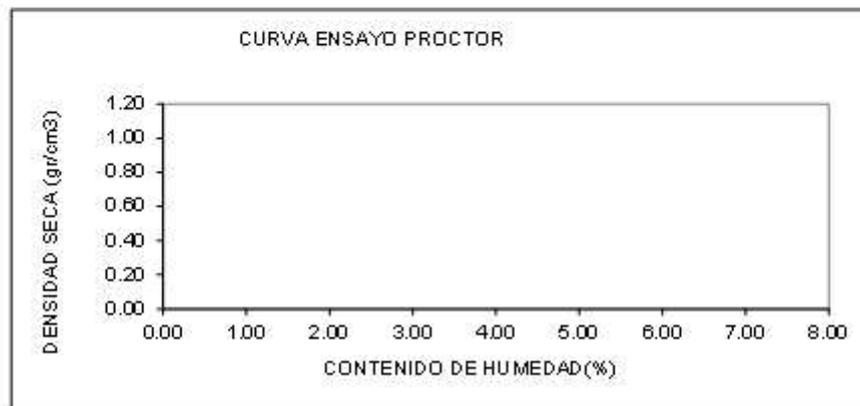
Universidad César Vallejo

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

TESIS					
TESISTAS					
UBICACIÓN					
DOSIFICACION	0.00%	MATERIAL		FECHA	

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
Peso molde+Muestra Húmeda(gr)					
Peso del Molde (gr)					
Peso Muestra Húmeda (gr)					
Volúmen del molde (cc)					
Densidad húmeda (gr/cc)					

Número de Tara					
Peso húmedo + Tara (gr)					
Peso Seco + Tara (gr)					
Peso Agua (gr)					
Peso Tara (gr)					
Peso Muestra Seca (gr)					
Contenido de Humedad %					
Densidad Seca (gr/cc)					



Compactacion	
Densidad seca maxima	
Humedad optima	



Universidad César Vallejo

RAZON SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)

TESIS			
TESISTAS			
UBICACIÓN			
DOSIFICACION	0.00%	MATERIAL	FECHA

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
MOLDE N°	M-1	M-2	M-3
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	10	25	56
SOBRECARGA			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso molde+Muestra Húmeda (gr)			
Peso del Molde (gr)			
Peso Muestra Húmeda (gr)			
Volúmen del molde (cc)			
Densidad húmeda (gr/cc)			
Número de Tara			
Peso húmedo + Tara (gr)			
Peso Seco + Tara (gr)			
Peso Agua (gr)			
Peso Tara (gr)			
Peso Muestra Seca (gr)			
Contenido de Humedad %			
Densidad Seca (gr/cc)			

DATOS DEL VALOR DE CBR			
Penetracion(pulg)	10 golpes	25 golpes	56 golpes
0			
0.025			
0.05			
0.075			
0.1			
0.125			
0.15			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			

Capacidad de soporte	
Inadecuada (CBR<3%)	
Insuficiente (3%<CBR<6%)	
Regular (6%<CBR<10%)	
Buena (10%<CBR<20%)	

Anexo 4. Fichas de observación llenadas

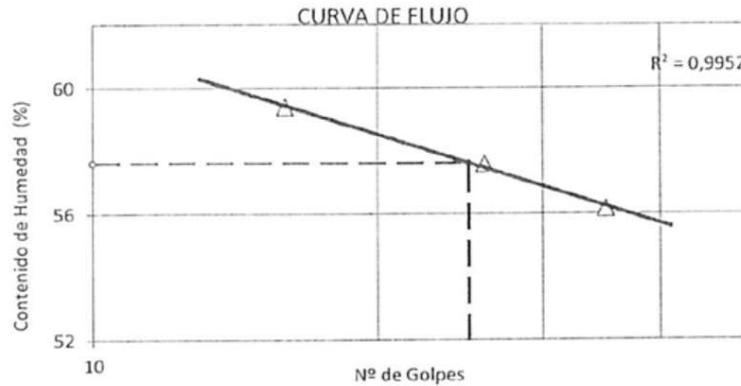


Universidad César Vallejo

ENSAYO LIMITES DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición on propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024			
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Lizcarrs Carmela Perdomo Paredes Rosas			
UBICACIÓN				
DOSIFICACION	MP	MATERIAL	Arilla	FECHA

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		CONSISTENCIA A
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 01	Tara N° 02	
1. No de Golpes	16	26	35	-	-	-	
2. Peso Tara, [gr]	26,34	26,24	25,07	-	13,27	13,09	LL = 58
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	36,78	40,06	38,00	-	21,14	21,18	LP = 25
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	32,89	35,01	33,35	-	19,56	19,53	
5. Peso Agua, [gr]	3,89	5,05	4,65	-	1,58	1,65	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	6,55	8,77	8,28	-	6,29	6,44	IP = 33
7. Contenido de Humedad, [%]	59,39	57,58	56,16	-	25,12	25,62	



Indice de Plasticidad	
Alta (IP > 20)	✓
Media (7 < IP ≤ 20)	
Baja (IP < 7)	
No plástico (IP=0)	

Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070

Ing. Beta K. Mamani Hualpa
 Reg. CIP N° 174624

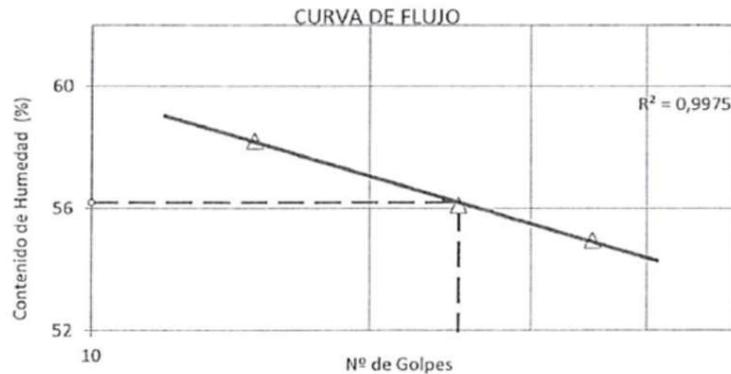


Universidad César Vallejo

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de ILO, 2024		
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Uzcarrá Camila Fernanda Paredes Rojas		
UBICACIÓN			
DOSIFICACION	MP + 3% RCD	MATERIAL	Arilla.
FECHA			

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		CONSISTENCIA A
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 01	Tara N° 02	
1. No de Golpes	15	25	35	-	-	-	LL = 56
2. Peso Tara, [gr]	26,21	25,47	26,33	-	12,89	13,54	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	36,81	39,66	37,89	-	21,25	22,14	LP = 25
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	32,91	34,56	33,79	-	19,57	20,40	
5. Peso Agua, [gr]	3,9	5,1	4,1	-	1,68	1,74	IP = 31
6. Peso Suelo Seco, [gr]	6,7	9,09	7,46	-	6,68	6,86	
7. Contenido de Humedad, [%]	58,2	56,1	54,96	-	25,15	25,34	



Indice de Plasticidad	
Alta (IP > 20)	✓
Media (7 < IP < 20)	
Baja (IP < 7)	
No plástico (IP=0)	


 Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824


 JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070


 Ing. Beta K. Mamani Hualipa
 Reg. CIP N° 174624

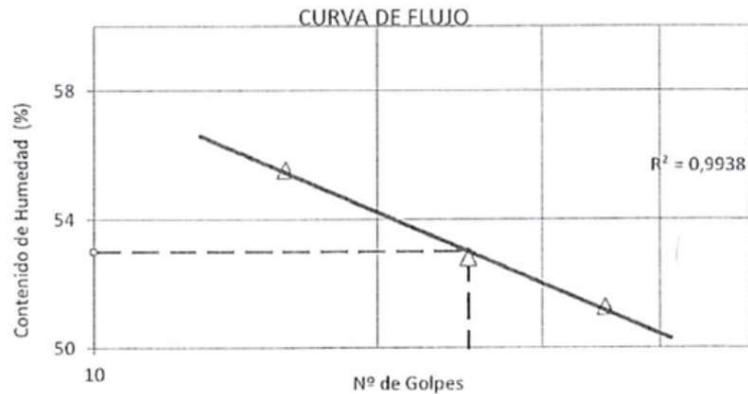


Universidad César Vallejo

ENSAYO LIMITES DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024			
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Uccarra Camila Jansada Paredes Rojas			
UBICACIÓN				
DOSIFICACION	MP + 7% RCD	MATERIAL	Arcilla	FECHA

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		CONSISTENCIA A
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 01	Tara N° 02	
1. No de Golpes	16	25	35	-	-	-	LL = 53
2. Peso Tara, [gr]	26,17	26,22	26,32	-	13,29	12,09	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	38,41	37,39	39,45	-	21,21	22,04	LP = 26
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34,04	33,53	35,00	-	19,60	20,12	
5. Peso Agua, [gr]	4,37	3,86	4,45	-	1,61	1,92	IP = 27
6. Peso Suelo Seco, [gr]	7,87	7,81	8,68	-	6,39	7,93	
7. Contenido de Humedad, [%]	55,63	52,80	51,27	-	25,82	25,84	



Indice de Plasticidad	
Alta (IP > 20)	✓
Media (7 < IP < 20)	
Baja (IP < 7)	
No plástico (IP = 0)	

Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
ALONZO CRESPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 208070

Inq. Beta. I. Mamani-Huallpa
Reg. CIP N° 174624

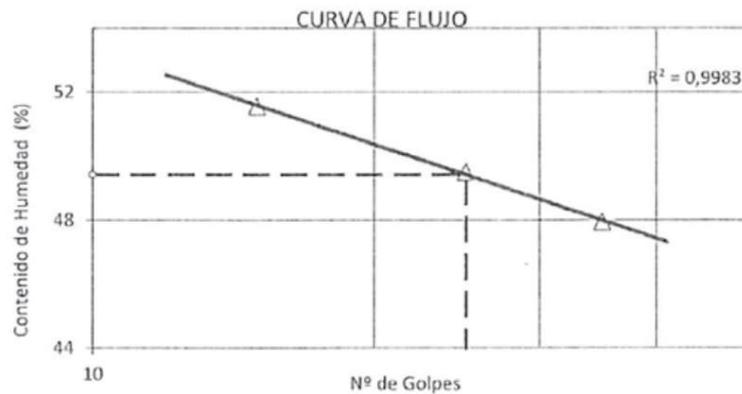


Universidad César Vallejo

ENSAYO LIMITES DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico - mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024		
TESISTAS	Alexandre Paola Espejo Uricarre Camila Fernanda Paredes Rojas		
UBICACIÓN			
DOSIFICACION	MP+15% RD	MATERIAL	Arilla
FECHA			

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		CONSISTENCIA A
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 01	Tara N° 02	
1. No de Golpes	15	25	35	—	—	—	
2. Peso Tara, [gr]	26,04	26,47	25,40	—	13,02	13,24	LL = 49
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39,24	38,55	37,99	—	22,54	22,37	LP = 26
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34,75	34,55	33,91	—	20,59	20,48	
5. Peso Agua, [gr]	4,49	4,06	4,08	—	1,95	1,89	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	8,21	8,08	8,51	—	7,57	7,24	IP = 23
7. Contenido de Humedad, [%]	54,56	49,50	47,94	—	25,76	26,10	



Indice de Plasticidad	
Alta (IP > 20)	✓
Media (7 < IP < 20)	
Baja (IP < 7)	
No plástico (IP=0)	

Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
ALONZO CRESPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 208070

Ing. Beta I. Mamani-Hualpa
Reg. CIP N° 174624

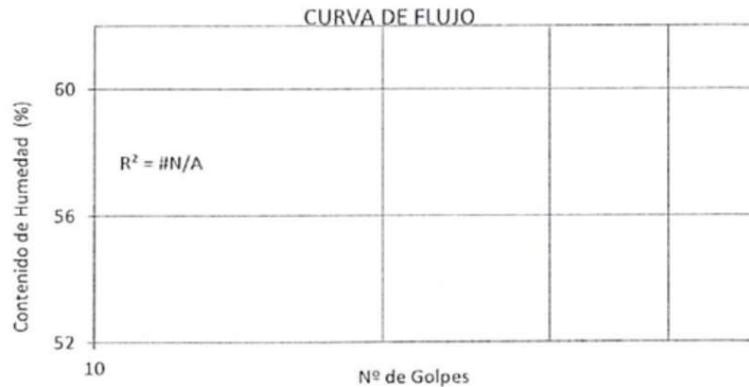


Universidad César Vallejo

ENSAYO LIMITES DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024				
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Ugasra Camila Amanda Paredes Rojas				
UBICACIÓN					
DOSIFICACION	MP	MATERIAL	Arena	FECHA	

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		CONSISTENCIA
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 01	Tara N° 02	
1. No de Golpes	-	-	-	-	-	-	
2. Peso Tara, [gr]	-	-	-	-	-	-	LL = NP
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	-	-	-	-	-	-	LP = NP
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	-	-	-	-	-	-	
5. Peso Agua, [gr]	-	-	-	-	-	-	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	-	-	-	-	-	-	IP = NP
7. Contenido de Humedad, [%]	-	-	-	-	-	-	



Indice de Plasticidad	
Alta (IP > 20)	
Media (7 < IP < 20)	
Baja (IP < 7)	
No plástico (IP = 0)	✓

Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
ALONZO CRESPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 208070

Ing. Beta I. Mamani-Hualipa
Reg. CIP N° 174624



Universidad César Vallejo

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024				
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Viccaro Cecilia Fernanda Perales Rojas				
UBICACIÓN					
DOSIFICACION	MP + 3% RCD	MATERIAL	Arena	FECHA	

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		CONSISTENCIA
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 01	Tara N° 02	
1. No de Golpes	-	-	-	-	-	-	
2. Peso Tara, [gr]	-	-	-	-	-	-	LL = NP
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	-	-	-	-	-	-	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	-	-	-	-	-	-	LP = NP
5. Peso Agua, [gr]	-	-	-	-	-	-	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	-	-	-	-	-	-	IP = NP
7. Contenido de Humedad, [%]	-	-	-	-	-	-	



Indice de Plasticidad	
Alta (IP > 20)	
Media (7 < IP < 20)	
Baja (IP < 7)	
No plástico (IP = 0)	✓

Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
ALONZO CRESPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 208070

Ing. Beta K. Mamani-Hualpa
Reg. CIP N° 174624

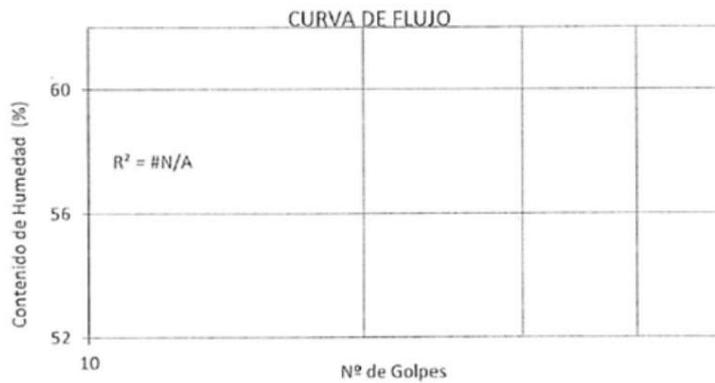


Universidad César Vallejo

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024			
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Vizcarra Camila Fernanda Paredes Rosas			
UBICACIÓN				
DOSIFICACION	MP + 7% RCD	MATERIAL	arena	FECHA

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		CONSISTENCIA A
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 01	Tara N° 02	
1. No de Golpes	-	-	-	-	-	-	
2. Peso Tara, [gr]	-	-	-	-	-	-	LL = NP
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	-	-	-	-	-	-	LP = NP
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	-	-	-	-	-	-	
5. Peso Agua, [gr]	-	-	-	-	-	-	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	-	-	-	-	-	-	IP = NP
7. Contenido de Humedad, [%]	-	-	-	-	-	-	



Indice de Plasticidad	
Alta (IP > 20)	
Media (7 < IP < 20)	
Baja (IP < 7)	
No plástico (IP=0)	✓

Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
ALONZO CRESPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 208070

Ing. Beta I. Mamani-Hualpa
Reg. CIP N° 174624

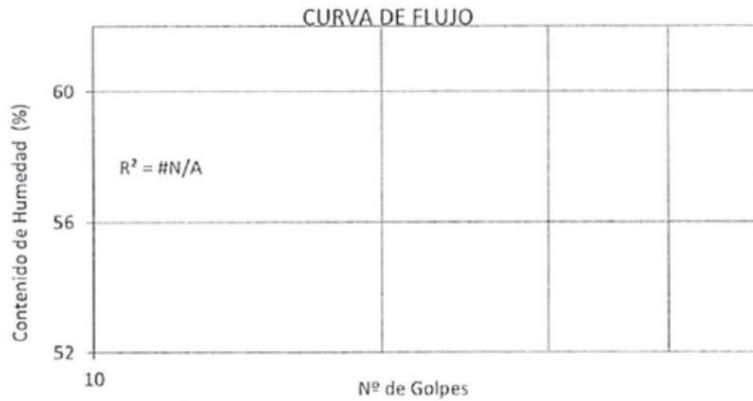


Universidad César Vallejo

ENSAYO LIMITES DE ATTERGER (ASTM - D4318)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024			
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Vizcarra Camila Fernanda Paredes Rosas			
UBICACIÓN				
DOSIFICACION	MP+ 15% RCD	MATERIAL	Arena	FECHA

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		CONSISTENCIA A
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 01	Tara N° 02	
1. No de Golpes	-	-	-	-	-	-	LL = NP
2. Peso Tara, [gr]	-	-	-	-	-	-	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	-	-	-	-	-	-	LP = NP
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	-	-	-	-	-	-	
5. Peso Agua, [gr]	-	-	-	-	-	-	IP = NP
6. Peso Suelo Seco, [gr]	-	-	-	-	-	-	
7. Contenido de Humedad, [%]	-	-	-	-	-	-	



Indice de Plasticidad	
Alta (IP > 20)	
Media (7 < IP < 20)	
Baja (IP < 7)	
No plástico (IP=0)	✓


 Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824


 JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070


 Ing. Beta. I. Mamani Hualpa
 Reg. CIP N° 174624



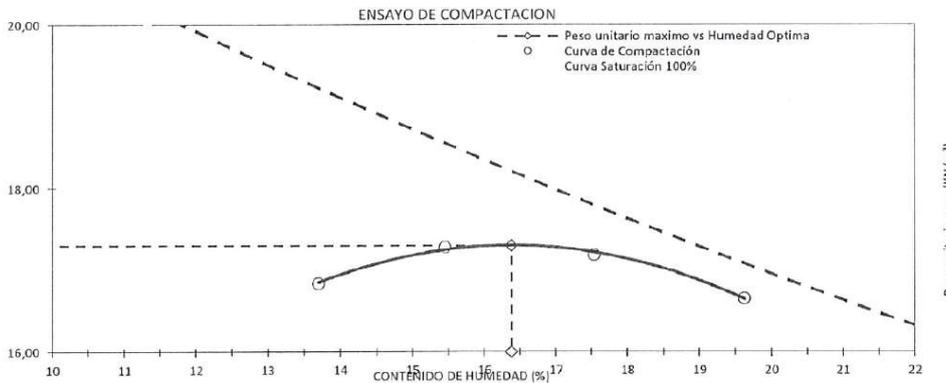
Universidad César Vallejo

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de ILO, 2024				
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Viecava Camila Fernanda Paredes Reyes				
UBICACIÓN					
DOSIFICACION	MP	MATERIAL	Arilla	FECHA	

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
Peso molde+Muestra Húmeda(gr)	5 805	5 883	5 907	5 880	-
Peso del Molde (gr)	3 950	3 950	3 950	3 950	-
Peso Muestra Húmeda (gr)	1 855	1 933	1 957	1 930	-
Volúmen del molde (cc)	950,05	950,05	950,05	950,05	-
Densidad húmeda (gr/cc)	1,95	2,03	2,06	2,03	-

Número de Tara	8	1	6	6	-
Peso húmedo + Tara (gr)	305,9	311,5	308,5	309,7	-
Peso Seco + Tara (gr)	273,8	275,7	268,3	265,4	-
Peso Agua (gr)	32,1	35,8	40,2	44,3	-
Peso Tara (gr)	59,6	44,4	38,9	39,5	-
Peso Muestra Seca (gr)	234,2	231,3	229,4	225,9	-
Contenido de Humedad %	13,7	15,5	17,5	19,6	-
Densidad Seca (gr/cc)	1,72	1,76	1,75	1,70	-



Compactacion	
Densidad seca máxima	1,76
Humedad óptima	16,38

Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
ALONZO CRESPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 208070

Ing. Beta I. Mamani Huallpa
Reg. CIP N° 174624



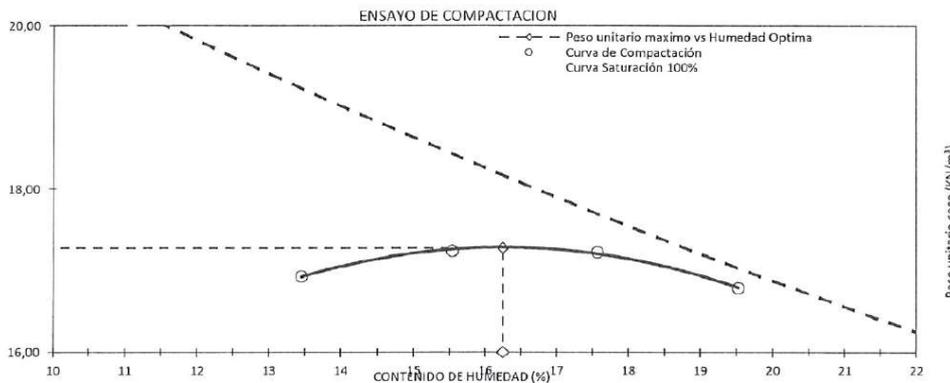
Universidad César Vallejo

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024				
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Vizcarra Cecilia Yanette Pardo Pardo				
UBICACIÓN					
DOSIFICACION	MP + 3% RCD	MATERIAL	Arilla	FECHA	

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
Peso molde+Muestra Húmeda(gr)	5811	5880	5912	5894	-
Peso del Molde (gr)	3950	3950	3950	3950	-
Peso Muestra Húmeda (gr)	1861	1930	1962	1944	-
Volúmen del molde (cc)	950,05	950,05	950,05	950,05	-
Densidad húmeda (gr/cc)	1,96	2,03	2,07	2,05	-

Número de Tara	8	1	6	6	-
Peso húmedo + Tara (gr)	322,5	321,5	321,1	323,5	-
Peso Seco + Tara (gr)	289,1	283,4	279,0	276,1	-
Peso Agua (gr)	33,4	38,1	42,1	47,4	-
Peso Tara (gr)	40,5	38,4	39,7	33,5	-
Peso Muestra Seca (gr)	248,6	245,0	239,3	242,6	-
Contenido de Humedad %	13,5	15,5	17,6	19,5	-
Densidad Seca (gr/cc)	1,73	1,76	1,76	1,71	-



Compactacion	
Densidad seca maxima	1,79
Humedad optima	15,59

Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
ALONZO CRESPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 208070

Inga Beta I. Mamani-Huallpa
Reg. CIP N° 174624



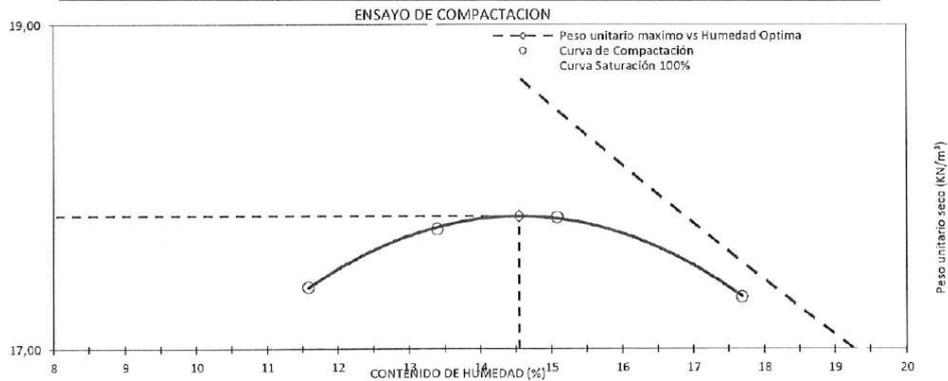
Universidad César Vallejo

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024				
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Meccarra Camila Francisca Paredes Rojas				
UBICACIÓN					
DOSIFICACION	MP + 7%, RCD	MATERIAL	Arilla	FECHA	

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
Peso molde+Muestra Húmeda(gr)	5829	5899	5936	5925	-
Peso del Molde (gr)	3950	3956	3950	3950	-
Peso Muestra Húmeda (gr)	1875	1949	1986	1975	-
Volúmen del molde (cc)	950,05	950,05	950,05	950,05	-
Densidad húmeda (gr/cc)	1,98	2,05	2,09	2,08	-

Número de Tara	8	1	6	6	-
Peso húmedo + Tara (gr)	172,9	184,4	223,7	163,4	-
Peso Seco + Tara (gr)	159,3	167,2	199,5	144,3	-
Peso Agua (gr)	13,6	17,2	24,2	19,1	-
Peso Tara (gr)	41,6	39,1	39,7	36,0	-
Peso Muestra Seca (gr)	117,7	128,1	159,8	108,3	-
Contenido de Humedad %	11,6	13,4	15,1	17,7	-
Densidad Seca (gr/cc)	1,77	1,81	1,82	1,77	-



Compactacion	
Densidad seca máxima	1,83
Humedad óptima	12,97

Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824

JOSSELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 268070

Ing. Beta I. Mamani-Hualpa
 Reg. CIP N° 174624



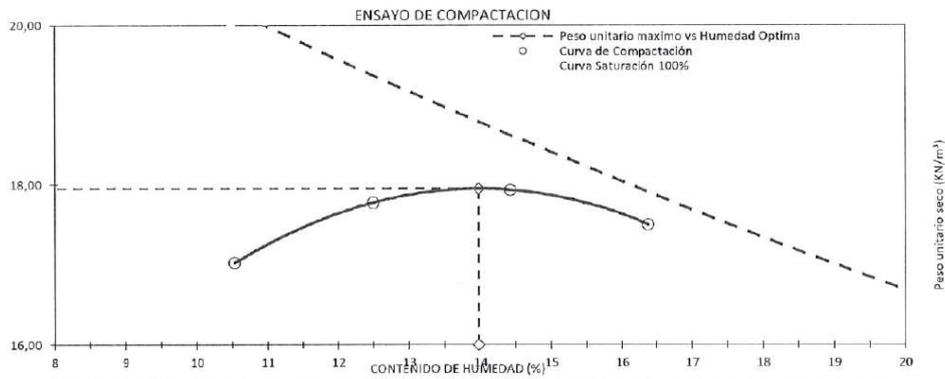
Universidad César Vallejo

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024				
TESISTAS	Alexandra Pádua Espejo Vizcarra Camila Fernanda Paredes Rosas				
UBICACIÓN					
DOSIFICACION	MP+ 15% RCD	MATERIAL	Arilla	FECHA	

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
Peso molde+Muestra Húmeda(gr)	5 773	5 887	5 938	5 923	-
Peso del Molde (gr)	3 950	3 950	3 950	3 950	-
Peso Muestra Húmeda (gr)	1 823	1 937	1 988	1 973	-
Volúmen del molde (cc)	950,05	950,05	950,05	950,05	-
Densidad húmeda (gr/cc)	1,92	2,04	2,09	2,08	-

Número de Tara	8	1	6	6	-
Peso húmedo + Tara (gr)	155,8	157,3	184,8	183,5	-
Peso Seco + Tara (gr)	144,7	144,0	166,2	163,7	-
Peso Agua (gr)	11,1	13,3	18,6	19,8	-
Peso Tara (gr)	39,3	38,0	37,2	43,1	-
Peso Muestra Seca (gr)	105,4	106,0	129,0	120,6	-
Contenido de Humedad %	10,5	12,5	14,4	16,4	-
Densidad Seca (gr/cc)	1,14	1,11	1,33	1,28	-



Compactacion	
Densidad seca maxima	1,91
Humedad optima	11,90

Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
ALONZO CRESPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 208070

Ing. Beta I. Mamani-Hualpa
Reg. CIP N° 174624



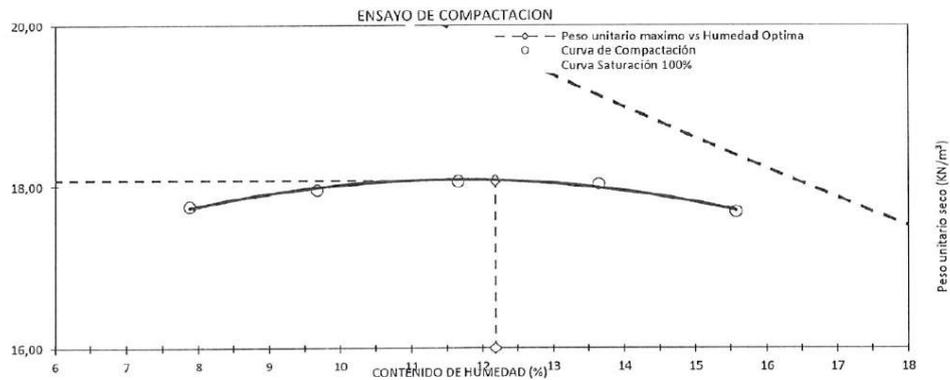
Universidad César Vallejo

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de arcillas en la zona de Ilo, 2024				
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Uzcarré Camila Amanda Paredes Páez				
UBICACIÓN					
DOSIFICACION	HP	MATERIAL	Arena	FECHA	

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
Peso molde+Muestra Húmeda(gr)	5 805	5 858	5 904	5 935	5 930
Peso del Molde (gr)	3 950	3 950	3 950	3 950	3 950
Peso Muestra Húmeda (gr)	1 855	1 908	1 954	1 985	1 980
Volúmen del molde (cc)	950,05	950,05	950,05	950,05	950,05
Densidad húmeda (gr/cc)	1,95	2,01	2,06	2,09	2,08

Número de Tara	8	1	6	6	9
Peso húmedo + Tara (gr)	302,6	290,0	309,0	315,3	316,6
Peso Seco + Tara (gr)	283,3	267,9	280,9	281,6	279,9
Peso Agua (gr)	19,3	22,1	28,1	33,7	36,7
Peso Tara (gr)	39,1	39,7	40,1	35,0	44,3
Peso Muestra Seca (gr)	244,2	228,2	240,8	246,6	235,6
Contenido de Humedad %	7,9	9,7	11,7	13,6	15,6
Densidad Seca (gr/cc)	1,81	1,83	1,84	1,84	1,80



Compactacion	
Densidad seca máxima	1,86
Humedad óptima	11,90

Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070

Ing. Beta I. Mamani Huallpa
 Reg. CIP N° 174624

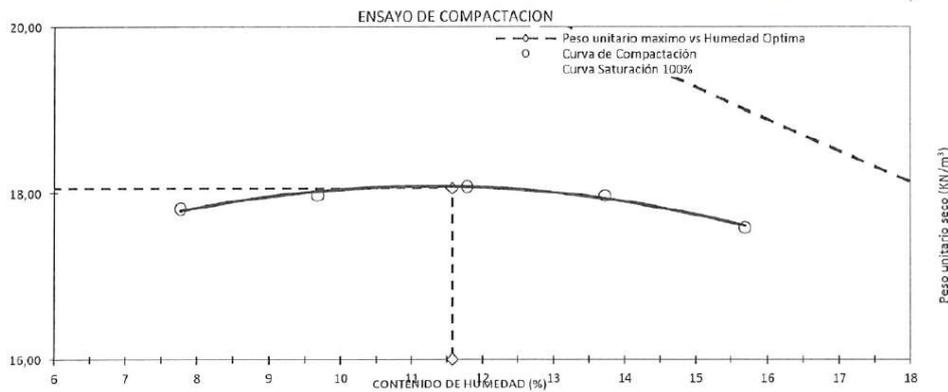


ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

TESIS	Influencia por educción de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024				
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Vizcarra Camila Terence Parades Rojas				
UBICACIÓN					
DOSIFICACION	MP+3%. RCD	MATERIAL	Arena	FECHA	

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
Peso molde+Muestra Húmeda(gr)	5910	5860	5908	5930	5921
Peso del Molde (gr)	3950	3950	3950	3950	3950
Peso Muestra Húmeda (gr)	1860	1910	1958	1980	1971
Volúmen del molde (cc)	950,05	950,05	950,05	950,05	950,05
Densidad húmeda (gr/cc)	1,96	2,01	2,06	2,08	2,07

Número de Tara	3	1	6	6	9
Peso húmedo + Tara (gr)	305,7	299,3	287,7	298,8	305,5
Peso Seco + Tara (gr)	286,3	276,7	261,2	267,2	269,0
Peso Agua (gr)	19,4	22,6	26,5	31,6	36,5
Peso Tara (gr)	37,3	43,2	36,7	37,2	36,5
Peso Muestra Seca (gr)	249,0	233,5	224,5	230	232,5
Contenido de Humedad %	7,8	9,7	11,8	13,7	15,7
Densidad Seca (gr/cc)	1,82	1,83	1,84	1,83	1,79



Compactacion	
Densidad seca maxima	1,86
Humedad optima	11,32

Miguel M. Pacheco Patomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
ALONZO CRESPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 208070

Ing. Beta. I. Mamani-Huallpa
Reg. CIP N° 174624



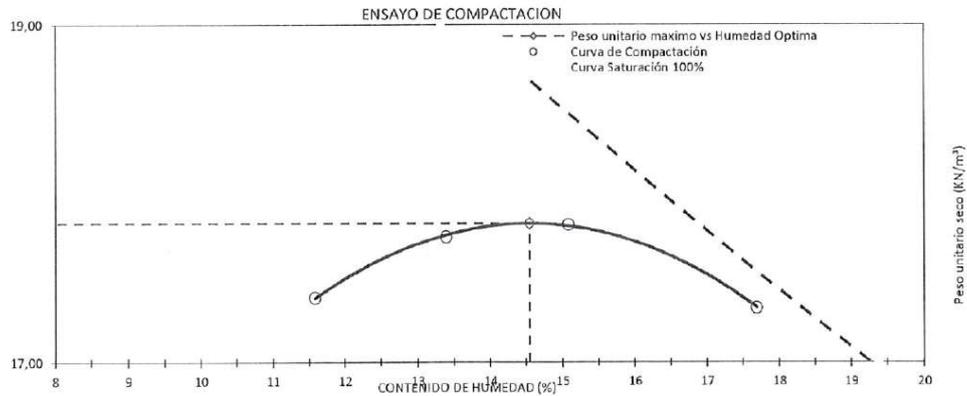
Universidad César Vallejo

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024				
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Uzcarré Cecilia Fernanda Paredes Rojas				
UBICACIÓN					
DOSIFICACION	MP + 7% RCD	MATERIAL	Arena	FECHA	

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
Peso molde+Muestra Húmeda(gr)	5778	5837	5879	5911	5909
Peso del Molde (gr)	3950	3950	3950	3950	3950
Peso Muestra Húmeda (gr)	1828	1887	1929	1961	1959
Volúmen del molde (cc)	950,05	950,05	950,05	950,05	950,05
Densidad húmeda (gr/cc)	1,92	1,99	2,03	2,06	2,06

Número de Tara	8	1	6	6	9
Peso húmedo + Tara (gr)	463,8	409,0	456,4	458,1	410,1
Peso Seco + Tara (gr)	442,8	382,4	419,5	414,5	365,0
Peso Agua (gr)	21,0	26,3	36,9	43,6	45,1
Peso Tara (gr)	67,3	37,3	37,2	38,0	37,2
Peso Muestra Seca (gr)	375,5	345,4	382,3	376,5	327,8
Contenido de Humedad %	5,6	7,6	9,6	11,6	13,8
Densidad Seca (gr/cc)	1,82	1,85	1,85	1,85	1,81



Compactacion	
Densidad seca máxima	1,88
Humedad óptima	14,52

Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070

Ing. Beta. I. Mamani-Huallpa
 Reg. CIP N° 174624



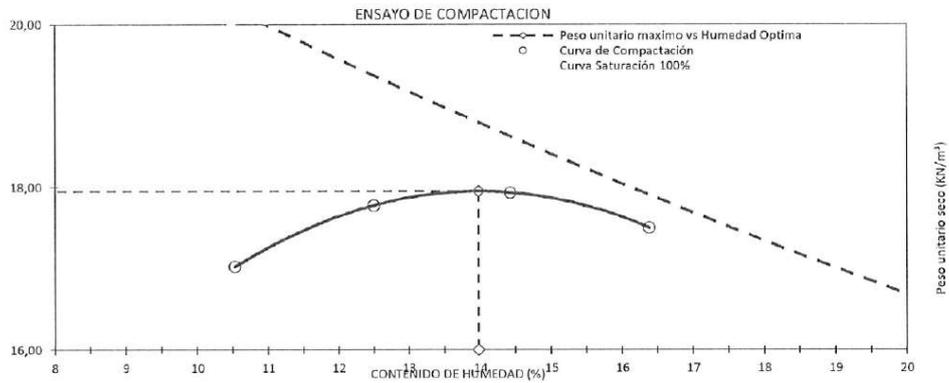
Universidad César Vallejo

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024				
TESISTAS	Alexandra Erik Espejo Vizcarra Camila Fernanda Peredo Rojas				
UBICACIÓN					
DOSIFICACION	MP+15%RCD	MATERIAL	arena	FECHA	

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
Peso molde+Muestra Húmeda(gr)	5801	5860	5911	5938	5949
Peso del Molde (gr)	3950	3950	3950	3950	3950
Peso Muestra Húmeda (gr)	1851	1910	1961	1988	1999
Volúmen del molde (cc)	950,05	950,05	950,05	950,05	950,05
Densidad húmeda (gr/cc)	1,95	2,01	2,06	2,09	2,10

Número de Tara	8	1	6	6	9
Peso húmedo + Tara (gr)	463,8	273,5	440,2	459,2	320,9
Peso Seco + Tara (gr)	438,8	254,9	400,9	411,4	285,8
Peso Agua (gr)	25,0	18,6	39,3	47,8	35,1
Peso Tara (gr)	67,3	37,6	37,6	37,6	41,1
Peso Muestra Seca (gr)	371,5	217,3	363,3	373,8	244,7
Contenido de Humedad %	6,7	8,5	10,8	12,8	14,5
Densidad Seca (gr/cc)	1,83	1,85	1,86	1,86	1,84



Compactacion	
Densidad seca maxima	1,90
Humedad optima	10,19

Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824

JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070

Ing. Beta K. Mamani-Hualpa
 Reg. CIP N° 174624



Universidad César Vallejo

RAZON SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024		
TESISTAS	Alexandra Paola Espinoza Uzcátegui Camila Fernanda Ruedas Rojas		
UBICACIÓN			
DOSIFICACION	MP	MATERIAL	Arcilla

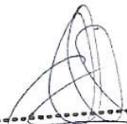
METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
MOLDE N°	18	5	19
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	10	25	56
SOBRECARGA	5637	5638	5681
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso molde+Muestra Húmeda(gr)	12001,0	12254,0	12272,6
Peso del Molde (gr)	7644,0	7715,0	7562,0
Peso Muestra Húmeda (gr)	4357,0	4539,0	4702,0
Volúmen del molde (cc)	2123,31	2121,48	2129,63
Densidad húmeda (gr/cc)	2,05	2,14	2,21
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Número de Tara	M-1	M-2	M-3
Peso húmedo + Tara (gr)	2448,0	2464,0	2460,4
Peso Seco + Tara (gr)	1960,8	1984,8	1993,2
Peso Agua (gr)	487,2	479,2	465,2
Peso Tara (gr)	239,52	239,52	239,52
Peso Muestra Seca (gr)	1681,28	1705,28	1715,68
Contenido de Humedad %	29,0	28,1	27,1
Densidad Seca (gr/cc)	1,59	1,67	1,74

DATOS DEL VALOR DE CBR			
Penetración(pulg)	10 golpes	25 golpes	56 golpes
0	-	-	-
0.03	-	-	-
0.05	-	-	-
0.08	-	-	-
0.1	2,5	4,8	9,5
0.15	-	-	-
0.2	2,8	5,3	10,7
0.25	-	-	-
0.3	-	-	-
0.4	-	-	-
0.5	-	-	-

Capacidad de soporte	
Inadecuada (CBR<3%)	
Insuficiente(3%<CBR<6%)	
Regular (6%<CBR<10%)	✓
Buena (10%<CBR<20%)	


 Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824


 JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070


 Ing. Beta.k. Mamani-Huallpa
 Reg. CIP N° 174624



Universidad César Vallejo

RAZON SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físicas - mecánicas de suelos en la provincia de JTO, 2024		
TESISTAS	Alexandra Pacha Espino Uzcarré Amiela Benavente Paredes Rosas		
UBICACIÓN			
DOSIFICACION	MP + 3% RCD	MATERIAL	Arcilla
		FECHA	

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
MOLDE N°	3	9	2
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	10	25	56
SOBRECARGA	5637	5638	5681
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso molde+Muestra Húmeda (gr)	12089,0	12647,0	12198,0
Peso del Molde (gr)	7812,6	8088,0	7540,0
Peso Muestra Húmeda (gr)	4277,0	4559,0	4658,0
Volúmen del molde (cc)	2112,4	2163,44	2121,48
Densidad húmeda (gr/cc)	1,86	2,11	2,20
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Número de Tara	M-1	M-2	M-3
Peso húmedo + Tara (gr)	2448,0	2467,0	4060,4
Peso Seco + Tara (gr)	1976,0	2008,0	3296
Peso Agua (gr)	472	456	762,4
Peso Tara (gr)	279,56	279,52	312,4
Peso Muestra Seca (gr)	1696,48	1728,48	2985,6
Contenido de Humedad %	27,8	26,4	
Densidad Seca (gr/cc)	1,60	1,67	1,75

DATOS DEL VALOR DE CBR			
Penetración (pulg)	10 golpes	25 golpes	56 golpes
0	-	-	-
0.03	-	-	-
0.05	-	-	-
0.08	-	-	-
0.1	2,8	5,5	10,5
0.15	-	-	-
0.2	3,2	6,5	12,4
0.25	-	-	-
0.3	-	-	-
0.4	-	-	-
0.5	-	-	-

Capacidad de soporte	
Inadecuada (CBR < 3%)	
Insuficiente (3% < CBR < 6%)	
Regular (6% < CBR < 10%)	
Buena (10% < CBR < 20%)	✓


 Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824


 JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070


 Ing. Beta I. Mamani-Hualpa
 Reg. CIP N° 174624



Universidad César Vallejo

RAZON SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físicas - mecánicas de suelos en la provincia de JTO, 2024		
TESISTAS	Alexandra Paola Espino Urzúa Amiela Denanda Paredes Rosas		
UBICACIÓN			
DOSIFICACION	MP + 3% RCD	MATERIAL	Arcilla
		FECHA	

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
MOLDE N°	3	9	2
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	10	25	56
SOBRECARGA	5637	5638	5681
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso molde+Muestra Húmeda (gr)	12089,0	12647,0	12198,0
Peso del Molde (gr)	7812,6	8088,0	7540,0
Peso Muestra Húmeda (gr)	4277,0	4559,0	4658,0
Volúmen del molde (cc)	2112,4	2163,44	2121,48
Densidad húmeda (gr/cc)	1,86	2,11	2,20
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Número de Tara	M-1	M-2	M-3
Peso húmedo + Tara (gr)	2448,0	2467,0	4060,4
Peso Seco + Tara (gr)	1976,0	2008,0	3296
Peso Agua (gr)	472	456	762,4
Peso Tara (gr)	279,56	279,52	312,4
Peso Muestra Seca (gr)	1696,48	1728,48	2985,6
Contenido de Humedad %	27,8	26,4	
Densidad Seca (gr/cc)	1,60	1,67	1,75

DATOS DEL VALOR DE CBR			
Penetración (pulg)	10 golpes	25 golpes	56 golpes
0	-	-	-
0.03	-	-	-
0.05	-	-	-
0.08	-	-	-
0.1	2,8	5,5	10,5
0.15	-	-	-
0.2	3,2	6,5	12,4
0.25	-	-	-
0.3	-	-	-
0.4	-	-	-
0.5	-	-	-

Capacidad de soporte	
Inadecuada (CBR < 3%)	
Insuficiente (3% < CBR < 6%)	
Regular (6% < CBR < 10%)	
Buena (10% < CBR < 20%)	✓


 Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824


 JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070


 Ing. Beta I. Mamani Hualpa
 Reg. CIP N° 174624



Universidad César Vallejo

RAZON SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024		
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Vizcarra Camila Fernanda Paredes Rosas		
UBICACIÓN			
DOSIFICACION	MP + 15% RCP	MATERIAL	Arilla
		FECHA	

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
MOLDE N°	10	28	4
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	10	25	56
SOBRECARGA	5684	5626	5638
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso molde+Muestra Húmeda (gr)	12088,0	12308,0	12586,0
Peso del Molde (gr)	2516,0	7591,0	7630,0
Peso Muestra Húmeda (gr)	4572,0	4717,0	4916,0
Volúmen del molde (cc)	2128,88	2124,24	2136,92
Densidad húmeda (gr/cc)	2,15	2,22	2,30
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Número de Tara	M-1	M-2	M-3
Peso húmedo + Tara (gr)	2416,8	2499,2	4001,7
Peso Seco + Tara (gr)	1994,6	2072,2	3298,9
Peso Agua (gr)	422,2	427	702,8
Peso Tara (gr)	279,52	279,52	312,4
Peso Muestra Seca (gr)	1715,08	1792,68	2786,5
Contenido de Humedad %	24,6	23,8	23,5
Densidad Seca (gr/cc)	1,72	1,79	1,86

DATOS DEL VALOR DE CBR			
Penetracion(pulg)	10 golpes	25 golpes	56 golpes
0	-	-	-
0.03	-	-	-
0.05	-	-	-
0.08	-	-	-
0.1	5,9	8,8	14,1
0.15	-	-	-
0.2	7,1	10,8	16,6
0.25	-	-	-
0.3	-	-	-
0.4	-	-	-
0.5	-	-	-

Capacidad de soporte	
Inadecuada (CBR<3%)	
Insuficiente(3%<CBR<6%)	
Regular (6%<CBR<10%)	
Buena (10%<CBR<20%)	✓


 Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824


 JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070


 Ing. Beta I. Mamani-Hualpa
 Reg. CIP N° 174624



Universidad César Vallejo

RAZON SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024		
TESISTAS	Alexandra Paola Espejo Uzcarría Carmela denonda Paredes Rojas		
UBICACIÓN			
DOSIFICACION	MP	MATERIAL	Arénc.
		FECHA	

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
MOLDE N°	8	2	21
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	10	25	56
SOBRECARGA	5637	5638	5681
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso molde+Muestra Húmeda(gr)	11921,0	11902,0	12024,0
Peso del Molde (gr)	7743,0	7514,0	7539,0
Peso Muestra Húmeda (gr)	4078,0	4288,0	4444,0
Volúmen del molde (cc)	2119,66	2121,48	2128,38
Densidad húmeda (gr/cc)	1,92	2,02	2,11
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Número de Tara	M-1	M-2	M-3
Peso húmedo + Tara (gr)	4017,8	4017,8	4017,8
Peso Seco + Tara (gr)	3589,0	3589,0	3589,0
Peso Agua (gr)	428,8	428,8	428,8
Peso Tara (gr)	488,90	488,90	488,9
Peso Muestra Seca (gr)	3100,20	3100,20	3100,2
Contenido de Humedad %	13,8	13,8	13,8
Densidad Seca (gr/cc)	1,69	1,78	1,85

DATOS DEL VALOR DE CBR			
Penetración(pulg)	10 golpes	25 golpes	56 golpes
0	-	-	-
0.03	-	-	-
0.05	-	-	-
0.08	-	-	-
0.1	8,0	16,0	30,4
0.15	-	-	-
0.2	10,6	21,2	40,4
0.25	-	-	-
0.3	-	-	-
0.4	-	-	-
0.5	-	-	-

Capacidad de soporte	
Inadecuada (CBR<3%)	
Insuficiente(3%<CBR<6%)	
Regular (6%<CBR<10%)	
Buena (10%<CBR<20%)	✓


 Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824


 JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070


 Irig. Beta I. Mamani-Hualpa
 Reg. CIP N° 174624



Universidad César Vallejo

RAZON SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico - mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024		
TESISTAS	Alexandra Paola Espino Uzcarría Camila Fernanda Pérez Rojas		
UBICACIÓN			
DOSIFICACION	MP + 3% RCD	MATERIAL	Asfeno
		FECHA	

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
MOLDE N°	27	28	30
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	10	25	56
SOBRECARGA	5637	5638	5681
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso molde+Muestra Húmeda (gr)	11325,0	11985,0	12099,0
Peso del Molde (gr)	7300,0	7739,0	7670,0
Peso Muestra Húmeda (gr)	4025,0	4246,0	4429,0
Volúmen del molde (cc)	2133,27	2120,41	2119,43
Densidad húmeda (gr/cc)	1,89	2,00	2,09
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Número de Tara	M-1	M-2	M-3
Peso húmedo + Tara (gr)	4017,8	4017,8	2584,5
Peso Seco + Tara (gr)	3591,0	3589,0	2306,6
Peso Agua (gr)	428,8	428,8	262,9
Peso Tara (gr)	488,80	488,80	333,12
Peso Muestra Seca (gr)	3100,20	3100,20	1973,48
Contenido de Humedad %	13,8	13,8	13,3
Densidad Seca (gr/cc)	1,66	1,76	1,64

DATOS DEL VALOR DE CBR			
Penetración (pulg)	10 golpes	25 golpes	56 golpes
0	-	-	-
0.03	-	-	-
0.05	-	-	-
0.08	-	-	-
0.1	8,7	17,4	33,1
0.15	-	-	-
0.2	11,9	23,8	45,2
0.25	-	-	-
0.3	-	-	-
0.4	-	-	-
0.5	-	-	-

Capacidad de soporte	
Inadecuada (CBR<3%)	
Insuficiente (3%<CBR<6%)	
Regular (6%<CBR<10%)	
Buena (10%<CBR<20%)	✓


 Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824


 JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070


 Ing. Beta I. Mamani Hualpa
 Reg. CIP N° 174624



Universidad César Vallejo

RAZON SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo - 2024		
TESISTAS	Alexandre Paola Espejo Uzcarré Camila Fernanda Paredes Rosen		
UBICACIÓN			
DOSIFICACIÓN	MP + 7% RCD	MATERIAL	Areña
		FECHA	

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
MOLDE N°	8	16	20
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	10	25	56
SOBRECARGA	5637	5638	5681
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso molde+Muestra Húmeda (gr)	12011,0	11799,0	12127,0
Peso del Molde (gr)	7955,0	7510,0	7546,0
Peso Muestra Húmeda (gr)	4056,0	4289,0	4481,0
Volúmen del molde (cc)	219,66	2127,92	2126,09
Densidad húmeda (gr/cc)	1,91	2,02	2,11
Número de Tara			
	M-1	M-2	M-3
Peso húmedo + Tara (gr)	4017,8	4017,8	2569,5
Peso Seco + Tara (gr)	3589,0	3589,0	2306,6
Peso Agua (gr)	428,8	428,8	262,7
Peso Tara (gr)	488,80	488,80	333,12
Peso Muestra Seca (gr)	3100,20	3100,20	1973,48
Contenido de Humedad %	13,8	13,8	13,3
Densidad Seca (gr/cc)	1,68	1,77	1,86

DATOS DEL VALOR DE CBR			
Penetración (pulg)	10 golpes	25 golpes	56 golpes
0	-	-	-
0.03	-	-	-
0.05	-	-	-
0.08	-	-	-
0.1	9,3	18,8	35,4
0.15	-	-	-
0.2	12,6	25,7	48,5
0.25	-	-	-
0.3	-	-	-
0.4	-	-	-
0.5	-	-	-

Capacidad de soporte	
Inadecuada (CBR < 3%)	
Insuficiente (3% < CBR < 6%)	
Regular (6% < CBR < 10%)	
Buena (10% < CBR < 20%)	✓


 Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824


 JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070


 Ing. Beta I. Mamani-Huallpa
 Reg. CIP N° 174624



Universidad César Vallejo

RAZON SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)

TESIS	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024		
TESISTAS	Alexandre Paola Espino Uccarre Camila Armande Paredes Rojas		
UBICACIÓN			
DOSIFICACION	MP + 15% RCD	MATERIAL	Arene
		FECHA	

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
MOLDE N°	23	3	
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	10	25	56
SOBRECARGA	5703	5688	5696
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso molde+Muestra Húmeda (gr)	11489,0	12004,0	12255,0
Peso del Molde (gr)	7358,0	7796,0	7698,0
Peso Muestra Húmeda (gr)	4131,0	4208,0	4557,0
Volúmen del molde (cc)	2131,31	2112,36	2128,65
Densidad húmeda (gr/cc)	1,94	2,02	2,12
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Número de Tara	M-1	M-2	M-3
Peso húmedo + Tara (gr)	4017,8	4017,8	2509,5
Peso Seco + Tara (gr)	3589,0	3589,0	2300,6
Peso Agua (gr)	428,8	428,8	208,9
Peso Tara (gr)	488,90	488,90	333,12
Peso Muestra Seca (gr)	3100,20	3100,20	1933,48
Contenido de Humedad %	13,8	13,8	13,3
Densidad Seca (gr/cc)	1,40	1,77	1,87

DATOS DEL VALOR DE CBR			
Penetración(pulg)	10 golpes	25 golpes	56 golpes
0	-	-	-
0.03	-	-	-
0.05	-	-	-
0.08	-	-	-
0.1	10,2	20,3	30,3
0.15	-	-	-
0.2	13,8	27,8	52,4
0.25	-	-	-
0.3	-	-	-
0.4	-	-	-
0.5	-	-	-

Capacidad de soporte	
Inadecuada (CBR<3%)	
Insuficiente(3%<CBR<6%)	
Regular (6%<CBR<10%)	
Buena (10%<CBR<20%)	✓


 Miguel M. Pacheco Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 244824


 JOSMELL ALEXANDER
 ALONZO CRESPO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 208070


 Ing. Beta I. Mamani-Hualpa
 Reg. CIP N° 174624

Anexo 5. Ensayos de laboratorio



RUC: 20519878969
 Asoc. San Carlos Mza L1 Lte:14 Calle 7 - San Antonio - Moquegua
 Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - 9536439969
 E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe
 www.sergo.com.pe

Informe Ensayo No. T23-336.1.1-2024

Fecha emisión: 05/01/24

INFORME: ENSAYO LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELO NTP 339.129

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
		PSL No.:	723a

Datos del muestreo indicados por el solicitante				Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla	Progresiva:	-	ID Laboratorio:	M23-1538.1
Cantera:	-	Coordenadas:	-	ID cliente:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-	Presentación:	Sacos (02)
No. de muestra:	M-1	Realizado por:	Camila Paredes	Cantidad:	Aprox. 50kg
Volumen (m³):	-	Fecha muestreo:	16/12/23		Requisitos y/o especificaciones del solicitante

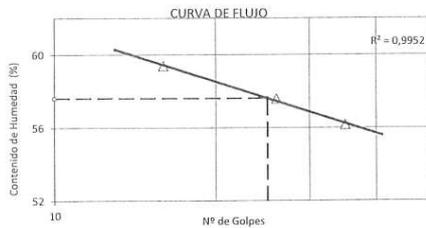
Descripción del suelo:					
Data del ítem del ensayo:					
Humedad de recepción (%)		Tamaño máximo de partícula		Retenido en tamiz No. 40 (%)	
Preparación del Espécimen					
Húmeda	<input checked="" type="checkbox"/>	Lavado en tamiz No. 40	<input checked="" type="checkbox"/>	Agua de mezcla:	<input type="checkbox"/>
Secado al aire	<input type="checkbox"/>	Tamizado en seco en tamiz No. 40	<input type="checkbox"/>	Destilada	<input checked="" type="checkbox"/>
Secado al horno	<input type="checkbox"/>	Mecánicamente por tamiz No. 40	<input type="checkbox"/>	Desmineralizada	<input type="checkbox"/>
		Mezclado en cápsula y partículas de ar	<input type="checkbox"/>	Otra	<input type="checkbox"/>

Equipo Empleado					
Límite Plástico	<input type="checkbox"/>	Límite Líquido	<input type="checkbox"/>	Ranurador Casagrande/ASTM	<input type="checkbox"/>
Rolado manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipo manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Metálico	<input type="checkbox"/>
Dispositivo de rolado mecánico	<input type="checkbox"/>	Equipo motorizado	<input type="checkbox"/>	Plástico	<input checked="" type="checkbox"/>

Datos y resultado del ensayo

Límite Líquido (LL)						
No. Tara	256	246	209	-	-	-
Masa muestra húmeda + tara (g)	36,78	40,06	38,00	-	-	-
Masa muestra seca + tara (g)	32,89	35,01	33,35	-	-	-
Masa tara (g)	26,34	26,24	25,07	-	-	-
Humedad (%)	59,39	57,58	56,16	-	-	-
Golpes	16	26	35	-	-	-

Límite Plástico (LP)						
Recipiente N°	243	210	-	-	-	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	21,14	21,18	-	-	-	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	19,56	19,53	-	-	-	-
Masa del recipiente (g)	13,27	13,09	-	-	-	-
Humedad (%)	25,12	25,62	-	-	-	-



Límite Líquido, LL: 58
 Límite Plástico, LP: 25
 Índice de Plasticidad, IP: 33
 Índice de Liquidez, IL:

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P. Revisado por: K. C. Caltzaya V.

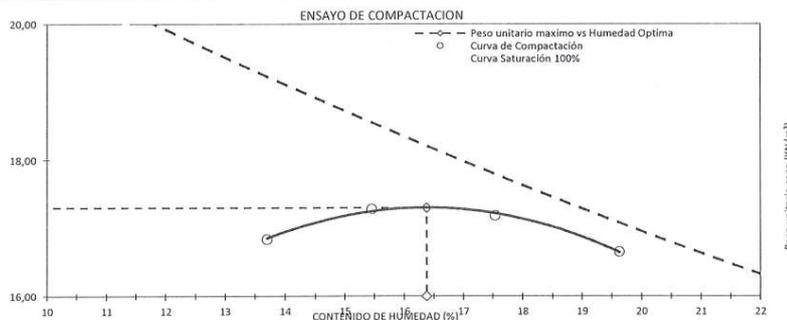


INFORME: ENSAYO COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA NTP 339.141

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
		PSL No.:	723a
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-1	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m ³):	-	Fecha muestreo:	16/12/2023
ID Laboratorio:	M23-1538.1	Origen agregado:	-
ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Presentación:	Sacos (02)	Fecha recepción:	16/12/2023
Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	

Descripción de la muestra:		Corrección por sobretamaño NTP 339.251:	
Método Usado:	<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	% Partículas de sobretamaño P _c :	0,00
Tipo de pisón:	Mecánico: <input type="checkbox"/> Manual: <input checked="" type="checkbox"/>	Gravedad específica aparente sólidos:	2,66
Método de preparación de la muestra:	Húmeda: <input checked="" type="checkbox"/> Seca (aire): <input type="checkbox"/>	Gravedad específica (Secado al horno) SH:	2,66
Tamiz de separación:	No. 4		
Masa Molde (g):	3 950	Volumen Molde (cm ³):	950,05

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	-
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5 805	5 883	5 907	5 880	-
Masa suelo húmedo compactado (g)	1 855	1 933	1 957	1 930	-
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,95	2,03	2,06	2,03	-
Recipiente N°	8	1	6	6	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	305,9	311,5	308,5	309,7	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	273,8	275,7	268,3	265,4	-
Masa recipiente (g)	39,6	44,4	38,9	39,5	-
Contenido de Humedad (%)	13,7	15,5	17,5	19,6	-
Densidad seca (g/cm ³)	1,72	1,76	1,75	1,70	-
Peso unitario seco (kN/m ³)	16,84	17,28	17,19	16,65	-



Densidad máxima seca fracción fina (p _{maxF}) (g/cm ³)	1,76	Humedad óptima fracción fina (p _{maxF}) (%)	16,38
Densidad máxima seca máxima corregida (p _{maxc}) (g/cm ³)	1,76	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	16,38
Peso unitario fracción fina (p _{maxF}) (kN/m ³)	17,30	Humedad óptima fracción fina (p _{maxF}) (%)	16,38
Peso unitario máximo corregido (p _{maxc}) (kN/m ³)	17,26	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	16,38

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P. Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS PARTICULAS DE UN SUELO NTP 339.131

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		PSL No.:	723a
Identificación:	Material Arcilla	ID Laboratorio:	M23-1538.1
Progresiva:	-	ID cliente:	-
Cantera:	-	Presentación:	Sacos (02)
Coordenadas:	-	Cantidad:	Aprox. 50kg
Procedencia:	-	Realizado por:	Camila Paredes
Elevación:	-	Fecha muestreo:	16/12/2023
No. de muestra:	M-1	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	
Volumen (m ³):	-		

Descripción de la muestra:

Gravedad específica NTP 400.021

Muestra:	>No. 4	> No. 4
Temperatura del agua de ensayo (°C)	-	-
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	-	-
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	-	-
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	-	-
Gravedad específica SH	-	-
Gravedad específica SSD	-	-
Gravedad específica Aparente	-	-
Absorción	-	-
Coefficiente de temperatura K	-	-

Gravedad específica del suelo usando un picnómetro con agua NTP 339.131

Método de prueba:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	Muestra:	< No. 4
Picnómetro N°				1
Temperatura de ensayo, (°C)				25,3
Densidad del agua a temperatura del ensayo (g/ml)				0,9970
Masa del picnómetro (g)				198,9
Volumen picnómetro (ml)				499,3
Masa del picnómetro + agua a temperatura de ensayo (g)				696,67
Masa del picnómetro + sólidos del suelo + agua a temperatura de ensayo (g)				734,43
Masa del picnómetro + sólidos del suelo (g)				757,09
Masa de los sólidos del suelo (g)				60,42
Gravedad específica aparente de los sólidos del suelo a 20°C				2,658
Coefficiente de temperatura K a temperatura de ensayo				0,999
Gravedad específica de sólido del suelo a 20°C				2,655
Material < malla No. 4 (%)				100,0
Material > malla No. 4 (%)				0,0
Gs material > malla No 4 a 20 °C				-
Gravedad específica aparente promedio del suelo a 20°C				2,658

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

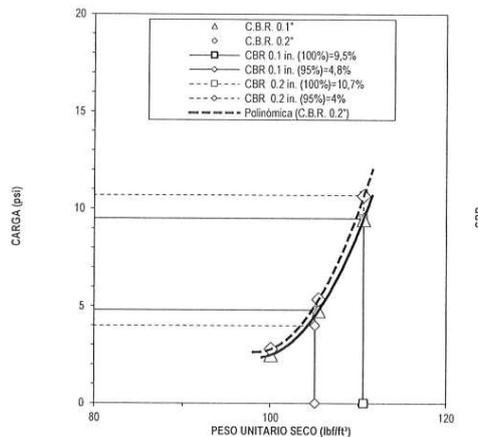
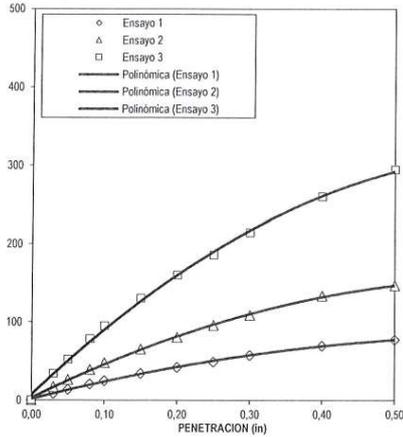
Revisado por: K. C. Callzaya V.

Página 2 de 2

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

1 de 5

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
		PSL No.:	723a
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla	Progresiva:	-
Cantera:	-	ID Laboratorio:	M23-1538.1
Procedencia:	-	Coordenadas:	-
No. de muestra:	M-1	Elevación:	-
Volumen (m³)	-	Presentación:	Sacos (02)
		Realizado por:	Camila Paredes
		Fecha muestreo:	16/12/23
Descripción Muestra ASTM D2488:		ID cliente:	-
		Forma agregado:	-
		Fecha recepción:	16/12/23
		Requisitos y/o especificaciones del solicitante	



VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA

Valor de Soporte al 100% Penetración 0.1 in. (%)	9,5
Valor de Soporte al 100% Penetración 0.2 in. (%)	10,7
Valor de Soporte al 95% Penetración 0.1 in. (%)	4,8

CBR

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

Informe 4 de 4

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

2 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	110,50
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,77
			Humedad optima (%):	16,44

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 1

No. ensayo:	1	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	18	0,0750 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2123,31 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	10					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7644 g						

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion
Masa del molde + suelo humedo (g)	11601,0	12001,0
Masa del molde (g)	7644,0	7644,0
Masa del suelo humedo (g)	3957,0	4357,0
Volumen molde (cm ³)	2123,3	2123,31
Densidad humeda (g/cm ³)	1,86	2,05
Densidad seca (g/cm ³)	1,60	1,59
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	116,34	128,10
Peso unitario seco (lb/ft ³)	100,05	99,32
Porcentaje de compactacion (%)	90,5	-

Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa de tara + suelo humedo (g)	2419,2	2448,0
Masa de tara + suelo seco (g)	2148,8	1960,8
Masa del agua (g)	270,4	487,2
Masa de tara (g)	487,60	279,52
Masa del suelo seco (g)	1661,20	1681,28
Contenido de Humedad (%)	16,3	29,0

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	12	-	26,98	8,52	-
0,050	500	19	-	42,70	13,49	-
0,080	750	30	-	65,19	20,59	-
0,100	1000	36	35,7	78,68	24,85	2,5
0,150	1250	49	-	107,92	34,08	-
0,200	1500	60	60,2	132,63	41,89	2,8
0,250	1700	70	-	155,12	48,99	-
0,300	1900	83	-	182,10	57,51	-
0,400	2300	100	-	220,31	69,58	-
0,500	2600	111	-	245,04	77,39	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5637
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,129
Altura inicial (in)	4,571
Hinchamiento (in)	0,129
Expansion (%)	2,8

Porcentaje retenido en malla N° 4: 0,00

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

3 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	110,50
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,77
			Humedad optima (%):	16,44

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 2

No. ensayo:	II	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	5	0,0749 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2121,48 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	25					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7715 g						

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion
Masa del molde + suelo humedo (g)	11885,0	12254,0
Masa del molde (g)	7715,0	7715,0
Masa del suelo humedo (g)	4170,0	4539,0
Volumen molde (cm ³)	2121,5	2121,48
Densidad humeda (g/cm ³)	1,97	2,14
Densidad seca (g/cm ³)	1,69	1,67
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	122,71	133,57
Peso unitario seco (lb/ft ³)	105,47	104,27
Porcentaje de compactacion (%)		95,5

Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa de tara + suelo humedo (g)	2445,9	2464,0
Masa de tara + suelo seco (g)	2170,8	1984,8
Masa del agua (g)	275,1	479,2
Masa de tara (g)	487,60	279,52
Masa del suelo seco (g)	1683,20	1705,28
Contenido de Humedad (%)	16,3	28,1

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	24	-	53,95	17,04	-
0,050	500	38	-	83,18	26,27	-
0,080	750	56	-	123,64	39,05	-
0,100	1000	68	68,3	150,62	47,57	4,8
0,150	1250	94	-	206,82	65,32	-
0,200	1500	115	115,2	254,04	80,23	5,3
0,250	1700	138	-	303,49	95,85	-
0,300	1900	156	-	343,97	108,63	-
0,400	2300	192	-	422,65	133,48	-
0,500	2600	211	-	465,35	146,97	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5638
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,121
Altura inicial (in)	4,618
Hinchamiento (in)	0,121
Expansion (%)	2,6

Porcentaje retenido en malla N° 4: 0,00

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Callizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

4 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	110,50
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,77
			Humedad optima (%):	16,44

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 3

No. ensayo:	III	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	19	0,0752 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2129,63 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	56					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7567 g						

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion
Masa del molde + suelo humedo (g)	11960,0	12272,0
Masa del molde (g)	7567,0	7567,0
Masa del suelo humedo (g)	4393,0	4705,0
Volumen molde (cm ³)	2129,6	2129,63
Densidad humeda (g/cm ³)	2,06	2,21
Densidad seca (g/cm ³)	1,77	1,74
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	128,78	137,92
Peso unitario seco (lb/ft ³)	110,59	108,50
Porcentaje de compactacion (%)	100,1	

Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa de tara + suelo humedo (g)	2405,4	2460,4
Masa de tara + suelo seco (g)	2134,6	1995,2
Masa del agua (g)	270,8	465,2
Masa de tara (g)	487,60	279,52
Masa del suelo seco (g)	1647,00	1715,68
Contenido de Humedad (%)	16,4	27,1

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	48	-	106,55	33,65	-
0,050	500	75	-	164,55	51,97	-
0,080	750	112	-	247,51	78,17	-
0,100	1000	136	136,0	299,89	94,71	9,5
0,150	1250	187	-	412,53	130,28	-
0,200	1500	230	229,5	506,05	159,82	10,7
0,250	1700	267	-	588,11	185,73	-
0,300	1900	308	-	678,91	214,41	-
0,400	2300	373	-	822,81	259,86	-
0,500	2600	423	-	932,51	294,50	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5681
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,111
Altura inicial (in)	4,618
Hinchamiento (in)	0,111
Expansion (%)	2,4

Porcentaje retenido en malla N° 4: 0,00

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

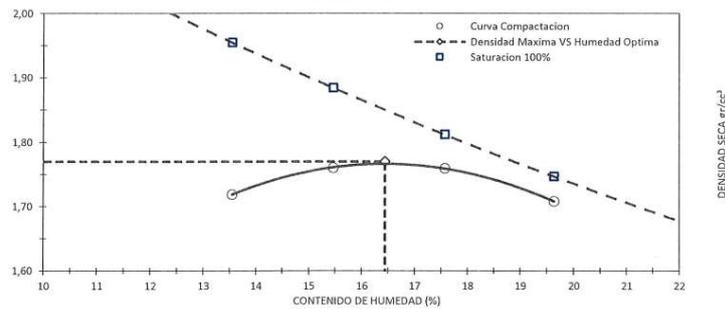
5 de 5

Compactación

Metodo de compactacion:	NTP 339.141	Metodo Usado:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input checked="" type="checkbox"/> C	Tamiz de separacion:	3/4 in.
Metodo de preparacion de la muestra:		Tipo de pison:		Masa molde:	3950 g	% Grava >3/4 in.:	0,00
Humeda:	<input type="checkbox"/>	Mecanico:	<input type="checkbox"/>	Volumen molde:	950 cm ³	G _s :	2,66
Seca (aire):	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual:	<input type="checkbox"/>				

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	-
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5804	5881	5915	5891	-
Masa suelo húmedo compactado (g)	1854	1931	1965	1941	-
Densidad humeda (g/cm ³)	1,95	2,03	2,07	2,04	-
Recipiente N°	1	2	6	3	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	501,6	506,2	504,6	502,4	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	446,1	443,4	434,7	425,8	-
Masa recipiente (g)	36,7	37,3	37,1	35,9	-
Contenido de Humedad (%)	13,5	15,5	17,6	19,6	-
Densidad seca (g/cm ³)	1,72	1,76	1,76	1,71	-
Peso unitario seco (kn/m ³)	16,85	17,26	17,25	16,75	-

ENSAYO COMPACTACION



Densidad Máxima (g/cm ³)	1,77	Humedad Optima (%)	16,44
--------------------------------------	------	--------------------	-------

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Callizaya V.

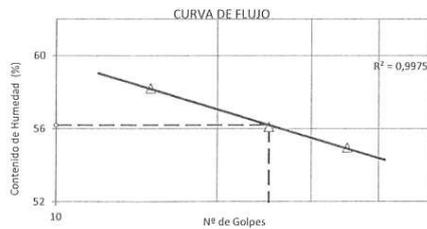
INFORME: ENSAYO LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELO NTP 339.129

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
		PSL No.:	723a

Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla + 3% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-2	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m³):	-	Fecha muestreo:	16/12/23
		ID Laboratorio:	M23-1538.2
		ID cliente:	-
		Presentación:	Sacos (02)
		Cantidad:	Aprox. 50kg
		Requisitos y/o especificaciones del solicitante:	-
		Origen agregado:	-
		Forma agregado:	-
		Fecha recepción:	16/12/23

Descripción del suelo:			
Data del ítem del ensayo:			
Humedad de recepción (%)	Tamaño máximo de partícula	Retenido en tamiz No. 40 (%)	
Preparación del Espécimen			
Húmeda	<input checked="" type="checkbox"/>	Lavado en tamiz No. 40	<input checked="" type="checkbox"/>
Secado al aire	<input type="checkbox"/>	Tamizado en seco en tamiz No. 40	<input type="checkbox"/>
Secado al horno	<input type="checkbox"/>	Mecánicamente por tamiz No. 40	<input type="checkbox"/>
		Mezclado en cápsula y partículas de ar	<input type="checkbox"/>
		Agua de mezcla:	<input type="checkbox"/>
		Destilada	<input checked="" type="checkbox"/>
		Desmineralizada	<input type="checkbox"/>
		Otra	<input type="checkbox"/>
Equipo Empleado			
Límite Plástico	<input checked="" type="checkbox"/>	Límite Líquido	<input checked="" type="checkbox"/>
Rolado manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipo manual	<input checked="" type="checkbox"/>
Dispositivo de rolado mecánico	<input type="checkbox"/>	Equipo motorizado	<input type="checkbox"/>
		Ramurador Casagrande/ASTM	<input type="checkbox"/>
		Metálico	<input type="checkbox"/>
		Plástico	<input checked="" type="checkbox"/>

Datos y resultado del ensayo					
Límite Líquido (LL)					
No. Tara	211	233	214	-	-
Masa muestra húmeda + tara (g)	36,81	39,66	37,89	-	-
Masa muestra seca + tara (g)	32,91	34,56	33,79	-	-
Masa tara (g)	26,21	25,47	26,33	-	-
Humedad (%)	58,21	56,11	54,96	-	-
Golpes	15	25	35	-	-
Límite Plástico (LP)					
Recipiente N°	225	234	-	-	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	21,25	22,14	-	-	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	19,57	20,40	-	-	-
Masa del recipiente (g)	12,89	13,54	-	-	-
Humedad (%)	25,15	25,36	-	-	-



Límite Líquido, LL: 56
 Límite Plástico, LP: 25
 Índice de Plasticidad, IP: 31
 Índice de Liquidez, IL:

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P. Revisado por: K. C. Callizaya V.

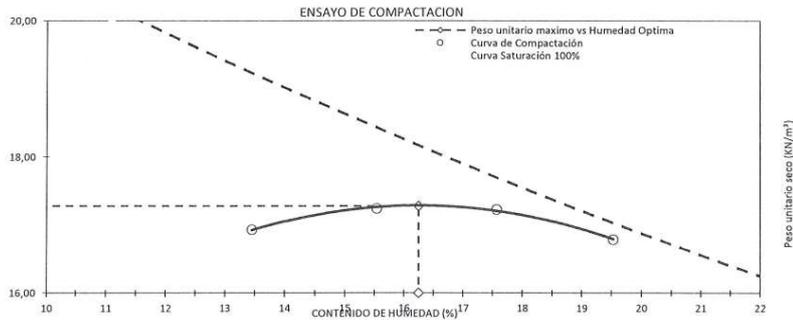
Informe 1 de 4

INFORME: ENSAYO COMPACTACION DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA NTP 339.141

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedesr99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla + 3% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-2	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m ³):	-	Fecha muestreo:	16/12/2023
ID Laboratorio:	M23-1538.2	Origen agregado:	-
ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Presentación:	Sacos (02)	Fecha recepción:	16/12/2023
Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	-
PSL No.:	723a		

Descripción de la muestra:			
Método Usado:	<input checked="" type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C
Tipo de pisón:	Mecánico: <input type="checkbox"/>	Manual: <input checked="" type="checkbox"/>	Corrección por sobretamaño NTP 339.251:
Método de preparación de la muestra:	Húmeda: <input checked="" type="checkbox"/>	Seca (aire): <input type="checkbox"/>	% Partículas de sobretamaño P _c : 5,00
Tamiz de separación:	No. 4		Gravedad específica aparente sólidos: 2,64
Masa Molde (g):	3 950	Volumen Molde (cm ³):	950,05
			Gravedad específica (Secado al horno) SH: 2,64

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	-
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5 811	5 880	5 912	5 894	-
Masa suelo húmedo compactado (g)	1 861	1 930	1 962	1 944	-
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,96	2,03	2,07	2,05	-
Recipiente N°	8	1	6	6	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	322,5	321,5	321,1	323,5	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	289,1	283,4	279,0	276,1	-
Masa recipiente (g)	40,5	38,4	39,7	33,5	-
Contenido de Humedad (%)	13,5	15,5	17,6	19,5	-
Densidad seca (g/cm ³)	1,73	1,76	1,76	1,71	-
Peso unitario seco (kN/m ³)	16,93	17,24	17,23	16,79	-



Densidad máxima seca fracción fina (p _{max} F) (g/cm ³)	1,76	Humedad óptima fracción fina (p _{max} F) (%)	16,25
Densidad máxima seca máxima corregida (p _{maxc}) (g/cm ³)	1,79	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	15,57
Peso unitario fracción fina (p _{max} F) kN/m ³)	17,28	Humedad óptima fracción fina (p _{max} F) (%)	16,25
Peso unitario máximo corregido (p _{maxc}) (kN/m ³)	17,55	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	15,57

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P. Revisado por: K. C. Callzaya V.

INFORME: ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS PARTICULAS DE UN SUELO NTP 339.131

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla + 3% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	ID Laboratorio:	M23-1538.2
Procedencia:	-	Coordenadas:	-
No. de muestra:	M-2	ID cliente:	-
Volumen (m ³)	-	Elevación:	-
		Presentación:	Sacos (02)
		Realizado por:	Camila Paredes
		Cantidad:	Aprox. 50kg
		Fecha muestreo:	16/12/2023
		PSL No.:	723a
		Origen agregado:	-
		Forma agregado:	-
		Fecha recepción:	16/12/2023
		Requisitos y/o especificaciones del solicitante	

Descripción de la muestra:

Gravedad específica NTP 400.021

Muestra:	>No. 4	> No. 4
Temperatura del agua de ensayo (°C)	-	-
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	-	-
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	-	-
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	-	-
Gravedad específica SH	-	-
Gravedad específica SSD	-	-
Gravedad específica Aparente	-	-
Absorción	-	-
Coefficiente de temperatura K	-	-

Gravedad específica del suelo usando un picnómetro con agua NTP 339.131

Método de prueba:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	Muestra:	< No. 4
Picnómetro N°				1
Temperatura de ensayo, (°C)				24,8
Densidad del agua a temperatura del ensayo (g/ml)				0,9971
Masa del picnómetro (g)				173,6
Volumen picnómetro (ml)				498,5
Masa del picnómetro + agua a temperatura de ensayo (g)				670,69
Masa del picnómetro + sólidos del suelo + agua a temperatura de ensayo (g)				708,33
Masa del picnómetro + sólidos del suelo (g)				731,16
Masa de los sólidos del suelo (g)				60,47
Gravedad específica aparente de los sólidos del suelo a 20°C				2,642
Coefficiente de temperatura K a temperatura de ensayo				0,999
Gravedad específica de sólido del suelo a 20°C				2,639
Material < malla No. 4 (%)				95,4
Material > malla No. 4 (%)				4,6
Gs material > malla No 4 a 20 °C				-
Gravedad específica aparente promedio del suelo a 20°C				2,642

Observaciones

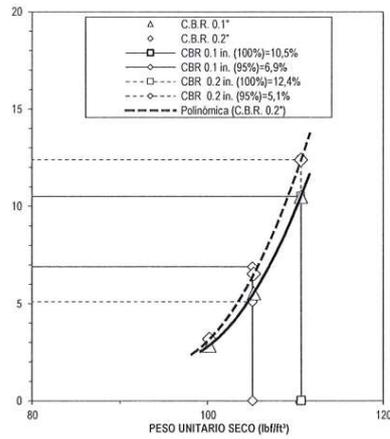
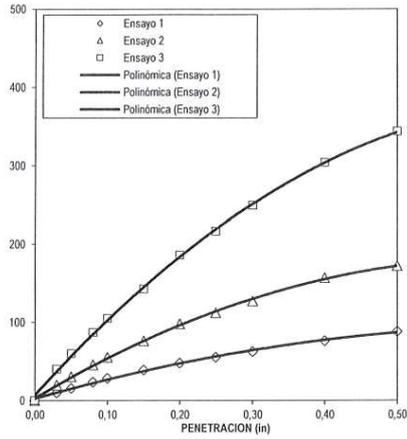
Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Callzaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

1 de 5

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedesr99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Materia Arcilla + 3% escorbros	ID Laboratorio:	M23-1538.2
Progresiva:	-	Origen agregado:	-
Cantera:	-	ID cliente:	-
Coordenadas:	-	Forma agregado:	-
Procedencia:	-	Presentación:	Sacos (02)
Elevación:	-	Fecha recepción:	16/12/23
No. de muestra:	M-2	Realizado por:	Camila Paredes
Realizado por:	Camila Paredes	Cantidad:	Aprox. 50kg
Volumen (m³):	-	Fecha muestreo:	16/12/23
Requisitos y/o especificaciones del solicitante			
Descripción Muestra ASTM D2488:			



VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA

Valor de Soporte al 100% Penetración 0.1 in. (%)	10,5
Valor de Soporte al 100% Penetración 0.2 in. (%)	12,4
Valor de Soporte al 95% Penetración 0.1 in. (%)	6,9

CBR

10,5
12,4
6,9

Observaciones

Ensayado por: S. A. Marmani P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

Informe 4 de 4

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

2 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	110,50
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,77
			Humedad optima (%):	16,08

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 1

No. ensayo:	1	Volumen molde:	0,0746 ft ³	Altura del martillo:	18 in	Masa del martillo:	10 lb	Area piston:	20 cm ²	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	3		2112,36 cm ³		46 cm		5 Kg		3 in.	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5									CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	10									CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7812 g										

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion	Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa del molde + suelo humedo (g)	11751,0	12089,0	Masa de tara + suelo humedo (g)	2436,0	2448,0
Masa del molde (g)	7812,0	7812,0	Masa de tara + suelo seco (g)	2164,5	1976,0
Masa del suelo humedo (g)	3939,0	4277,0	Masa del agua (g)	271,5	472
Volumen molde (cm ³)	2112,4	2112,36	Masa de tara (g)	487,60	279,52
Densidad humeda (g/cm ³)	1,86	2,02	Masa del suelo seco (g)	1676,90	1696,48
Densidad seca (g/cm ³)	1,60	1,58	Contenido de Humedad (%)	16,2	27,8
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	116,41	126,40			
Peso unitario seco (lb/ft ³)	100,19	98,89			
Porcentaje de compactacion (%)	90,7	-			

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	14	-	31,48	9,94	-
0,050	500	22	-	49,45	15,62	-
0,080	750	34	-	74,19	23,43	-
0,100	1000	41	40,8	89,93	28,40	2,8
0,150	1250	56	-	123,64	39,05	-
0,200	1500	68	68,3	150,62	47,57	3,2
0,250	1700	80	-	175,36	55,38	-
0,300	1900	90	-	197,84	62,48	-
0,400	2300	109	-	240,55	75,97	-
0,500	2600	126	-	278,75	88,04	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5637
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,120
Altura inicial (in)	4,571
Hinchamiento (in)	0,120
Expansion (%)	2,6

Porcentaje retenido en malla N° 4: 4,63

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Callzaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

3 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	110,50
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,77
			Humedad optima (%):	16,08

DATOS DE COMPACTACION

		Ensayo 2					
No. ensayo:	II	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	9	0,0764 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2163,44 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	25					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	8088 g						

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion	Determinacion de la humedad	
			Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa del molde + suelo humedo (g)	12321,0	12647,0	2453,6	2464,0
Masa del molde (g)	8088,0	8088,0		
Masa del suelo humedo (g)	4233,0	4559,0	2181,2	2008,0
Volumen molde (cm ³)	2163,4	2163,44	Masa del agua (g)	272,4
Densidad humeda (g/cm ³)	1,96	2,11	Masa de tara (g)	487,60
Densidad seca (g/cm ³)	1,69	1,67	Masa del suelo seco (g)	1693,60
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	122,15	131,55	Contenido de Humedad (%)	16,1
Peso unitario seco (lb/ft ³)	105,22	104,09		26,4
Porcentaje de compactacion (%)	95,2			

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	29	-	62,94	19,88	-
0,050	500	44	-	96,67	30,53	-
0,080	750	65	-	143,87	45,44	-
0,100	1000	80	79,5	175,36	55,38	5,5
0,150	1250	109	-	240,55	75,97	-
0,200	1500	141	140,7	310,23	97,98	6,5
0,250	1700	161	-	355,21	112,18	-
0,300	1900	183	-	402,41	127,09	-
0,400	2300	225	-	496,83	156,91	-
0,500	2600	247	-	544,03	171,82	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5638
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,118
Altura inicial (in)	4,618
Hinchamiento (in)	0,118
Expansion (%)	2,6

Porcentaje retenido en malla N° 4: 4,63

Observaciones

Ensayado por: S. A. Marmani P.

Revisado por: K. C. Calliza V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

4 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	110,50
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad máxima seca (g/cm ³):	1,77
			Humedad optima (%)	16,08

DATOS DE COMPACTACION

		Ensayo 3						
No. ensayo:	III	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96	
No. de Molde:	2	0,0749 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00	
No. de capas:	5	2121,48 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Golpes por capa:	56					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>	
Masa Molde:	7540 g							

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion	Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa del molde + suelo humedo (g)	11920,0	12198,0	Masa de tara + suelo humedo (g)	2501,8	4060,4
Masa del molde (g)	7540,0	7540,0	Masa de tara + suelo seco (g)	2215,8	3298
Masa del suelo humedo (g)	4380,0	4658,0	Masa del agua (g)	286	762,4
Volumen molde (cm ³)	2121,5	2121,48	Masa de tara (g)	486,24	312,4
Densidad humeda (g/cm ³)	2,06	2,20	Masa del suelo seco (g)	1729,56	2985,6
Densidad seca (g/cm ³)	1,77	1,75	Contenido de Humedad (%)	16,5	25,5
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	128,89	137,07			
Peso unitario seco (lb/ft ³)	110,60	109,19			
Porcentaje de compactacion (%)	100,1				

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)	DATOS DE EXPANSION	Sobrecarga (g)	5681
0,000	0	0	-	0	0,00	-	Lectura dial antes del ensayo	0,000	
0,030	250	58	-	126,79	40,04	-	Lectura dial despues del ensayo	0,101	
0,050	500	86	-	189,07	59,71	-	Altura inicial (in)	4,618	
0,080	750	125	-	275,16	86,90	-	Hinchamiento (in)	0,101	
0,100	1000	151	150,7	332,26	104,93	10,5	Expansion (%)	2,2	
0,150	1250	205	-	451,86	142,71	-			
0,200	1500	267	266,9	588,33	185,80	12,4			
0,250	1700	311	-	684,78	216,27	-			
0,300	1900	358	-	789,08	249,21	-			
0,400	2300	436	-	962,19	303,88	-			
0,500	2600	493	-	1087,17	343,35	-			

Porcentaje retenido en malla N° 4: 4,63

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Callzaya V.

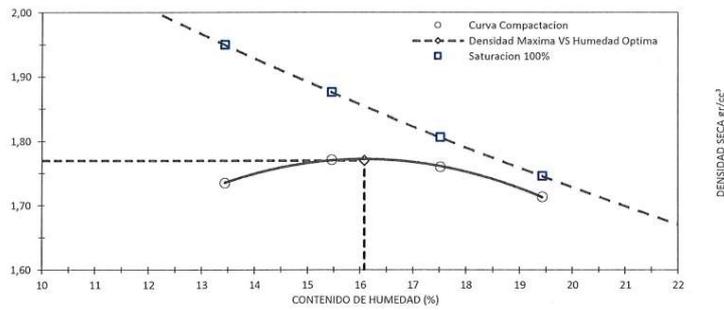
INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

Compactación

Metodo de compactacion:	NTP 339.141	Metodo Usado:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input checked="" type="checkbox"/> C	Tamiz de separacion:	3/4 in.
Metodo de preparacion de la muestra:		Tipo de pison:			Masa molde:	3950 g	% Grava >3/4 in.: 0,00
Humeda:	<input type="checkbox"/>	Mecanico:	<input type="checkbox"/>		Volumen molde:	950 cm ³	G _s : 2,64
Seca (aire):	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual:	<input type="checkbox"/>				

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	-
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5820	5893	5915	5894	-
Masa suelo húmedo compactado (g)	1870	1943	1965	1944	-
Densidad humeda (g/cm ³)	1,97	2,05	2,07	2,05	-
Recipiente N°	1	2	6	3	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	352,5	342,5	340,6	365,5	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	315,4	301,4	295,7	313,1	-
Masa recipiente (g)	39,1	35,9	39,5	43,2	-
Contenido de Humedad (%)	13,4	15,5	17,5	19,4	-
Densidad seca (g/cm ³)	1,74	1,77	1,76	1,71	-
Peso unitario seco (kN/m ³)	17,02	17,37	17,26	16,80	-

ENSAYO COMPACTACION



Densidad Máxima (g/cm ³)	1,77	Humedad Optima (%)	16,08
--------------------------------------	------	--------------------	-------

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Callizaya V.



RUC: 20519878969
Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 - San Antonio - Moquegua
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - 9536439969
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe
www.sergео.com.pe

Informe Ensayo No. T23-336.3.1-2024

Fecha emisión: 05/01/24

INFORME: ENSAYO LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELO NTP 339.129

Datos proporcionados por el solicitante Datos del cliente:

Proyecto No.: - Solicitante: Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto: Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024. Contacto: Camila Paredes Rosas
Teléfono: -
Ubicación: Ilo - Moquegua Email: cparedes99@gmail.com
Cliente indirecto: Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra PSL No.: 723a

Datos del muestreo indicados por el solicitante Datos de la muestra recibida

Identificación: Material Arena Progresiva: - ID Laboratorio: M23-1539.1 Origen agregado: -
Cantera: - Coordenadas: - ID cliente: - Forma agregado: -
Procedencia: - Elevación: - Presentación: Sacos (02) Fecha recepción: 16/12/23
No. de muestra: M-3 Realizado por: Camila Paredes Cantidad: Aprox. 50kg Requisitos y/o especificaciones del solicitante
Volumen (m³): - Fecha muestreo: 16/12/23

Descripción del suelo:

Data del ítem del ensayo:

Humedad de recepción (%) Tamaño máximo de partícula Retenido en tamiz No. 40 (%)

Preparación del Espéccimen

Húmeda Lavado en tamiz No. 40 Agua de mezcla:
Secado al aire Tamizado en seco en tamiz No. 40 Destilada
Secado al horno Mecánicamente por tamiz No. 40 Desmineralizada
Mezclado en cápsula y partículas de ar Otra

Equipo Empleado

Límite Plástico Límite Líquido Ranurador Casagrande/ASTM
Rolado manual Equipo manual Metálico
Dispositivo de rolado mecánico Equipo motorizado Plástico

Datos y resultado del ensayo

Límite Líquido (LL)

No. Tara - - - - -
Masa muestra húmeda + tara (g) - - - - -
Masa muestra seca + tara (g) - - - - -
Masa tara (g) - - - - -
Humedad (%) - - - - -
Golpes - - - - -

Límite Plástico (LP)

Recipiente N° - - - - -
Masa recipiente + suelo húmedo (g) - - - - -
Masa recipiente + suelo seco (g) - - - - -
Masa del recipiente (g) - - - - -
Humedad (%) - - - - -



Límite Líquido, LL: NP
Límite Plástico, LP: NP
Índice de Plasticidad, IP: NP
Índice de Liquez, IL:

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P. Revisado por: K. C. Calizaya V.

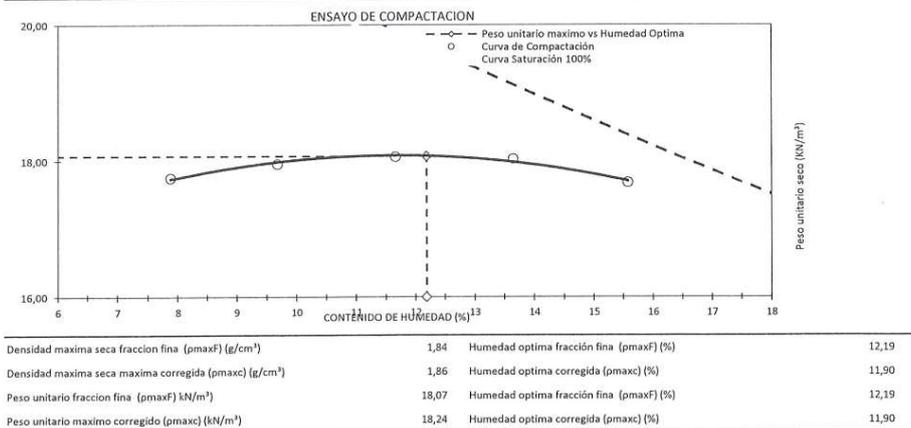


INFORME: ENSAYO COMPACTACION DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA NTP 339.141

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-3	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m³):	-	Fecha muestreo:	16/12/2023

Descripción de la muestra:		Corrección por sobretamaño NTP 339.251:	
Método Usado:	<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	% Partículas de sobretamaño P _c :	3,00
Tipo de pisón:	Mecánico: <input type="checkbox"/> Manual: <input checked="" type="checkbox"/>	Gravedad específica aparente sólidos:	2,64
Método de preparación de la muestra:	Húmeda: <input checked="" type="checkbox"/> Seca (aire): <input type="checkbox"/>	Gravedad específica (Secado al horno) S _H :	2,64
Tamiz de separación:	No. 4		
Massa Molde (g):	3 950	Volumen Molde (cm³):	950,05

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5 805	5 858	5 904	5 935	5 930
Masa suelo húmedo compactado (g)	1 855	1 908	1 954	1 985	1 980
Densidad húmeda (g/cm³)	1,95	2,01	2,06	2,09	2,08
Recipiente N°	8	1	6	6	9
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	302,6	290,0	309,0	315,3	316,6
Masa recipiente + suelo seco (g)	283,3	267,9	280,9	281,6	279,9
Masa recipiente (g)	39,1	39,7	40,1	35,0	44,3
Contenido de Humedad (%)	7,9	9,7	11,7	13,6	15,6
Densidad seca (g/cm³)	1,81	1,83	1,84	1,84	1,80
Peso unitario seco (kN/m³)	17,75	17,96	18,06	18,03	17,68



Observaciones

Ensayado por: J. A. E. Janampa P. Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS PARTICULAS DE UN SUELO NTP 339.131

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
		PSL No.:	723a
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-3	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m ³):	-	Fecha muestreo:	16/12/2023
ID Laboratorio:	M23-1539.1	Origen agregado:	-
ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Presentación:	Sacos (02)	Fecha recepción:	16/12/2023
Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	

Descripción de la muestra:

Gravedad específica NTP 400.021

Muestra:	>No. 4	> No. 4
Temperatura del agua de ensayo (°C)	-	-
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	-	-
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	-	-
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	-	-
Gravedad específica SH	-	-
Gravedad específica SSD	-	-
Gravedad específica Aparente	-	-
Absorción	-	-
Coefficiente de temperatura K	-	-

Gravedad específica del suelo usando un picnómetro con agua NTP 339.131

Método de prueba:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	Muestra:	< No. 4
Picnómetro N°				1
Temperatura de ensayo, (°C)				25,3
Densidad del agua a temperatura del ensayo (g/ml)				0,9970
Masa del picnómetro (g)				198,9
Volumen picnómetro (ml)				499,3
Masa del picnómetro + agua a temperatura de ensayo (g)				696,67
Masa del picnómetro + sólidos del suelo + agua a temperatura de ensayo (g)				734,05
Masa del picnómetro + sólidos del suelo (g)				756,80
Masa de los sólidos del suelo (g)				60,13
Gravedad específica aparente de los sólidos del suelo a 20°C				2,635
Coefficiente de temperatura K a temperatura de ensayo				0,999
Gravedad específica de sólido del suelo a 20°C				2,632
Material < malla No. 4 (%)				97,2
Material > malla No. 4 (%)				2,8
Gs material > malla No 4 a 20 °C				-
Gravedad específica aparente promedio del suelo a 20°C				2,635

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

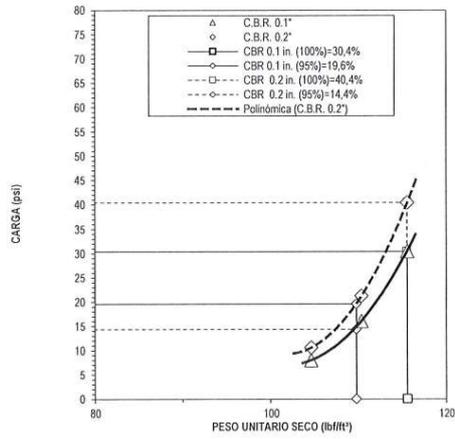
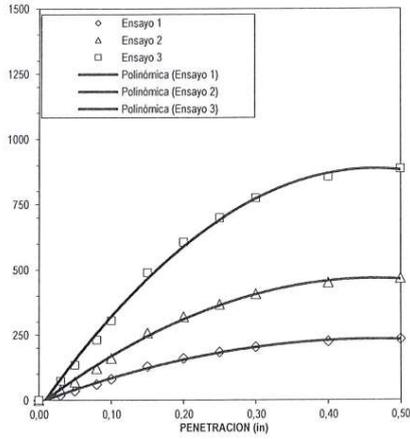
INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

1 de 5

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
		PSL No.:	723a

Datos del muestreo indicados por el solicitante				Datos de la muestra recibida			
Identificación:	Material Arena	Progresiva:	-	ID Laboratorio:	M23-1539.1	Origen agregado:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-	ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-	Presentación:	Sacos (02)	Fecha recepción:	16/12/23
No. de muestra:	M-3	Realizado por:	Camila Paredes	Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	
Volumen (m³):	-	Fecha muestreo:	16/12/23				

Descripción Muestra ASTM D2488:



VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA	CBR
Valor de Soporte al 100% Penetración 0.1 in. (%)	30,4
Valor de Soporte al 100% Penetración 0.2 in. (%)	40,4
Valor de Soporte al 95% Penetración 0.1 in. (%)	19,6

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Callzaya V.

Informe 4 de 4

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

2 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	115,49
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,85
			Humedad optima (%):	11,54

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 1

No. ensayo:	1	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	8	0,0749 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2119,66 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	10					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7743 g						

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion
Masa del molde + suelo humedo (g)	11702,0	11821,0
Masa del molde (g)	7743,0	7743,0
Masa del suelo humedo (g)	3959,0	4078,0
Volumen molde (cm ³)	2119,7	2119,66
Densidad humeda (g/cm ³)	1,87	1,92
Densidad seca (g/cm ³)	1,68	1,69
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	116,60	120,10
Peso unitario seco (lb/ft ³)	104,62	105,51
Porcentaje de compactacion (%)	90,6	-

Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa de tara + suelo humedo (g)	2453,0	4017,8
Masa de tara + suelo seco (g)	2248,8	3589,0
Masa del agua (g)	204,2	428,8
Masa de tara (g)	465,52	488,80
Masa del suelo seco (g)	1783,28	3100,20
Contenido de Humedad (%)	11,5	13,8

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	28	-	61,16	19,31	-
0,050	500	50	-	111,29	35,15	-
0,080	750	87	-	191,98	60,63	-
0,100	1000	115	115,0	253,58	80,08	8,0
0,150	1250	185	-	407,13	128,58	-
0,200	1500	229	228,9	504,70	159,39	10,6
0,250	1700	264	-	581,80	183,74	-
0,300	1900	292	-	644,30	203,48	-
0,400	2300	323	-	712,86	225,14	-
0,500	2600	334	-	737,14	232,80	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5637
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,000
Altura inicial (in)	4,571
Hinchamiento (in)	0,000
Expansion (%)	0,0

Porcentaje retenido en malla N° 4: 2,80

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

3 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	115,49
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,85
			Humedad optima (%)	11,54

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 2

No. ensayo:	II	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	2	0,0749 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2121,48 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	25					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7514 g						

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion
Masa del molde + suelo humedo (g)	11726,0	11802,0
Masa del molde (g)	7514,0	7514,0
Masa del suelo humedo (g)	4212,0	4288,0
Volumen molde (cm ³)	2121,5	2121,48
Densidad humeda (g/cm ³)	1,99	2,02
Densidad seca (g/cm ³)	1,77	1,78
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	123,94	126,18
Peso unitario seco (lb/ft ³)	110,31	110,85
Porcentaje de compactacion (%)	95,5	

Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa de tara + suelo humedo (g)	2453,0	4017,8
Masa de tara + suelo seco (g)	2234,4	3589,0
Masa del agua (g)	218,6	428,8
Masa de tara (g)	465,52	488,80
Masa del suelo seco (g)	1768,88	3100,20
Contenido de Humedad (%)	12,4	13,8

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	55	-	122,29	38,62	-
0,050	500	101	-	222,78	70,36	-
0,080	750	174	-	383,76	121,20	-
0,100	1000	230	230,1	507,17	160,17	16,0
0,150	1250	369	-	814,26	257,16	-
0,200	1500	458	457,8	1009,17	318,71	21,2
0,250	1700	528	-	1163,84	367,56	-
0,300	1900	585	-	1288,60	406,96	-
0,400	2300	647	-	1425,73	450,27	-
0,500	2600	669	-	1474,30	465,61	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5638
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,000
Altura inicial (in)	4,618
Hinchamiento (in)	0,000
Expansion (%)	0,0

Porcentaje retenido en malla N° 4: 2,80

Observaciones

Ensayado por: J. A. E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	115,49
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,85
			Humedad optima (%):	11,54

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 3

No. ensayo:	III	Volumen molde:	0,0752 ft ³	Altura del martillo:	18 in	Masa del martillo:	10 lb	Area piston:	20 cm ²	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	21									Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5		2128,88 cm ³		46 cm		5 Kg		3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	56									CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7530 g										

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion
Masa del molde + suelo humedo (g)	11929,0	12024,0
Masa del molde (g)	7530,0	7530,0
Masa del suelo humedo (g)	4399,0	4494,0
Volumen molde (cm ³)	2128,9	2128,88
Densidad humeda (g/cm ³)	2,07	2,11
Densidad seca (g/cm ³)	1,85	1,85
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	129,00	131,78
Peso unitario seco (lb/ft ³)	115,52	115,77
Porcentaje de compactacion (%)	100,0	

Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa de tara + suelo humedo (g)	2453,0	4017,8
Masa de tara + suelo seco (g)	2245,4	3589
Masa del agua (g)	207,6	428,8
Masa de tara (g)	465,52	488,8
Masa del suelo seco (g)	1779,88	3100,2
Contenido de Humedad (%)	11,7	13,8

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	105	-	232,23	73,34	-
0,050	500	192	-	423,09	133,62	-
0,080	750	331	-	729,29	230,32	-
0,100	1000	437	437,2	963,75	304,37	30,4
0,150	1250	702	-	1547,14	488,61	-
0,200	1500	870	869,8	1917,62	605,62	40,4
0,250	1700	1003	-	2211,21	698,34	-
0,300	1900	1110	-	2448,17	773,18	-
0,400	2300	1229	-	2708,95	855,54	-
0,500	2600	1271	-	2801,13	884,65	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5681
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,000
Altura inicial (in)	4,618
Hinchamiento (in)	0,000
Expansion (%)	0,0

Porcentaje retenido en malla N° 4: 2,80

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

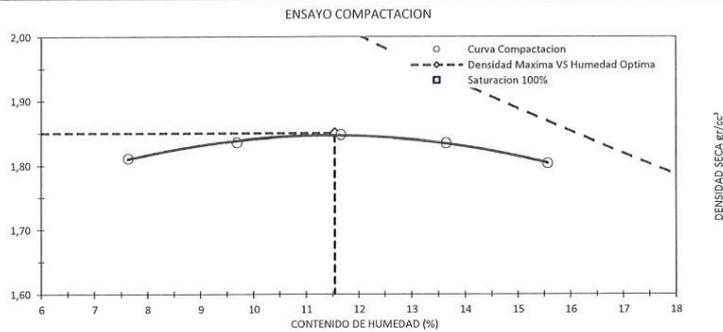
Revisado por: K. C. Callizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

5 de 5

Compactación							
Metodo de compactacion:	NTP 339.141	Metodo Usado:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input checked="" type="checkbox"/> C	Tamiz de separacion:	3/4 in.
Metodo de preparacion de la muestra:		Tipo de pison:		Masa molde:	3950 g	% Grava >3/4 in.:	0,00
Humeda:	<input type="checkbox"/>	Mecanico:	<input type="checkbox"/>	Volumen molde:	950 cm ³	G _s :	2,64
Seca (aire):	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual:	<input type="checkbox"/>				

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5802	5863	5910	5931	5930
Masa suelo húmedo compactado (g)	1852	1913	1960	1981	1980
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,95	2,01	2,06	2,09	2,08
Recipiente N°	1	2	6	3	7
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	505,7	504,7	501,5	509,8	510,0
Masa recipiente + suelo seco (g)	476,3	468,1	458,9	460,8	449,5
Masa recipiente (g)	91,5	90,8	93,8	101,7	60,7
Contenido de Humedad (%)	7,6	9,7	11,7	13,6	15,6
Densidad seca (g/cm ³)	1,81	1,84	1,85	1,83	1,80
Peso unitario seco (kN/m ³)	17,76	18,00	18,12	17,99	17,69



Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Callizaya V.

INFORME: ENSAYO LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELO NTP 339.129

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedesr99@gmail.com
		PSL No.:	723a

Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena + 3% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-4	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m³):	-	Fecha muestreo:	16/12/23
		ID Laboratorio:	M23-1539.2
		ID cliente:	-
		Presentación:	Sacos (02)
		Cantidad:	Aprox. 50kg
		Requisitos y/o especificaciones del solicitante	-
		Origen agregado:	-
		Forma agregado:	-
		Fecha recepción:	16/12/23

Descripción del suelo:			
Data del ítem del ensayo:			
Humedad de recepción (%)	Tamaño máximo de partícula	Retenido en tamiz No. 40 (%)	
Preparación del Espéccimen			
Húmeda	<input checked="" type="checkbox"/>	Lavado en tamiz No. 40	<input checked="" type="checkbox"/>
Secado al aire	<input type="checkbox"/>	Tamizado en seco en tamiz No. 40	<input type="checkbox"/>
Secado al horno	<input type="checkbox"/>	Mecánicamente por tamiz No. 40	<input type="checkbox"/>
		Mezclado en cápsula y partículas de ar	<input type="checkbox"/>
		Agua de mezcla:	<input checked="" type="checkbox"/>
		Destilada	<input type="checkbox"/>
		Desmineralizada	<input type="checkbox"/>
		Otra	<input type="checkbox"/>
Equipo Empleado			
Límite Plástico	<input checked="" type="checkbox"/>	Límite Líquido	<input checked="" type="checkbox"/>
Rolado manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipo manual	<input checked="" type="checkbox"/>
Dispositivo de rolado mecánico	<input type="checkbox"/>	Equipo motorizado	<input type="checkbox"/>
		Ranurador Casagrande/ASTM	<input type="checkbox"/>
		Metálico	<input type="checkbox"/>
		Plástico	<input checked="" type="checkbox"/>

Datos y resultado del ensayo			
Limite Líquido (LL)			
No. Tara	-	-	-
Masa muestra húmeda + tara (g)	-	-	-
Masa muestra seca + tara (g)	-	-	-
Masa tara (g)	-	-	-
Humedad (%)	-	-	-
Golpes	-	-	-
Limite Plástico (LP)			
Recipiente N°	-	-	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	-	-	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	-	-	-
Masa del recipiente (g)	-	-	-
Humedad (%)	-	-	-



Limite Líquido, LL: NP
 Limite Plástico, LP: NP
 Índice de Plasticidad, IP: NP
 Índice de Liquidez, IL:

Observaciones	
Ensayado por:	J. A.E. Janampa P.
Revisado por:	K. C. Callzaya V.

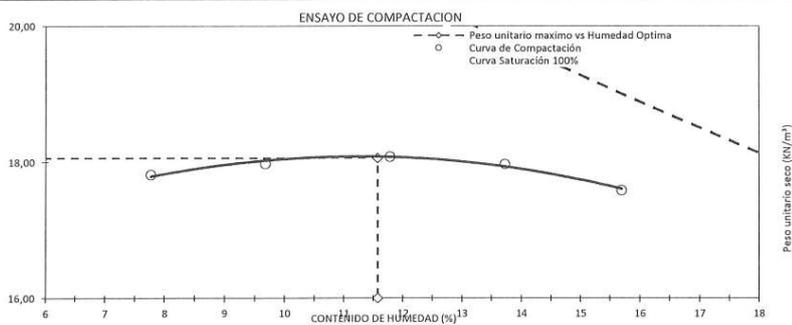
INFORME: ENSAYO COMPACTACION DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA NTP 339.141

Datos proporcionados por el solicitante			Datos del cliente:		
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua		Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.		Contacto:	Camila Paredes Rosas	
Ubicación:	Ilo - Moquegua		Teléfono:	-	
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra		Email:	cparedes99@gmail.com	
Datos del muestreo indicados por el solicitante			Datos de la muestra recibida		
Identificación:	Material Arena + 3% escombros	Progresiva:	-	ID Laboratorio:	M23-1539.2 Origen agregado -
Cantera:	-	Coordenadas:	-	ID cliente:	- Forma agregado -
Procedencia:	-	Elevación:	-	Presentación:	Sacos (02) Fecha recepción: 16/12/2023
No. de muestra:	M-4	Realizado por:	Camila Paredes	Cantidad:	Aprox. 50kg Requisitos y/o especificaciones del solicitante
Volumen (m ³):	-	Fecha muestreo:	16/12/2023		

Descripción de la muestra:

Método Usado:	<input checked="" type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	Corrección por sobretamaño NTP 339.251:	
Tipo de pisón:	Mecánico: <input type="checkbox"/>	Manual: <input checked="" type="checkbox"/>		% Partículas de sobretamaño P _c :	3,00
Método de preparación de la muestra:	Húmeda: <input checked="" type="checkbox"/>	Seca (aire): <input type="checkbox"/>		Gravedad específica aparente sólidos:	2,76
Tamiz de separación:	No. 4			Gravedad específica (Secado al horno) S _H :	2,76
Masa Molde (g):	3 950	Volumen Molde (cm ³):	950,05		

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5 810	5 860	5 908	5 930	5 921
Masa suelo húmedo compactado (g)	1 860	1 910	1 958	1 980	1 971
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,96	2,01	2,06	2,08	2,07
Recipiente N°	8	1	6	6	9
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	305,7	299,3	287,7	298,8	305,5
Masa recipiente + suelo seco (g)	286,3	276,7	261,2	267,2	269,0
Masa recipiente (g)	37,3	43,2	36,7	37,2	36,5
Contenido de Humedad (%)	7,8	9,7	11,8	13,7	15,7
Densidad seca (g/cm ³)	1,82	1,83	1,84	1,83	1,79
Peso unitario seco (kN/m ³)	17,81	17,98	18,08	17,97	17,58



Densidad máxima seca fracción fina (p _{maxF}) (g/cm ³)	1,84	Humedad óptima fracción fina (p _{maxF}) (%)	11,58
Densidad máxima seca máxima corregida (p _{maxc}) (g/cm ³)	1,86	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	11,32
Peso unitario fracción fina (p _{maxF}) (kN/m ³)	18,06	Humedad óptima fracción fina (p _{maxF}) (%)	11,58
Peso unitario máximo corregido (p _{maxc}) (kN/m ³)	18,24	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	11,32

Observaciones

Ensayado por: J. A. E. Janampa P. Revisado por: K. C. Callizaya V.

INFORME: ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS PARTICULAS DE UN SUELO NTP 339.131

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedesr99@gmail.com
		PSL No.:	723a
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena + 3% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-4	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m ³):	-	Fecha muestreo:	16/12/2023
ID Laboratorio:	M23-1539.2	Origen agregado:	-
ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Presentación:	Sacos (02)	Fecha recepción:	16/12/2023
Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	

Descripción de la muestra:

Gravedad específica NTP 400.021

Muestra:	>No. 4	> No. 4
Temperatura del agua de ensayo (°C)	-	-
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	-	-
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	-	-
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	-	-
Gravedad específica SH	-	-
Gravedad específica SSD	-	-
Gravedad específica Aparente	-	-
Absorción	-	-
Coefficiente de temperatura K	-	-

Gravedad específica del suelo usando un picnómetro con agua NTP 339.131

Método de prueba:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	Muestra:	< No. 4
Picnómetro N°				1
Temperatura de ensayo, (°C)				25,3
Densidad del agua a temperatura del ensayo (g/ml)				0,9970
Masa del picnómetro (g)				169,2
Volumen picnómetro (ml)				499,0
Masa del picnómetro + agua a temperatura de ensayo (g)				666,70
Masa del picnómetro + sólidos del suelo + agua a temperatura de ensayo (g)				705,35
Masa del picnómetro + sólidos del suelo (g)				727,17
Masa de los sólidos del suelo (g)				60,47
Gravedad específica aparente de los sólidos del suelo a 20°C				2,763
Coefficiente de temperatura K a temperatura de ensayo				0,999
Gravedad específica de sólido del suelo a 20°C				2,759
Material < malla No. 4 (%)				97,2
Material > malla No. 4 (%)				2,8
Gs material > malla No 4 a 20 °C				-
Gravedad específica aparente promedio del suelo a 20°C				2,763

Observaciones

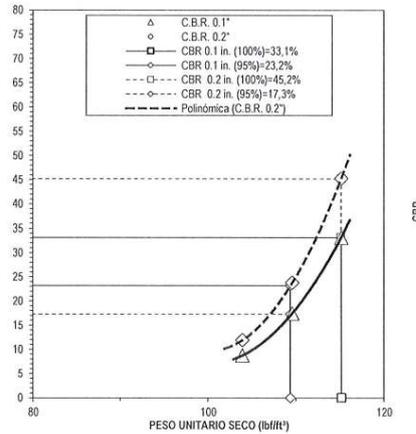
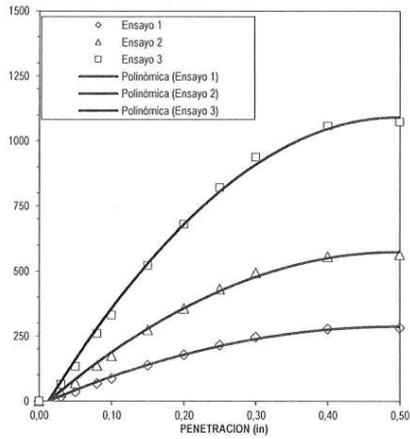
Ensayado por: J. A. E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedesr99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena + 3% escombros	ID Laboratorio:	M23-1539.2
Progresiva:	-	Origen agregado:	-
Cantera:	-	ID cliente:	-
Coordenadas:	-	Forma agregado:	-
Procedencia:	-	Presentación:	Sacos (02)
Elevación:	-	Fecha recepción:	16/12/23
No. de muestra:	M-4	Realizado por:	Camila Paredes
Realizado por:	Camila Paredes	Cantidad:	Aprox. 50kg
Volumen (m³):	-	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	-
Fecha muestreo:	16/12/23		

Descripción Muestra ASTM D2488:



VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA

Valor de Soporte al 100% Penetración 0.1 in. (%)

Valor de Soporte al 100% Penetración 0.2 in. (%)

Valor de Soporte al 95% Penetración 0.1 in. (%)

CBR

33,1

45,2

23,2

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

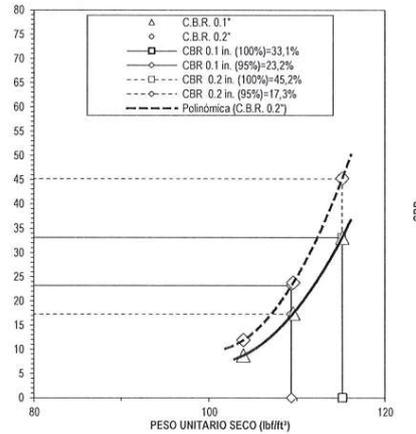
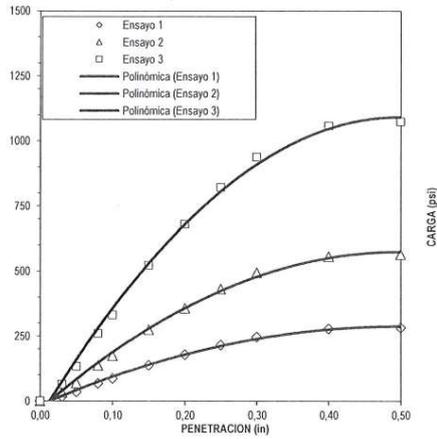
Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

1 de 5

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
		PSL No.:	723a
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena + 3% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-4	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m³):	-	Fecha muestreo:	16/12/23
		ID Laboratorio:	M23-1539.2
		ID cliente:	-
		Presentación:	Sacos (02)
		Fecha recepción:	16/12/23
		Cantidad:	Aprox. 50kg
		Requisitos y/o especificaciones del solicitante	

Descripción Muestra ASTM D2488:



VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA

Valor de Soporte al 100% Penetración 0.1 in. (%)

Valor de Soporte al 100% Penetración 0.2 in. (%)

Valor de Soporte al 95% Penetración 0.1 in. (%)

CBR

33,1

45,2

23,2

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Callizaya V.

Informe 4 de 4

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

3 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	114,87
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,84
			Humedad optima (%):	11,49

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 2

No. ensayo:	II	Volumen molde:	0,0749 ft ³	Altura del martillo:	18 in	Masa del martillo:	10 lb	Area piston:	20 cm ²	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	28									Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2120,41 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.					CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	25									CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7739 g										

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion	Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa del molde + suelo humedo (g)	11921,0	11985,0	Masa de tara + suelo humedo (g)	2453,0	4017,8
Masa del molde (g)	7739,0	7739,0	Masa de tara + suelo seco (g)	2234,4	3589,0
Masa del suelo humedo (g)	4182,0	4246,0	Masa del agua (g)	218,6	428,8
Volumen molde (cm ³)	2120,4	2120,41	Masa de tara (g)	465,52	488,80
Densidad humeda (g/cm ³)	1,97	2,00	Masa del suelo seco (g)	1768,88	3100,20
Densidad seca (g/cm ³)	1,76	1,76	Contenido de Humedad (%)	12,4	13,8
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	123,12	125,01			
Peso unitario seco (lb/ft ³)	109,58	109,82			
Porcentaje de compactacion (%)	95,4				

DATOS DE PENETRACION

DATOS DE EXPANSION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)	Sobrecarga (g)	5638
0,000	0	0	-	0	0,00	-	Lectura dial antes del ensayo	0,000
0,030	250	48	-	105,20	33,23	-	Lectura dial despues del ensayo	0,000
0,050	500	100	-	220,09	69,51	-	Altura inicial (in)	4,618
0,080	750	196	-	431,86	136,39	-	Hinchamiento (in)	0,000
0,100	1000	250	250,1	551,46	174,16	17,4	Expansion (%)	0,0
0,150	1250	394	-	869,57	274,63	-		
0,200	1500	513	513,1	1131,24	357,26	23,8		
0,250	1700	620	-	1367,75	431,96	-		
0,300	1900	709	-	1563,10	493,66	-		
0,400	2300	799	-	1761,82	556,42	-		
0,500	2600	811	-	1789,03	565,01	-		

Porcentaje retenido en malla N° 4: 2,80

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Callizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

4 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	114,87
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,84
			Humedad optima (%):	11,49

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 3

No. ensayo:	III	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	30	0,0748 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2119,43 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	56					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7670 g						

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion
Masa del molde + suelo humedo (g)	12024,0	12099,0
Masa del molde (g)	7670,0	7670,0
Masa del suelo humedo (g)	4354,0	4429,0
Volumen molde (cm ³)	2119,4	2119,43
Densidad humeda (g/cm ³)	2,05	2,09
Densidad seca (g/cm ³)	1,84	1,84
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	128,25	130,46
Peso unitario seco (lb/ft ³)	115,11	115,12
Porcentaje de compactacion (%)		100,2

Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa de tara + suelo humedo (g)	2216,2	2569,5
Masa de tara + suelo seco (g)	2019,8	2306,6
Masa del agua (g)	196,4	262,9
Masa de tara (g)	298,24	333,12
Masa del suelo seco (g)	1721,56	1973,48
Contenido de Humedad (%)	11,4	13,3

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	91	-	200,07	63,19	-
0,050	500	190	-	418,15	132,06	-
0,080	750	372	-	820,56	259,15	-
0,100	1000	475	475,2	1047,61	330,86	33,1
0,150	1250	749	-	1652,34	521,84	-
0,200	1500	975	974,9	2149,18	678,75	45,2
0,250	1700	1179	-	2598,79	820,74	-
0,300	1900	1347	-	2969,71	937,89	-
0,400	2300	1518	-	3347,41	1057,17	-
0,500	2600	1542	-	3399,11	1073,50	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5681
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,000
Altura inicial (in)	4,618
Hinchamiento (in)	0,000
Expansion (%)	0,0

Porcentaje retenido en malla N° 4: 2,80

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

5 de 5

Compactación

Metodo de compactación: NTP 339.141 Metodo Usado: A B C Tamiz de separación: 3/4 in.

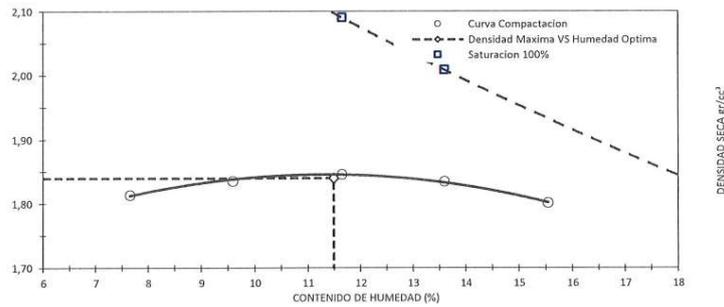
Metodo de preparación de la muestra: Tipo de pison: Masa molde: 3950 g % Grava >3/4 in.: 0,00

Humeda: Mecanico: Volumen molde: 950 cm³ G_c: 2,76

Seca (aire): Manual:

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5805	5861	5908	5930	5927
Masa suelo húmedo compactado (g)	1855	1911	1958	1980	1977
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,95	2,01	2,06	2,08	2,08
Recipiente N°	1	2	6	3	7
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	288,9	301,6	307,0	305,7	305,5
Masa recipiente + suelo seco (g)	271,0	278,5	278,7	273,7	272,4
Masa recipiente (g)	37,2	38,1	36,0	38,4	59,6
Contenido de Humedad (%)	7,7	9,6	11,7	13,6	15,5
Densidad seca (g/cm ³)	1,81	1,84	1,85	1,83	1,80
Peso unitario seco (kN/m ³)	17,79	18,00	18,10	17,99	17,66

ENSAYO COMPACTACION



Densidad Máxima (g/cm³) **1,84** Humedad Óptima (%) **11,49**

Observaciones

Ensayado por: J. A. E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELO NTP 339.129

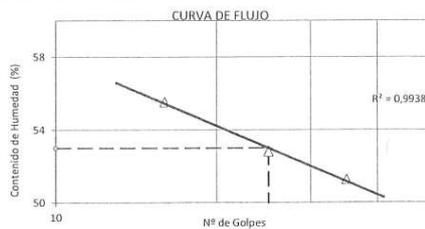
Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
		PSL No.:	723a

Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla + 7% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-5	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m³):	-	Fecha muestreo:	16/12/23
ID Laboratorio:	M23-1538.3	Origen agregado:	-
ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Presentación:	Sacos (02)	Fecha recepción:	16/12/23
Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	-

Descripción del suelo:			
Data del ítem del ensayo:			
Humedad de recepción (%)	Tamaño máximo de partícula	Retenido en tamiz No. 40 (%)	
Preparación del Espécimen			
Húmeda	<input checked="" type="checkbox"/>	Lavado en tamiz No. 40	<input checked="" type="checkbox"/>
Secado al aire	<input type="checkbox"/>	Tamizado en seco en tamiz No. 40	<input type="checkbox"/>
Secado al horno	<input type="checkbox"/>	Mecánicamente por tamiz No. 40	<input type="checkbox"/>
		Mezclado en cápsula y partículas de ar	<input type="checkbox"/>
Agua de mezcla:		Destilada	<input checked="" type="checkbox"/>
		Desmineralizada	<input type="checkbox"/>
		Otra	<input type="checkbox"/>

Equipo Empleado			
Límite Plástico		Límite Líquido	
Rolado manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipo manual	<input checked="" type="checkbox"/>
Dispositivo de rolado mecánico	<input type="checkbox"/>	Equipo motorizado	<input type="checkbox"/>
Ranurador Casagrande/ASTM		Metálico	<input type="checkbox"/>
		Plástico	<input checked="" type="checkbox"/>

Datos y resultado del ensayo					
Límite Líquido (LL)					
No. Tara	214	226	236	-	-
Masa muestra húmeda + tara (g)	38,41	37,39	39,45	-	-
Masa muestra seca + tara (g)	34,04	33,53	35,00	-	-
Masa tara (g)	26,17	26,22	26,32	-	-
Humedad (%)	55,53	52,80	51,27	-	-
Golpes	16	25	35	-	-
Límite Plástico (LP)					
Recipiente N°	243	246	-	-	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	21,21	22,04	-	-	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	19,60	20,12	-	-	-
Masa del recipiente (g)	13,29	12,69	-	-	-
Humedad (%)	25,52	25,84	-	-	-



Límite Líquido, LL: 53
 Límite Plástico, LP: 26
 Índice de Plasticidad, IP: 27
 Índice de Liquidez, IL:

Observaciones	
Ensayado por:	S. A. Mamani P.
Revisado por:	K. C. Callizaya V.

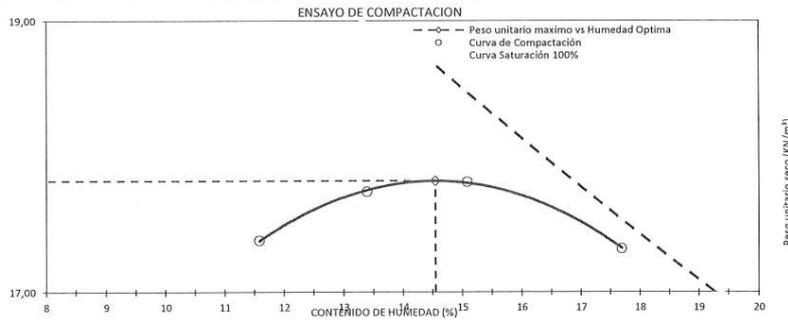
INFORME: ENSAYO COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA NTP 339.141

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla + 7% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-5	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m ³):	-	Fecha muestreo:	16/12/2023
ID Laboratorio:	M23-1538.3	Origen agregado:	-
ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Presentación:	Sacos (02)	Fecha recepción:	16/12/2023
Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	-
PSL No.:	723a		

Descripción de la muestra:

Método Usado:	<input checked="" type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	Corrección por sobretamaño NTP 339.251:	-
Tipo de pisón:	Mecánico: <input type="checkbox"/>	Manual: <input checked="" type="checkbox"/>	% Partículas de sobretamaño P _c :	13,00	
Método de preparación de la muestra:	Húmeda: <input checked="" type="checkbox"/>	Seca (aire): <input type="checkbox"/>	Gravedad específica aparente sólidos:	2,64	
Tamiz de separación:	No. 4	Gravedad específica (Secado al horno) SH:	2,41		
Masa Molde (g):	3 950	Volumen Molde (cm ³):	950,05		

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	-
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5 829	5 899	5 936	5 925	-
Masa suelo húmedo compactado (g)	1 879	1 949	1 986	1 975	-
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,98	2,05	2,09	2,08	-
Recipiente N°	8	1	6	6	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	172,9	184,4	223,7	163,4	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	159,3	167,2	199,5	144,3	-
Masa recipiente (g)	41,6	39,1	39,7	36,0	-
Contenido de Humedad (%)	11,6	13,4	15,1	17,7	-
Densidad seca (g/cm ³)	1,77	1,81	1,82	1,77	-
Peso unitario seco (kN/m ³)	17,38	17,74	17,81	17,32	-



Densidad máxima seca fracción fina (p _{maxF}) (g/cm ³)	1,82	Humedad óptima fracción fina (p _{maxF}) (%)	14,55
Densidad máxima seca máxima corregida (p _{maxc}) (g/cm ³)	1,88	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	12,97
Peso unitario fracción fina (p _{maxF}) (kN/m ³)	17,82	Humedad óptima fracción fina (p _{maxF}) (%)	14,55
Peso unitario máximo corregido (p _{maxc}) (kN/m ³)	18,44	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	12,97

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P. Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS PARTICULAS DE UN SUELO NTP 339.131

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla + 7% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	ID Laboratorio:	M23-1538.3
Procedencia:	-	Coordenadas:	-
No. de muestra:	M-5	ID cliente:	-
Volumen (m³)	-	Elevación:	-
		Realizado por:	Camila Paredes
		Presentación:	Sacos (02)
		Cantidad:	Aprox. 50kg
		Fecha muestreo:	16/12/2023
		PSL No.:	723a
		Origen agregado:	-
		Forma agregado:	-
		Fecha recepción:	16/12/2023
		Requisitos y/o especificaciones del solicitante	

Descripción de la muestra:

Gravedad específica NTP 400.021

Muestra:	>No. 4	> No. 4
Temperatura del agua de ensayo (°C)	23	23
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	3 201	3 201
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	3 306	3 306
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	1 976	1 976
Gravedad específica SH	2,407	2,407
Gravedad específica SSD	2,486	2,486
Gravedad específica Aparente	2,613	2,613
Absorción	3,3	3,3
Coefficiente de temperatura K	0,998	0,998

Gravedad específica del suelo usando un picnómetro con agua NTP 339.131

Método de prueba:	Muestra:	< No. 4
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B		
Picnómetro N°		1
Temperatura de ensayo, (°C)		25,6
Densidad del agua a temperatura del ensayo (g/ml)		0,9969
Masa del picnómetro (g)		198,9
Volumen picnómetro (ml)		499,3
Masa del picnómetro + agua a temperatura de ensayo (g)		696,63
Masa del picnómetro + sólidos del suelo + agua a temperatura de ensayo (g)		734,47
Masa del picnómetro + sólidos del suelo (g)		757,44
Masa de los sólidos del suelo (g)		60,81
Gravedad específica aparente de los sólidos del suelo a 20°C		2,639
Coefficiente de temperatura K a temperatura de ensayo		0,999
Gravedad específica de sólido del suelo a 20°C		2,636
Material < malla No. 4 (%)		87,3
Material > malla No. 4 (%)		12,7
Gs material > malla No 4 a 20 °C		2,608
Gravedad específica aparente promedio del suelo a 20°C		2,635

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P., Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS PARTICULAS DE UN SUELO NTP 339.131

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedesr99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla + 7% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-5	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m³)	-	Fecha muestreo:	16/12/2023
ID Laboratorio:	M23-1538.3	Origen agregado:	-
ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Presentación:	Sacos (02)	Fecha recepción:	16/12/2023
Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	

Descripción de la muestra:

Gravedad específica NTP 400.021

Muestra:	>No. 4	> No. 4
Temperatura del agua de ensayo (°C)	23	23
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	3 201	3 201
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	3 306	3 306
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	1 976	1 976
Gravedad específica SH	2,407	2,407
Gravedad específica SSD	2,486	2,486
Gravedad específica Aparente	2,613	2,613
Absorción	3,3	3,3
Coefficiente de temperatura K	0,998	0,998

Gravedad específica del suelo usando un picnómetro con agua NTP 339.131

Método de prueba:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	Muestra:	< No. 4
Picnómetro N°				1
Temperatura de ensayo, (°C)				25,6
Densidad del agua a temperatura del ensayo (g/ml)				0,9969
Masa del picnómetro (g)				198,9
Volumen picnómetro (ml)				499,3
Masa del picnómetro + agua a temperatura de ensayo (g)				696,63
Masa del picnómetro + sólidos del suelo + agua a temperatura de ensayo (g)				734,47
Masa del picnómetro + sólidos del suelo (g)				757,44
Masa de los sólidos del suelo (g)				60,81
Gravedad específica aparente de los sólidos del suelo a 20°C				2,639
Coefficiente de temperatura K a temperatura de ensayo				0,999
Gravedad específica de sólido del suelo a 20°C				2,636
Material < malla No. 4 (%)				87,3
Material > malla No. 4 (%)				12,7
Gs material > malla No 4 a 20 °C				2,608
Gravedad específica aparente promedio del suelo a 20°C				2,635

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P. Revisado por: K. C. Calzaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	115,49
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,85
			Humedad optima (%):	13,65

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 1

No. ensayo:	1	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	11	0,0752 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2128,88 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	10					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7516 g						

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion
Masa del molde + suelo humedo (g)	11608,0	12089,0
Masa del molde (g)	7516,0	7516,0
Masa del suelo humedo (g)	4092,0	4573,0
Volumen molde (cm ³)	2128,9	2128,88
Densidad humeda (g/cm ³)	1,92	2,15
Densidad seca (g/cm ³)	1,69	1,68
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	120,00	134,10
Peso unitario seco (lb/ft ³)	105,64	104,93
Porcentaje de compactacion (%)	91,5	-

Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa de tara + suelo humedo (g)	2429,2	2440,8
Masa de tara + suelo seco (g)	2196,9	1970,6
Masa del agua (g)	232,3	470,2
Masa de tara (g)	487,60	279,52
Masa del suelo seco (g)	1709,30	1691,08
Contenido de Humedad (%)	13,6	27,8

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	20	-	44,95	14,20	-
0,050	500	37	-	80,93	25,56	-
0,080	750	59	-	130,38	41,18	-
0,100	1000	79	78,5	173,11	54,67	5,5
0,150	1250	110	-	242,80	76,68	-
0,200	1500	143	142,8	314,73	99,40	6,6
0,250	1700	165	-	364,18	115,02	-
0,300	1900	186	-	409,16	129,22	-
0,400	2300	225	-	496,83	156,91	-
0,500	2600	260	-	573,27	181,05	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5649
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,111
Altura inicial (in)	4,571
Hinchamiento (in)	0,111
Expansion (%)	2,4

Porcentaje retenido en malla N° 4: 12,74

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	115,49
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,85
			Humedad optima (%):	13,65

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 2

No. ensayo:	II	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	17	0,0750 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2124,27 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	25					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7591 g						

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion
Masa del molde + suelo humedo (g)	11836,0	12302,0
Masa del molde (g)	7591,0	7591,0
Masa del suelo humedo (g)	4245,0	4711,0
Volumen molde (cm ³)	2124,3	2124,27
Densidad humeda (g/cm ³)	2,00	2,22
Densidad seca (g/cm ³)	1,76	1,75
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	124,75	138,45
Peso unitario seco (lb/ft ³)	109,99	109,55
Porcentaje de compactacion (%)	95,2	

Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa de tara + suelo humedo (g)	2401,7	2464,0
Masa de tara + suelo seco (g)	2175,2	2008,0
Masa del agua (g)	226,5	456
Masa de tara (g)	487,60	279,52
Masa del suelo seco (g)	1687,60	1728,48
Contenido de Humedad (%)	13,4	26,4

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	43	-	94,42	29,82	-
0,050	500	63	-	139,38	44,02	-
0,080	750	96	-	211,31	66,74	-
0,100	1000	118	118,3	260,78	82,36	8,2
0,150	1250	172	-	379,92	119,99	-
0,200	1500	217	217,2	478,84	151,23	10,1
0,250	1700	256	-	564,27	178,21	-
0,300	1900	295	-	649,70	205,19	-
0,400	2300	355	-	782,33	247,07	-
0,500	2600	407	-	896,99	283,29	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5633
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,105
Altura inicial (in)	4,618
Hinchamiento (in)	0,105
Expansion (%)	2,3

Porcentaje retenido en malla N° 4: 12,74

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

4 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	115,49
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,85
			Humedad optima (%)	13,65

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 3

No. ensayo:	III	Volumen molde:	0,0755 ft ³	Altura del martillo:	18 in	Masa del martillo:	10 lb	Area piston:	20 cm ²	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	22		2136,92 cm ³		46 cm		5 Kg		3 in.	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5									CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	56									CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7670 g										

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion
Masa del molde + suelo humedo (g)	12159,0	12627,0
Masa del molde (g)	7670,0	7670,0
Masa del suelo humedo (g)	4489,0	4957,0
Volumen molde (cm ³)	2136,9	2136,92
Densidad humeda (g/cm ³)	2,10	2,32
Densidad seca (g/cm ³)	1,85	1,85
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	131,14	144,81
Peso unitario seco (lb/ft ³)	115,55	115,24
Porcentaje de compactacion (%)		100,1

Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa de tara + suelo humedo (g)	2481,7	4050,6
Masa de tara + suelo seco (g)	2244,5	3287,1
Masa del agua (g)	237,2	763,5
Masa de tara (g)	486,24	312,4
Masa del suelo seco (g)	1758,26	2974,7
Contenido de Humedad (%)	13,5	25,7

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	61	-	134,88	42,60	-
0,050	500	99	-	218,06	68,87	-
0,080	750	155	-	341,72	107,92	-
0,100	1000	192	191,7	422,65	133,48	13,3
0,150	1250	265	-	584,51	184,60	-
0,200	1500	340	339,6	748,62	236,43	15,8
0,250	1700	398	-	876,76	276,90	-
0,300	1900	444	-	977,93	308,85	-
0,400	2300	533	-	1175,75	371,32	-
0,500	2600	604	-	1330,86	420,31	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5697
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,103
Altura inicial (in)	4,618
Hinchamiento (in)	0,103
Expansion (%)	2,2

Porcentaje retenido en malla N° 4: 12,74

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

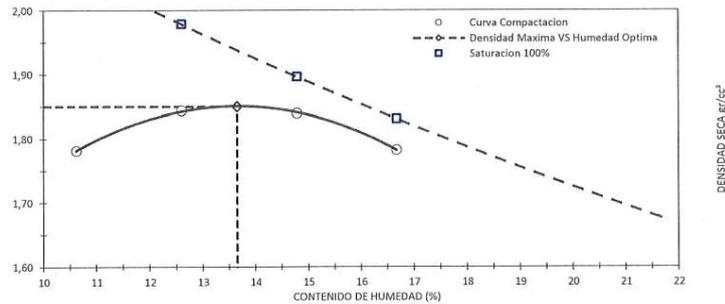
INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

5 de 5

Compactación	
Metodo de compactacion:	NTP 339.141
Metodo Usado:	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> C
Metodo de preparacion de la muestra:	Tipo de pison:
Humeda:	<input type="checkbox"/> Mecanico Masa molde: 3950 g
Seca (aire):	<input checked="" type="checkbox"/> Manual: <input type="checkbox"/>
	Volumen molde: 950 cm ³
	Tamiz de separacion: 3/4 in.
	% Grava >3/4 in.: 0,00
	G _s : 2,64

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5822	5922	5956	5926
Masa suelo húmedo compactado (g)	1872	1972	2006	1976
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,97	2,08	2,11	2,08
Recipiente N°	1	2	6	3
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	171,8	183,3	222,6	162,9
Masa recipiente + suelo seco (g)	159,2	167,1	198,9	144,6
Masa recipiente (g)	40,7	39,2	38,7	34,5
Contenido de Humedad (%)	10,6	12,6	14,8	16,7
Densidad seca (g/cm ³)	1,78	1,84	1,84	1,78
Peso unitario seco (kN/m ³)	17,47	18,08	18,04	17,48

ENSAYO COMPACTACION



Densidad Máxima (g/cm³) 1,85 Humedad Optima (%) 13,65

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELO NTP 339.129

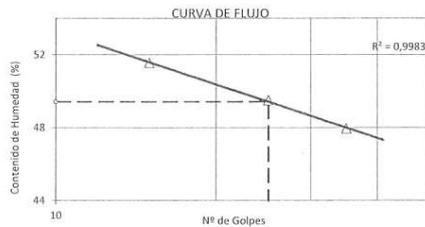
Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedesr99@gmail.com
		PSL No.:	723a

Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla + 15% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	ID Laboratorio:	M23-1538.4
Procedencia:	-	Coordenadas:	-
No. de muestra:	M-6	ID cliente:	-
Volumen (m ³):	-	Elevación:	-
		Presentación:	Sacos (02)
		Realizado por:	Camila Paredes
		Cantidad:	Aprox. 50kg
		Fecha muestreo:	16/12/23
			Requisitos y/o especificaciones del solicitante

Descripción del suelo:			
Data del ítem del ensayo:			
Humedad de recepción (%)	Tamaño máximo de partícula	Retenido en tamiz No. 40 (%)	
Preparación del Espéctimen			
Húmeda	<input checked="" type="checkbox"/>	Lavado en tamiz No. 40	<input checked="" type="checkbox"/>
Secado al aire	<input type="checkbox"/>	Tamizado en seco en tamiz No. 40	<input type="checkbox"/>
Secado al horno	<input type="checkbox"/>	Mecánicamente por tamiz No. 40	<input type="checkbox"/>
		Mezclado en cápsula y partículas de ar	<input type="checkbox"/>
		Agua de mezcla:	<input type="checkbox"/>
		Destilada	<input checked="" type="checkbox"/>
		Desmineralizada	<input type="checkbox"/>
		Otra	<input type="checkbox"/>

Equipo Empleado			
Limite Plástico		Limite Líquido	
Rolado manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipo manual	<input checked="" type="checkbox"/>
Dispositivo de rolado mecánico	<input type="checkbox"/>	Equipo motorizado	<input type="checkbox"/>
		Ranurador Casagrande/ASTM	<input type="checkbox"/>
		Metálico	<input type="checkbox"/>
		Plástico	<input checked="" type="checkbox"/>

Datos y resultado del ensayo					
Limite Líquido (LL)					
No. Tara	209	221	231	-	-
Masa muestra húmeda + tara (g)	39,24	38,55	37,99	-	-
Masa muestra seca + tara (g)	34,75	34,55	33,91	-	-
Masa tara (g)	26,04	26,47	25,40	-	-
Humedad (%)	51,55	49,50	47,94	-	-
Golpes	15	25	35	-	-
Limite Plástico (LP)					
Recipiente N°	223	215	-	-	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	22,54	22,37	-	-	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	20,59	20,48	-	-	-
Masa del recipiente (g)	13,02	13,24	-	-	-
Humedad (%)	25,76	26,10	-	-	-



Limite Líquido, LL: 49
 Limite Plástico, LP: 26
 Índice de Plasticidad, IP: 23
 Índice de Liquidez, IL:

Observaciones	
Ensayado por:	S. A. Mamani P.
Revisado por:	K. C. Calizaya V.

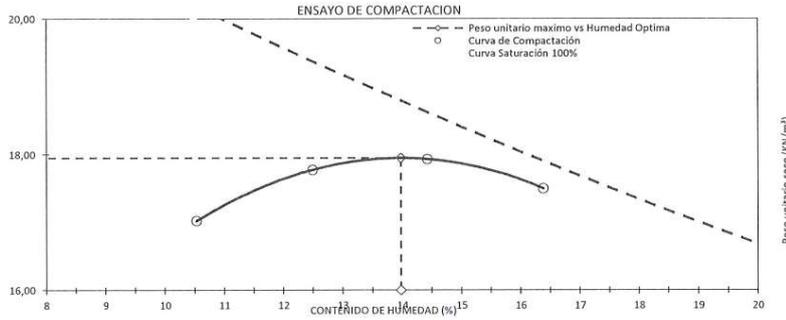
INFORME: ENSAYO COMPACTACION DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA NTP 339.141

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedesr99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla + 15% escorbros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-6	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m³):	-	Fecha muestreo:	16/12/2023
ID Laboratorio:	M23-1538.4	Origen agregado:	-
ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Presentación:	Sacos (02)	Fecha recepción:	16/12/2023
Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	

Descripción de la muestra:

Método Usado:	<input checked="" type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	Corrección por sobretamaño NTP 339.251:	
Tipo de pisón:	Mecánico:	<input type="checkbox"/>	Manual:	<input checked="" type="checkbox"/>	% Partículas de sobretamaño P _c : 18,00
Método de preparación de la muestra	Húmeda:	<input checked="" type="checkbox"/>	Seca (aire):	<input type="checkbox"/>	Gravedad específica aparente sólidos: 2,62
Tamiz de separación:	No. 4			Gravedad específica (Secado al horno) SH:	2,41
Masa Molde (g):	3 950	Volumen Molde (cm³):	950,05		

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	-
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5 773	5 887	5 938	5 923	-
Masa suelo húmedo compactado (g)	1 823	1 937	1 988	1 973	-
Densidad húmeda (g/cm³)	1,92	2,04	2,09	2,08	-
Recipiente N°	8	1	6	6	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	155,8	157,3	184,8	183,5	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	144,7	144,0	166,2	163,7	-
Masa recipiente (g)	39,3	38,0	37,2	43,1	-
Contenido de Humedad (%)	10,5	12,5	14,4	16,4	-
Densidad seca (g/cm³)	1,74	1,81	1,83	1,78	-
Peso unitario seco (kN/m³)	17,02	17,77	17,93	17,50	-



Densidad máxima seca fracción fina (p _{maxF}) (g/cm³)	1,83	Humedad óptima fracción fina (p _{maxF}) (%)	13,98
Densidad máxima seca máxima corregida (p _{maxc}) (g/cm³)	1,91	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	11,90
Peso unitario fracción fina (p _{maxF}) (kN/m³)	17,95	Humedad óptima fracción fina (p _{maxF}) (%)	13,98
Peso unitario máximo corregido (p _{maxc}) (kN/m³)	18,73	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	11,90

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P. Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS PARTICULAS DE UN SUELO NTP 339.131

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedesr99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		PSL No.:	723a
Datos de la muestra recibida			
Identificación:	Material Arcilla + 15% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	ID Laboratorio:	M23-1538.4
Procedencia:	-	ID cliente:	-
No. de muestra:	M-6	Presentación:	Sacos (02)
Volumen (m ³):	-	Cantidad:	Aprox. 50kg
		Realizado por:	Camila Paredes
		Fecha muestreo:	16/12/2023
			Requisitos y/o especificaciones del solicitante

Descripción de la muestra:

Gravedad específica NTP 400.021

Muestra:	>No. 4	> No. 4
Temperatura del agua de ensayo (°C)	23	23
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	3 211	3 211
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	3 301	3 301
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	1 970	1 970
Gravedad específica SH	2,412	2,412
Gravedad específica SSD	2,480	2,480
Gravedad específica Aparente	2,587	2,587
Absorción	2,8	2,8
Coefficiente de temperatura K	0,998	0,998

Gravedad específica del suelo usando un picnómetro con agua NTP 339.131

Método de prueba:	Muestra:	< No. 4
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B		
Picnómetro N°		1
Temperatura de ensayo, (°C)		25,6
Densidad del agua a temperatura del ensayo (g/ml)		0,9969
Masa del picnómetro (g)		198,9
Volumen picnómetro (ml)		499,3
Masa del picnómetro + agua a temperatura de ensayo (g)		696,63
Masa del picnómetro + sólidos del suelo + agua a temperatura de ensayo (g)		734,39
Masa del picnómetro + sólidos del suelo (g)		757,44
Masa de los sólidos del suelo (g)		60,81
Gravedad específica aparente de los sólidos del suelo a 20°C		2,630
Coefficiente de temperatura K a temperatura de ensayo		0,999
Gravedad específica de sólido del suelo a 20°C		2,626
Material < malla No. 4 (%)		81,7
Material > malla No. 4 (%)		18,3
Gs material > malla No 4 a 20 °C		2,583
Gravedad específica aparente promedio del suelo a 20°C		2,621

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

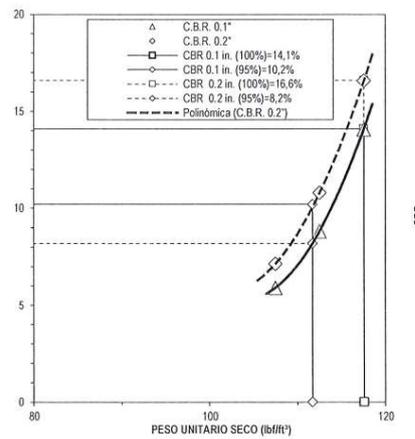
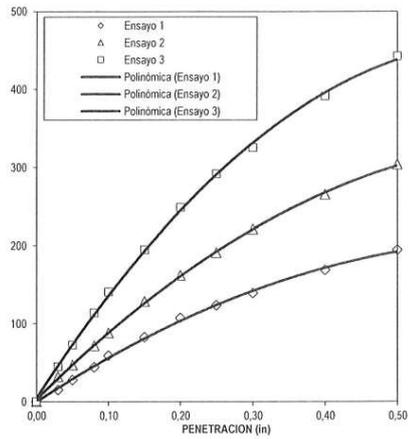
Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACION DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

1 de 5

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
		PSL No.:	723a
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arcilla + 15% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	ID Laboratorio:	M23-1538.4
Procedencia:	-	Coordenadas:	-
No. de muestra:	M-6	Elevación:	-
Volumen (m³):	-	Realizado por:	Camila Paredes
		Fecha muestreo:	16/12/23
		Cantidad:	Aprox. 50kg
		Requisitos y/o especificaciones del solicitante	

Descripción Muestra ASTM D2488:



VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA

Valor de Soporte	CBR
Valor de Soporte al 100% Penetración 0.1 in. (%)	14,1
Valor de Soporte al 100% Penetración 0.2 in. (%)	16,6
Valor de Soporte al 95% Penetración 0.1 in. (%)	10,2

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Callzaya V.

Informe 4 de 4

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

2 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	117,36
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,88
			Humedad optima (%):	12,52

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 1

No. ensayo:	1	Volumen molde:	0,0752 ft ³	Altura del martillo:	18 in	Masa del martillo:	10 lb	Area piston:	20 cm ²	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	10									Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2128,88 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.					CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	10									CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7516 g										

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion	Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa del molde + suelo humedo (g)	11646,0	12088,0	Masa de tara + suelo humedo (g)	2500,6	2416,8
Masa del molde (g)	7516,0	7516,0	Masa de tara + suelo seco (g)	2273,0	1994,6
Masa del suelo humedo (g)	4130,0	4572,0	Masa del agua (g)	227,6	422,2
Volumen molde (cm ³)	2128,9	2128,88	Masa de tara (g)	487,60	279,52
Densidad humeda (g/cm ³)	1,94	2,15	Masa del suelo seco (g)	1785,40	1715,08
Densidad seca (g/cm ³)	1,72	1,72	Contenido de Humedad (%)	12,7	24,6
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	121,11	134,07			
Peso unitario seco (lb/ft ³)	107,42	107,59			
Porcentaje de compactacion (%)	91,5	-			

DATOS DE PENETRACION

DATOS DE EXPANSION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)	Sobrecarga (g)	5684
0,000	0	0	-	0	0,00	-	Lectura dial antes del ensayo	0,000
0,030	250	21	-	47,20	14,91	-	Lectura dial despues del ensayo	0,101
0,050	500	40	-	87,68	27,69	-	Altura inicial (in)	4,571
0,080	750	63	-	139,38	44,02	-	Hinchamiento (in)	0,101
0,100	1000	85	84,6	186,60	58,93	5,9	Expansion (%)	2,2
0,150	1250	118	-	260,78	82,36	-		
0,200	1500	154	154,0	339,47	107,21	7,1		
0,250	1700	177	-	391,17	123,54	-		
0,300	1900	200	-	440,62	139,15	-		
0,400	2300	243	-	535,04	168,98	-		
0,500	2600	279	-	615,97	194,54	-		

Porcentaje retenido en malla N° 4: 18,34

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

2 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	117,36
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,88
			Humedad optima (%):	12,52

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 1

No. ensayo:	1	Volumen molde:	0,0752 ft ³	Altura del martillo:	18 in	Masa del martillo:	10 lb	Area piston:	20 cm ²	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	10									Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2128,88 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.					CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	10									CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7516 g										

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion	Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa del molde + suelo humedo (g)	11646,0	12088,0	Masa de tara + suelo humedo (g)	2500,6	2416,8
Masa del molde (g)	7516,0	7516,0	Masa de tara + suelo seco (g)	2273,0	1994,6
Masa del suelo humedo (g)	4130,0	4572,0	Masa del agua (g)	227,6	422,2
Volumen molde (cm ³)	2128,9	2128,88	Masa de tara (g)	487,60	279,52
Densidad humeda (g/cm ³)	1,94	2,15	Masa del suelo seco (g)	1785,40	1715,08
Densidad seca (g/cm ³)	1,72	1,72	Contenido de Humedad (%)	12,7	24,6
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	121,11	134,07			
Peso unitario seco (lb/ft ³)	107,42	107,59			
Porcentaje de compactacion (%)	91,5	-			

DATOS DE PENETRACION

DATOS DE EXPANSION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)	Sobrecarga (g)	5684
0,000	0	0	-	0	0,00	-	Lectura dial antes del ensayo	0,000
0,030	250	21	-	47,20	14,91	-	Lectura dial despues del ensayo	0,101
0,050	500	40	-	87,68	27,69	-	Altura inicial (in)	4,571
0,080	750	63	-	139,38	44,02	-	Hinchamiento (in)	0,101
0,100	1000	85	84,6	186,60	58,93	5,9	Expansion (%)	2,2
0,150	1250	118	-	260,78	82,36	-		
0,200	1500	154	154,0	339,47	107,21	7,1		
0,250	1700	177	-	391,17	123,54	-		
0,300	1900	200	-	440,62	139,15	-		
0,400	2300	243	-	535,04	168,98	-		
0,500	2600	279	-	615,97	194,54	-		

Porcentaje retenido en malla N° 4: 18,34

Observaciones

Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

2 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	117,36
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,88
			Humedad optima (%):	12,52

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 1

No. ensayo:	1	Volumen molde:	0,0752 ft ³	Altura del martillo:	18 in	Masa del martillo:	10 lb	Area piston:	20 cm ²	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	10		2128,88 cm ³		46 cm		5 Kg		3 in.	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5									CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	10									CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7516 g										

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion
Masa del molde + suelo humedo (g)	11646,0	12088,0
Masa del molde (g)	7516,0	7516,0
Masa del suelo humedo (g)	4130,0	4572,0
Volumen molde (cm ³)	2128,9	2128,88
Densidad humeda (g/cm ³)	1,94	2,15
Densidad seca (g/cm ³)	1,72	1,72
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	121,11	134,07
Peso unitario seco (lb/ft ³)	107,42	107,59
Porcentaje de compactacion (%)	91,5	-

Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa de tara + suelo humedo (g)	2500,6	2416,8
Masa de tara + suelo seco (g)	2273,0	1994,6
Masa del agua (g)	227,6	422,2
Masa de tara (g)	487,60	279,52
Masa del suelo seco (g)	1785,40	1715,08
Contenido de Humedad (%)	12,7	24,6

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	21	-	47,20	14,91	-
0,050	500	40	-	87,68	27,69	-
0,080	750	63	-	139,38	44,02	-
0,100	1000	85	84,6	186,60	58,93	5,9
0,150	1250	118	-	260,78	82,36	-
0,200	1500	154	154,0	339,47	107,21	7,1
0,250	1700	177	-	391,17	123,54	-
0,300	1900	200	-	440,62	139,15	-
0,400	2300	243	-	535,04	168,98	-
0,500	2600	279	-	615,97	194,54	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5684
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,101
Altura inicial (in)	4,571
Hinchamiento (in)	0,101
Expansion (%)	2,2

Porcentaje retenido en malla N° 4: 18,34

Observaciones

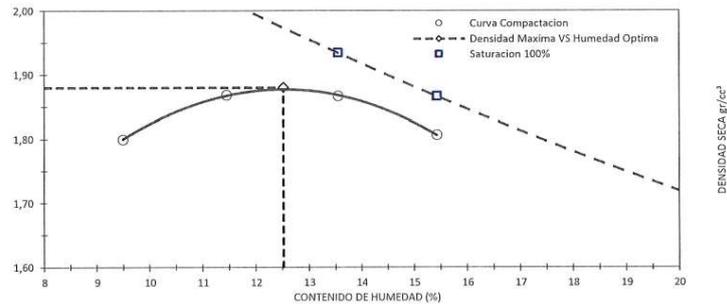
Ensayado por: S. A. Mamani P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

Compactación							
Metodo de compactacion:	NTP 339.141	Metodo Usado:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input checked="" type="checkbox"/> C	Tamiz de separacion:	3/4 in.
Metodo de preparacion de la muestra:		Tipo de pison:		Masa molde:	3950 g	% Grava >3/4 in. :	0,00
Humeda:	<input type="checkbox"/>	Mecanico:	<input type="checkbox"/>	Volumen molde:	950 cm ³	G _s :	2,62
Seca (aire):	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual:	<input type="checkbox"/>				

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	-
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5822	5928	5964	5931	-
Masa suelo húmedo compactado (g)	1872	1978	2014	1981	-
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,97	2,08	2,12	2,09	-
Recipiente N°	1	2	6	3	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	155,8	157,3	184,8	183,5	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	145,7	145,0	167,2	164,7	-
Masa recipiente (g)	39,3	38,0	37,2	43,1	-
Contenido de Humedad (%)	9,5	11,5	13,5	15,4	-
Densidad seca (g/cm ³)	1,80	1,87	1,87	1,81	-
Peso unitario seco (kN/m ³)	17,65	18,32	18,31	17,72	-

ENSAYO COMPACTACION



Densidad Máxima (g/cm³) 1,88 Humedad Optima (%) 12,52

Observaciones

Ensayado por: S. A. Marmani P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELO NTP 339.129

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedesr99@gmail.com
		PSL No.:	723a

Datos del muestreo indicados por el solicitante				Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena + 7% escombros	Progresiva:	-	ID Laboratorio:	M23-1539.3
Cantera:	-	Coordenadas:	-	ID cliente:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-	Presentación:	Sacos (02)
No. de muestra:	M-7	Realizado por:	Camila Paredes	Cantidad:	Aprox. 50kg
Volumen (m ³):	-	Fecha muestreo:	16/12/23		Requisitos y/o especificaciones del solicitante

Descripción del suelo:

Data del ítem del ensayo:

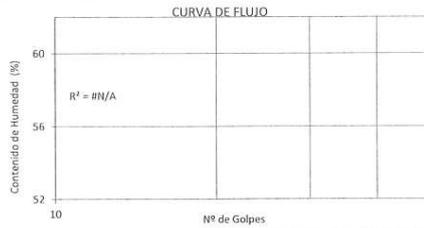
Humedad de recepción (%)	Tamaño máximo de partícula	Retenido en tamiz No. 40 (%)
Preparación del Espécimen		
Húmeda <input checked="" type="checkbox"/>	Lavado en tamiz No. 40 <input checked="" type="checkbox"/>	Agua de mezcla: <input checked="" type="checkbox"/>
Secado al aire <input type="checkbox"/>	Tamizado en seco en tamiz No. 40 <input type="checkbox"/>	Destilada <input checked="" type="checkbox"/>
Secado al horno <input type="checkbox"/>	Mecánicamente por tamiz No. 40 <input type="checkbox"/>	Desmineralizada <input type="checkbox"/>
	Mezclado en cápsula y partículas de ar <input type="checkbox"/>	Otra <input type="checkbox"/>

Equipo Empleado			
Límite Plástico	Límite Líquido	Ranurador Casagrande/ASTM	
Rotado manual <input checked="" type="checkbox"/>	Equipo manual <input checked="" type="checkbox"/>	Metálico <input type="checkbox"/>	
Dispositivo de rotado mecánico <input type="checkbox"/>	Equipo motorizado <input type="checkbox"/>	Plástico <input checked="" type="checkbox"/>	

Datos y resultado del ensayo

Límite Líquido (LL)					
No. Tara	-	-	-	-	-
Masa muestra húmeda + tara (g)	-	-	-	-	-
Masa muestra seca + tara (g)	-	-	-	-	-
Masa tara (g)	-	-	-	-	-
Humedad (%)	-	-	-	-	-
Golpes	-	-	-	-	-

Límite Plástico (LP)					
Recipiente N°	-	-	-	-	-
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	-	-	-	-	-
Masa recipiente + suelo seco (g)	-	-	-	-	-
Masa del recipiente (g)	-	-	-	-	-
Humedad (%)	-	-	-	-	-



Límite Líquido, LL: NP
 Límite Plástico, LP: NP
 Índice de Plasticidad, IP: NP
 Índice de Liquez, IL:

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

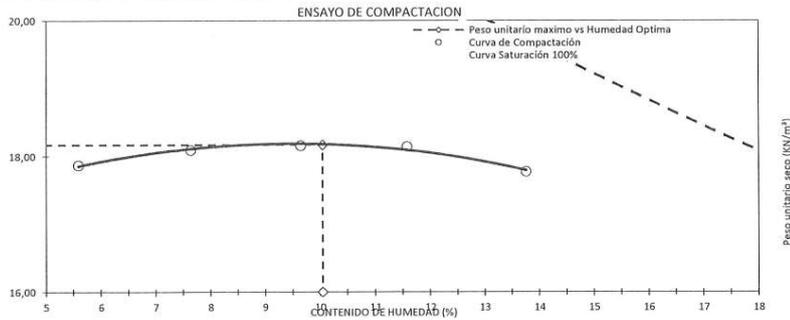
Revisado por: K. C. Callzaya V.

INFORME: ENSAYO COMPACTACION DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA NTP 339.141

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedesr99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena + 7% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-7	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m³):	-	Fecha muestreo:	16/12/2023
ID Laboratorio:	M23-1539.3	Origen agregado:	-
ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Presentación:	Sacos (D2)	Fecha recepción:	16/12/2023
Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	-

Descripción de la muestra:			
Método Usado:	<input checked="" type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C
Tipo de pisón:	Mecánico: <input type="checkbox"/>	Manual: <input checked="" type="checkbox"/>	Corrección por sobretamaño NTP 339.251:
Método de preparación de la muestra:	Húmeda: <input checked="" type="checkbox"/>	Seca (aire): <input type="checkbox"/>	% Partículas de sobretamaño P _c : 7,00
Tamiz de separación:	No. 4	Gravedad específica aparente sólidos:	2,76
Masa Molde (g):	3 950	Volumen Molde (cm³):	950,05
		Gravedad específica (Secado al horno) SH:	2,43

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5 778	5 837	5 879	5 911	5 909
Masa suelo húmedo compactado (g)	1 828	1 887	1 929	1 961	1 959
Densidad húmeda (g/cm³)	1,92	1,99	2,03	2,06	2,06
Recipiente N°	8	1	6	6	9
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	463,8	409,0	456,4	458,1	410,1
Masa recipiente + suelo seco (g)	442,8	382,7	419,5	414,5	365,0
Masa recipiente (g)	67,3	37,3	37,2	38,0	37,2
Contenido de Humedad (%)	5,6	7,6	9,6	11,6	13,8
Densidad seca (g/cm³)	1,82	1,85	1,85	1,85	1,81
Peso unitario seco (kN/m³)	17,87	18,10	18,16	18,14	17,78



Densidad máxima seca fracción fina (p _{maxF}) (g/cm³)	1,85	Humedad óptima fracción fina (p _{maxF}) (%)	10,05
Densidad máxima seca máxima corregida (p _{maxc}) (g/cm³)	1,88	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	9,52
Peso unitario fracción fina (p _{maxF}) (kN/m³)	18,17	Humedad óptima fracción fina (p _{maxF}) (%)	10,05
Peso unitario máximo corregido (p _{maxc}) (kN/m³)	18,44	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	9,52

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P. Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO NTP 339.131

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena + 7% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-7	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m³)	-	Fecha muestreo:	16/12/2023
ID Laboratorio:	M23-1539.3	Origen agregado:	-
ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Presentación:	Sacos (02)	Fecha recepción:	16/12/2023
Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	

Descripción de la muestra:

Gravedad específica NTP 400.021

Muestra:	>No. 4	> No. 4
Temperatura del agua de ensayo (°C)	23	23
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	3 121	3 121
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	3 211	3 211
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	1 927	1 927
Gravedad específica SH	2,431	2,431
Gravedad específica SSD	2,501	2,501
Gravedad específica Aparente	2,614	2,614
Absorción	2,9	2,9
Coefficiente de temperatura K	0,998	0,998

Gravedad específica del suelo usando un picnómetro con agua NTP 339.131

Método de prueba:	Muestra:	< No. 4
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B		
Picnómetro N°		1
Temperatura de ensayo, (°C)		25,7
Densidad del agua a temperatura del ensayo (g/ml)		0,9969
Masa del picnómetro (g)		169,2
Volumen picnómetro (ml)		499,0
Masa del picnómetro + agua a temperatura de ensayo (g)		666,65
Masa del picnómetro + sólidos del suelo + agua a temperatura de ensayo (g)		705,45
Masa del picnómetro + sólidos del suelo (g)		727,21
Masa de los sólidos del suelo (g)		60,56
Gravedad específica aparente de los sólidos del suelo a 20°C		2,775
Coefficiente de temperatura K a temperatura de ensayo		0,999
Gravedad específica de sólido del suelo a 20°C		2,771
Material < malla No. 4 (%)		92,5
Material > malla No. 4 (%)		7,5
G _s material > malla No 4 a 20 °C		2,609
Gravedad específica aparente promedio del suelo a 20°C.		2,761

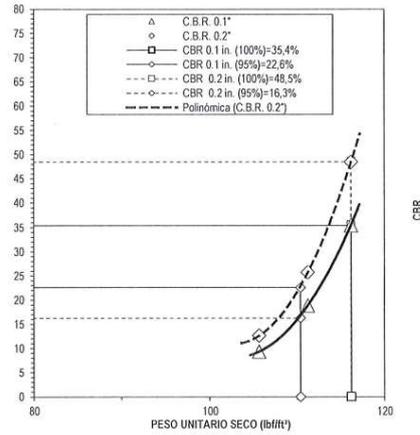
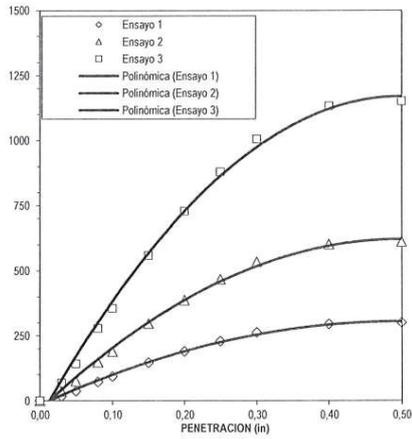
Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Callzaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena + 7% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-7	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m³):	-	Fecha muestreo:	16/12/23
Descripción Muestra ASTM D2488:		ID Laboratorio:	M23-1539.3
		Origen agregado:	-
		ID cliente:	-
		Forma agregado:	-
		Presentación:	Sacos (02)
		Fecha recepción:	16/12/23
		Cantidad:	Aprox. 50kg
		Requisitos y/o especificaciones del solicitante	



VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA	CBR
Valor de Soporte al 100% Penetración 0.1 in. (%)	35,4
Valor de Soporte al 100% Penetración 0.2 in. (%)	48,5
Valor de Soporte al 95% Penetración 0.1 in. (%)	22,6

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calzaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

2 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	116,12
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,86
			Humedad optima (%)	10,01

DATOS DE COMPACTACION

		Ensayo 1				
No. ensayo:	1	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):
No. de Molde:	8	0,0749 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:
No. de capas:	5	2119,66 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado: <input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	10					CBR no Saturado: <input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7955 g					

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion	Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa del molde + suelo humedo (g)	11952,0	12011,0	Masa de tara + suelo humedo (g)	2453,0	4017,8
Masa del molde (g)	7955,0	7955,0	Masa de tara + suelo seco (g)	2248,8	3589,0
Masa del suelo humedo (g)	3997,0	4056,0	Masa del agua (g)	204,2	428,8
Volumen molde (cm ³)	2119,7	2119,66	Masa de tara (g)	465,52	488,80
Densidad humeda (g/cm ³)	1,89	1,91	Masa del suelo seco (g)	1783,28	3100,20
Densidad seca (g/cm ³)	1,69	1,68	Contenido de Humedad (%)	11,5	13,8
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	117,72	119,46			
Peso unitario seco (lb/ft ³)	105,62	104,94			
Porcentaje de compactacion (%)	91,0	-			

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)	DATOS DE EXPANSION	
0,000	0	0	-	0	0,00	-	Sobrecarga (g)	5637
0,030	250	24	-	53,95	17,04	-	Lectura dial antes del ensayo	0,000
0,050	500	53	-	116,91	36,92	-	Lectura dial despues del ensayo	0,000
0,080	750	104	-	229,30	72,42	-	Altura inicial (in)	4,571
0,100	1000	134	133,6	294,49	93,01	9,3	Hinchamiento (in)	0,000
0,150	1250	209	-	460,85	145,55	-	Expansion (%)	0,0
0,200	1500	272	272,3	600,23	189,56	12,6		
0,250	1700	328	-	723,89	228,62	-		
0,300	1900	376	-	829,56	261,99	-		
0,400	2300	423	-	932,95	294,64	-		
0,500	2600	430	-	948,69	299,61	-		

Porcentaje retenido en malla N° 4: 7,48

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

3 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	116,12
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,86
			Humedad optima (%)	10,01

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 2

No. ensayo:	II	Volumen molde:	0,0751 ft ³	Altura del martillo:	18 in	Masa del martillo:	10 lb	Area piston:	20 cm ²	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	16									Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2127,92 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.					CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	25									CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7510 g										

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion	Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa del molde + suelo humedo (g)	11769,0	11799,0	Masa de tara + suelo humedo (g)	2453,0	4017,8
Masa del molde (g)	7510,0	7510,0	Masa de tara + suelo seco (g)	2234,4	3589,0
Masa del suelo humedo (g)	4259,0	4289,0	Masa del agua (g)	218,6	428,8
Volumen molde (cm ³)	2127,9	2127,92	Masa de tara (g)	465,52	488,80
Densidad humeda (g/cm ³)	2,00	2,02	Masa del suelo seco (g)	1768,88	3100,20
Densidad seca (g/cm ³)	1,78	1,77	Contenido de Humedad (%)	12,4	13,8
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	124,95	125,83			
Peso unitario seco (lb/ft ³)	111,21	110,54			
Porcentaje de compactacion (%)	95,8				

DATOS DE PENETRACION

DATOS DE EXPANSION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)	Sobrecarga (g)	5638
0,000	0	0	-	0	0,00	-	Lectura dial antes del ensayo	0,000
0,030	250	52	-	114,66	36,21	-	Lectura dial despues del ensayo	0,000
0,050	500	108	-	238,30	75,26	-	Altura inicial (in)	4,618
0,080	750	212	-	467,60	147,68	-	Hinchamiento (in)	0,000
0,100	1000	270	270,2	595,73	188,14	18,8	Expansion (%)	0,0
0,150	1250	426	-	939,70	296,77	-		
0,200	1500	555	554,7	1222,97	386,24	25,7		
0,250	1700	671	-	1479,24	467,17	-		
0,300	1900	767	-	1690,57	533,91	-		
0,400	2300	865	-	1906,38	602,07	-		
0,500	2600	878	-	1935,61	611,30	-		

Porcentaje retenido en malla N° 4: 7,48

Observaciones

Ensayado por: J. A. E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

4 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	116,12
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,86
			Humedad optima (%)	10,01

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 3

No. ensayo:	III	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	20	0,0751 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2126,09 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	56					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7646 g						

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion	Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa del molde + suelo humedo (g)	12054,0	12127,0	Masa de tara + suelo humedo (g)	2216,2	2569,5
Masa del molde (g)	7646,0	7646,0	Masa de tara + suelo seco (g)	2019,8	2305,6
Masa del suelo humedo (g)	4408,0	4481,0	Masa del agua (g)	196,4	262,9
Volumen molde (cm ³)	2126,1	2126,09	Masa de tara (g)	298,24	333,12
Densidad humeda (g/cm ³)	2,07	2,11	Masa del suelo seco (g)	1721,56	1973,48
Densidad seca (g/cm ³)	1,86	1,86	Contenido de Humedad (%)	11,4	13,3
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	129,43	131,57			
Peso unitario seco (lb/ft ³)	116,18	116,11			
Porcentaje de compactacion (%)	100,1				

DATOS DE PENETRACION

DATOS DE EXPANSION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)	Sobrecarga (g)	5681
0,000	0	0	-	0	0,00	-	Lectura dial antes del ensayo	0,000
0,030	250	97	-	213,56	67,45	-	Lectura dial despues del ensayo	0,000
0,050	500	203	-	447,36	141,29	-	Altura inicial (in)	4,618
0,080	750	399	-	879,01	277,61	-	Hinchamiento (in)	0,000
0,100	1000	509	508,8	1121,80	354,28	35,4	Expansion (%)	0,0
0,150	1250	803	-	1769,25	558,76	-		
0,200	1500	1044	1044,2	2302,04	727,03	48,5		
0,250	1700	1262	-	2783,14	878,97	-		
0,300	1900	1443	-	3181,05	1004,63	-		
0,400	2300	1625	-	3583,46	1131,72	-		
0,500	2600	1652	-	3641,90	1150,18	-		

Porcentaje retenido en malla N° 4: 7,48

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

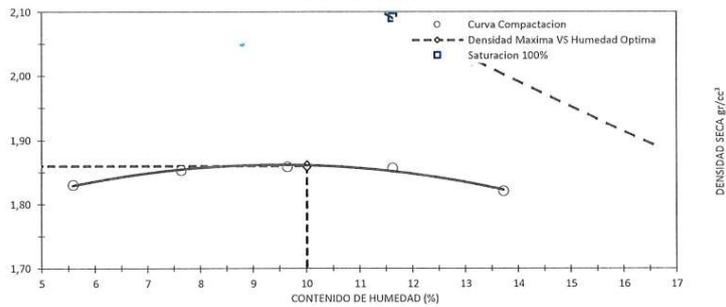
5 de 5

Compactación

Metodo de compactacion:	NTP 339.141	Metodo Usado:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input checked="" type="checkbox"/> C	Tamiz de separacion:	3/4 in.
Metodo de preparacion de la muestra:		Tipo de pison:				% Grava >3/4 in.:	0,00
Humeda:	<input type="checkbox"/>	Mecanico:	<input type="checkbox"/>			Volumen molde:	950 cm ³
Seca (aire):	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual:	<input type="checkbox"/>			G _c :	2,76

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5786	5845	5886	5919	5917
Masa suelo húmedo compactado (g)	1836	1895	1936	1969	1967
Densidad humeda (g/cm ³)	1,93	1,99	2,04	2,07	2,07
Recipiente N°	1	2	6	3	7
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	463,7	409,0	456,4	458,1	410,1
Masa recipiente + suelo seco (g)	442,8	382,7	419,5	414,4	365,1
Masa recipiente (g)	67,3	37,3	37,1	38,1	37,1
Contenido de Humedad (%)	5,6	7,6	9,6	11,6	13,7
Densidad seca (g/cm ³)	1,83	1,85	1,86	1,86	1,82
Peso unitario seco (kN/m ³)	17,95	18,17	18,23	18,21	17,85

ENSAYO COMPACTACION



Densidad Máxima (g/cm³) 1,86 Humedad Optima (%) 10,01

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

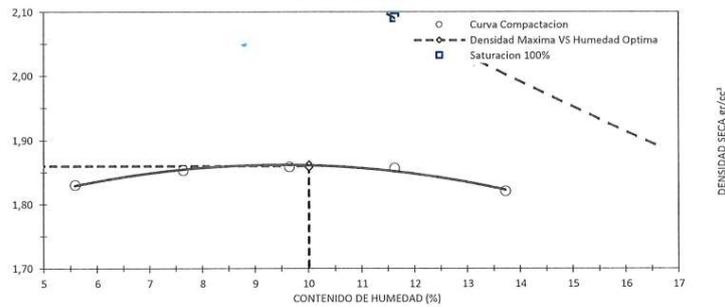
INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

5 de 5

Compactación							
Metodo de compactación:	NTP 339.141	Metodo Usado:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input checked="" type="checkbox"/> C	Tamiz de separación:	3/4 in.
Metodo de preparación de la muestra:		Tipo de pison:		Masa molde:	3950 g	% Grava >3/4 in.:	0,00
Humeda:	<input type="checkbox"/>	Mecanico:	<input type="checkbox"/>	Volumen molde:	950 cm ³	G _s :	2,76
Seca (aire):	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual:	<input type="checkbox"/>				

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5786	5845	5886	5919	5917
Masa suelo húmedo compactado (g)	1836	1895	1936	1969	1967
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,93	1,99	2,04	2,07	2,07
Recipiente N°	1	2	6	3	7
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	463,7	409,0	456,4	458,1	410,1
Masa recipiente + suelo seco (g)	442,8	382,7	419,5	414,4	365,1
Masa recipiente (g)	67,3	37,3	37,1	38,1	37,1
Contenido de Humedad (%)	5,6	7,6	9,6	11,6	13,7
Densidad seca (g/cm ³)	1,83	1,85	1,86	1,86	1,82
Peso unitario seco (kN/m ³)	17,95	18,17	18,23	18,21	17,85

ENSAYO COMPACTACION



Densidad Máxima (g/cm ³)	1,86	Humedad Óptima (%)	10,01
--------------------------------------	------	--------------------	-------

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

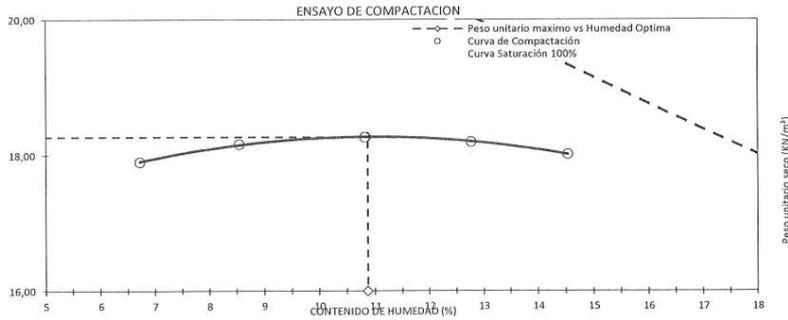
INFORME: ENSAYO COMPACTACION DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA NTP 339.141

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena + 15% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-8	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m³):	-	Fecha muestreo:	16/12/2023
ID Laboratorio:	M23-1539.4	Origen agregado:	-
ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Presentación:	Sacos (02)	Fecha recepción:	16/12/2023
Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	-

Descripción de la muestra:

Método Usado:	<input checked="" type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	Corrección por sobretamaño NTP 339.251:	-
Tipo de pisón:	Mecánico: <input type="checkbox"/>	Manual: <input checked="" type="checkbox"/>	% Partículas de sobretamaño P _c :	8,00	
Método de preparación de la muestra:	Húmeda: <input checked="" type="checkbox"/>	Seca (aire): <input type="checkbox"/>	Gravedad específica aparente sólidos:	2,75	
Tamiz de separación:	No. 4	Gravedad específica (Secado al horno) SH:	2,42		
Masa Molde (g):	3 950	Volumen Molde (cm³):	950,05		

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5 801	5 860	5 911	5 938	5 949
Masa suelo húmedo compactado (g)	1 851	1 910	1 961	1 988	1 999
Densidad húmeda (g/cm³)	1,95	2,01	2,06	2,09	2,10
Recipiente N°	8	1	6	6	9
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	463,8	273,5	440,2	459,2	320,9
Masa recipiente + suelo seco (g)	438,8	254,9	400,9	411,4	285,8
Masa recipiente (g)	67,3	37,6	37,6	37,6	44,4
Contenido de Humedad (%)	6,7	8,5	10,8	12,8	14,5
Densidad seca (g/cm³)	1,83	1,85	1,86	1,86	1,84
Peso unitario seco (kN/m³)	17,90	18,16	18,27	18,20	18,01



Densidad máxima seca fracción fina (p _{maxF}) (g/cm³)	1,86	Humedad óptima fracción fina (p _{maxF}) (%)	10,87
Densidad máxima seca máxima corregida (p _{maxc}) (g/cm³)	1,90	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	10,19
Peso unitario fracción fina (p _{maxF}) (kN/m³)	18,27	Humedad óptima fracción fina (p _{maxF}) (%)	10,87
Peso unitario máximo corregido (p _{maxc}) (kN/m³)	18,63	Humedad óptima corregida (p _{maxc}) (%)	10,19

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P. Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS PARTICULAS DE UN SUELO NTP 339.131

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	San Antonio - Mariscal Nieto - Moquegua	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedesr99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena + 15% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	Coordenadas:	-
Procedencia:	-	Elevación:	-
No. de muestra:	M-8	Realizado por:	Camila Paredes
Volumen (m ³):	-	Fecha muestreo:	16/12/2023
ID Laboratorio:	M23-1539.4	Origen agregado:	-
ID cliente:	-	Forma agregado:	-
Presentación:	Sacos (02)	Fecha recepción:	16/12/2023
Cantidad:	Aprox. 50kg	Requisitos y/o especificaciones del solicitante	

Descripción de la muestra:

Gravedad específica NTP 400.021

Muestra:	>No. 4	> No. 4
Temperatura del agua de ensayo (°C)	23	23
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	3 118	3 118
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	3 209	3 209
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	1 921	1 921
Gravedad específica SH	2,421	2,421
Gravedad específica SSD	2,491	2,491
Gravedad específica Aparente	2,605	2,605
Absorción	2,9	2,9
Coefficiente de temperatura K	0,998	0,998

Gravedad específica del suelo usando un picnómetro con agua NTP 339.131

Método de prueba:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	Muestra:	< No. 4
Picnómetro N°				1
Temperatura de ensayo, (°C)				25,7
Densidad del agua a temperatura del ensayo (g/ml)				0,9969
Masa del picnómetro (g)				169,2
Volumen picnómetro (ml)				499,0
Masa del picnómetro + agua a temperatura de ensayo (g)				666,65
Masa del picnómetro + sólidos del suelo + agua a temperatura de ensayo (g)				705,38
Masa del picnómetro + sólidos del suelo (g)				727,25
Masa de los sólidos del suelo (g)				60,60
Gravedad específica aparente de los sólidos del suelo a 20°C				2,762
Coefficiente de temperatura K a temperatura de ensayo				0,999
Gravedad específica de sólido del suelo a 20°C				2,759
Material < malla No. 4 (%)				92,0
Material > malla No. 4 (%)				8,1
G _s material > malla No 4 a 20 °C				2,600
Gravedad específica aparente promedio del suelo a 20°C				2,749

Observaciones

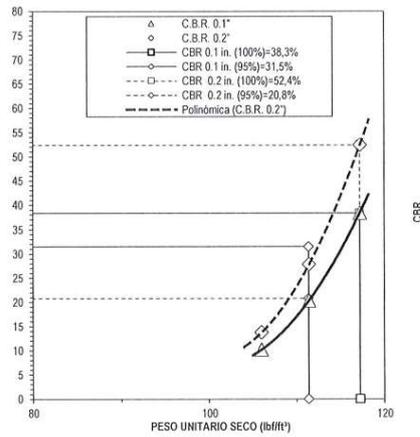
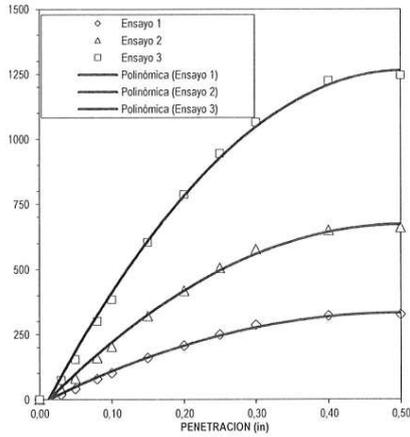
Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calzaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

1 de 5

Datos proporcionados por el solicitante		Datos del cliente:	
Proyecto No.:	-	Solicitante:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra
Proyecto:	Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de los suelos en la provincia de Ilo, 2024.	Contacto:	Camila Paredes Rosas
Ubicación:	Ilo - Moquegua	Teléfono:	-
Cliente indirecto:	Camila Fernanda Paredes Rosas - Alexandra Paola Espejo Vizcarra	Email:	cparedes99@gmail.com
Datos del muestreo indicados por el solicitante		Datos de la muestra recibida	
Identificación:	Material Arena + 15% escombros	Progresiva:	-
Cantera:	-	ID Laboratorio:	M23-1539.4
Procedencia:	-	Coordenadas:	-
No. de muestra:	M-8	ID cliente:	-
Volumen (m ³):	-	Elevación:	-
		Presentación:	Sacos (02)
		Realizado por:	Camila Paredes
		Cantidad:	Aprox. 50kg
		Fecha muestreo:	16/12/23
Descripción Muestra ASTM D2488:		Requisitos y/o especificaciones del solicitante	



VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA	CBR
Valor de Soporte al 100% Penetración 0.1 in. (%)	38,3
Valor de Soporte al 100% Penetración 0.2 in. (%)	52,4
Valor de Soporte al 95% Penetración 0.1 in. (%)	31,5

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Callzaya V.

Informe 4 de 4

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

3 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	116,74
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,87
			Humedad optima (%):	10,51

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 2

No. ensayo:	II	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	3	0,0746 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2112,36 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	25					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7796 g						

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion	Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa del molde + suelo humedo (g)	11959,0	12064,0	Masa de tara + suelo humedo (g)	2433,0	4017,8
Masa del molde (g)	7796,0	7796,0	Masa de tara + suelo seco (g)	2247,0	3589,0
Masa del suelo humedo (g)	4163,0	4268,0	Masa del agua (g)	186	428,8
Volumen molde (cm ³)	2112,4	2112,36	Masa de tara (g)	464,80	488,80
Densidad humeda (g/cm ³)	1,97	2,02	Masa del suelo seco (g)	1782,20	3100,20
Densidad seca (g/cm ³)	1,78	1,77	Contenido de Humedad (%)	10,4	13,8
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	123,03	126,14			
Peso unitario seco (lb/ft ³)	111,41	110,81			
Porcentaje de compactacion (%)	95,4				

DATOS DE PENETRACION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)
0,000	0	0	-	0	0,00	-
0,030	250	57	-	125,88	39,76	-
0,050	500	116	-	256,29	80,94	-
0,080	750	229	-	505,83	159,75	-
0,100	1000	292	291,6	642,96	203,06	20,3
0,150	1250	461	-	1016,13	320,91	-
0,200	1500	600	599,6	1321,87	417,47	27,8
0,250	1700	726	-	1600,64	505,51	-
0,300	1900	830	-	1829,95	577,93	-
0,400	2300	935	-	2061,50	651,06	-
0,500	2600	949	-	2092,98	661,00	-

DATOS DE EXPANSION

Sobrecarga (g)	5688
Lectura dial antes del ensayo	0,000
Lectura dial despues del ensayo	0,000
Altura inicial (in)	4,618
Hinchamiento (in)	0,000
Expansion (%)	0,0

Porcentaje retenido en malla N° 4: 8,05

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

INFORME: ENSAYO CBR RELACIÓN DE SOPORTE DE SUELO EN LABORATORIO NTP 339.145

4 de 5

DATOS DE LA MUESTRA

Metodo Proctor	ASTM D698	<input type="checkbox"/>	Peso unitario seco (lb/ft ³):	116,74
	ASTM D1557	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad maxima seca (g/cm ³):	1,87
			Humedad optima (%)	10,51

DATOS DE COMPACTACION

Ensayo 3

No. ensayo:	III	Volumen molde:	Altura del martillo:	Masa del martillo:	Area piston:	Tiempo saturacion (h):	96
No. de Molde:	25	0,0752 ft ³	18 in	10 lb	20 cm ²	Porcentaje de material reemplazado de 3/4:	0,00
No. de capas:	5	2128,65 cm ³	46 cm	5 Kg	3 in.	CBR Saturado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes por capa:	56					CBR no Saturado:	<input type="checkbox"/>
Masa Molde:	7698 g						

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Estado de la muestra	Sin saturacion	Con saturacion	Determinacion de la humedad	Del moldeado	Superior 1 pulg
Masa del molde + suelo humedo (g)	12109,0	12205,0	Masa de tara + suelo humedo (g)	2193,0	2569,5
Masa del molde (g)	7698,0	7698,0	Masa de tara + suelo seco (g)	2015,1	2306,6
Masa del suelo humedo (g)	4411,0	4507,0	Masa del agua (g)	177,9	262,9
Volumen molde (cm ³)	2128,7	2128,65	Masa de tara (g)	298,24	333,12
Densidad humeda (g/cm ³)	2,07	2,12	Masa del suelo seco (g)	1716,86	1973,48
Densidad seca (g/cm ³)	1,88	1,87	Contenido de Humedad (%)	10,4	13,3
Peso unitario humedo (lb/ft ³)	129,36	132,18			
Peso unitario seco (lb/ft ³)	117,22	116,64			
Porcentaje de compactacion (%)	100,4				

DATOS DE PENETRACION

DATOS DE EXPANSION

Penetracion (in)	Unidad de carga estandar (psi)	Carga Total (Kg)	Carga corregida (Kg)	Carga Total (lb)	Carga (psi)	CBR (%)	Sobrecarga (g)	5696
0,000	0	0	-	0	0,00	-	Lectura dial antes del ensayo	0,000
0,030	250	105	-	231,55	73,13	-	Lectura dial despues del ensayo	0,000
0,050	500	219	-	483,34	152,65	-	Altura inicial (in)	4,618
0,080	750	431	-	950,94	300,32	-	Hinchamiento (in)	0,000
0,100	1000	551	550,7	1213,98	383,40	38,3	Expansion (%)	0,0
0,150	1250	868	-	1913,13	604,20	-		
0,200	1500	1129	1128,8	2488,64	785,96	52,4		
0,250	1700	1356	-	2989,95	944,28	-		
0,300	1900	1530	-	3372,12	1064,98	-		
0,400	2300	1758	-	3875,70	1224,02	-		
0,500	2600	1787	-	3938,65	1243,90	-		

Porcentaje retenido en malla N° 4: 8,05

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

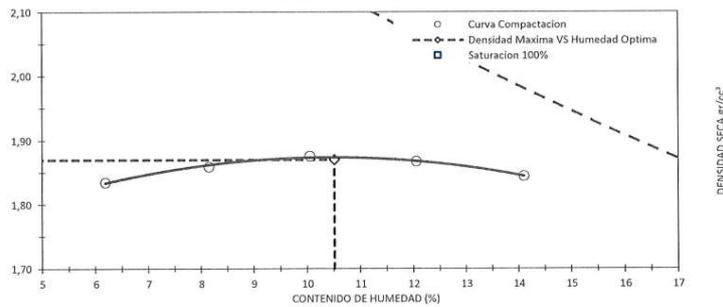
Revisado por: K. C. Calizaya V.

Compactación

Metodo de compactacion:	NTP 339.141	Metodo Usado:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input checked="" type="checkbox"/> C	Tamiz de separación:	3/4 in.	
Metodo de preparacion de la muestra:		Tipo de pison:			Masa molde:	3950 g	% Grava >3/4 in.:	0,00
Humeda:	<input type="checkbox"/>	Mecanico:	<input type="checkbox"/>		Volumen molde:	950 cm ³	G _c :	2,75
Seca (aire):	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual:	<input type="checkbox"/>					

Prueba No.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Masa Molde + Suelo Húmedo Compactado (g)	5801	5860	5911	5938	5949
Masa suelo húmedo compactado (g)	1851	1910	1961	1988	1999
Densidad humeda (g/cm ³)	1,95	2,01	2,06	2,09	2,10
Recipiente N°	1	2	6	3	7
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	462,1	272,5	438,7	458,3	319,5
Masa recipiente + suelo seco (g)	439,0	255,0	402,1	413,2	285,3
Masa recipiente (g)	65,1	39,1	38,8	39,5	43,1
Contenido de Humedad (%)	6,2	8,2	10,1	12,1	14,1
Densidad seca (g/cm ³)	1,83	1,86	1,88	1,87	1,84
Peso unitario seco (kN/m ³)	17,99	18,23	18,39	18,31	18,08

ENSAYO COMPACTACION



Densidad Máxima (g/cm ³)	1,87	Humedad Óptima (%)	10,51
--------------------------------------	------	--------------------	-------

Observaciones

Ensayado por: J. A.E. Janampa P.

Revisado por: K. C. Calizaya V.

Anexo 6. Certificados de calibración



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Certificate of Calibration N° CCP-0694-045-23



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
los datos de los equipos utilizados

Cliente: <i>Customer</i>	SERGEO EIRL	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Dirección: <i>Address</i>	MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR) MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Teléfono: <i>Phone Number</i>	953752299	
Persona de Contacto: <i>Contact Person</i>	Kelly Bruna Ascencio	
Objeto: <i>Item</i>	HORNO DE SECADO 	<i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)</i>
Marca: <i>Manufacturer</i>	ZHENJIAN TUGONG INSTRUMENTS	
Modelo: <i>Model</i>	STHX-1A	<i>In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i>
No. de Serie: <i>Serial Number</i>	1801	
Identificación: <i>Identification</i>	HOR-1	
Ubicación del Objeto ⁽¹⁾ : <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
Fecha de Recepción: <i>Date of Receipt</i>	2023-06-06	
Fecha de Calibración: <i>Calibration Date</i>	2023-06-06	
Próxima Fecha de Calibración: <i>Due Date</i>	-	
Técnico Responsable: <i>Responsible Technician</i>	José Aparcana	

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2023-06-23
Person authorizing / Date of Issue

Gerente General

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=090623155159, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2023-06-23 17:09:53



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-045-23



Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.

The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.

COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
de los equipos utilizados

Incertidumbre de medida
Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k , que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor k , which for a t (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%

Equipamiento Utilizado
Equipment Used

Identificación ID Number	Nombre Name	Marca Manufacturer	Modelo Model	No. de Serie Serial Number	Vence Cal. Due Date	N° Certificado N° Certificate
ELP.PT.156	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	520	210708129	2023-12-13	CC-5048-018-22
ELP.PT.157	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	520	210708236	2023-12-13	CC-5048-019-22
ELP.PT.158	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	520	210708181	2023-12-13	CC-5048-020-22
ELP.PT.041	FLEXÓMETRO	TRUPER	FH-5M	NO ESPECIFICA	2023-07-05	CC-3496-001-22
ELP.PT.137	TERMOHIGRÓMETRO	ELICROM	TH-0511	NO ESPECIFICA	2024-03-28	CCP-0019-012-23



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-045-23



Calibración - Determinación de Estabilidad y Uniformidad para 9 Locaciones de Medida (Volumen Útil)
Calibration - Determination of Temporal Stability and Spatial Inhomogeneity for 9 Measuring Locations (Useful Volume)

Unidad de Medida: °C
Unit of Measurement

Resolución: 0,1 °C
Resolution

Intervalo de Medición⁽²⁾: Hasta 300 °C
Measurement Range

Lugar de Calibración⁽¹⁾: Laboratorio De Ensayos
Calibration Site

Método de Calibración: Medición Y Comparación Directa Con Registradores De Temperatura
Calibration Method

Documento de Referencia: DKD-R 5-7, Edition 07/2004 (English Translation 02/2009), Método A
Reference Document

Procedimiento de Calibración: PEC.EL.35
Calibration Procedure

Condiciones Ambientales: Temperatura del Aire 22,2 °C ± 0,0 °C
Environmental Conditions
Humedad Relativa del Aire 52,5 %hr ± 1,5 %hr
Air Relative Humidity

Observaciones
Observations

- ⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Ellicrom no es responsable de dicha información.
⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).
- ⁽¹⁾ Information provided by the customer. Ellicrom is not responsible for such information.
⁽²⁾ Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).

Declaración de Trazabilidad Metrológica
Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Alemania), CENAM (Centro Nacional de Metrología - México) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through the PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Germany), CENAM (Centro Nacional de Metrología - México) or other National Metrology Institutes (NMIs).

COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
de los equipos utilizados

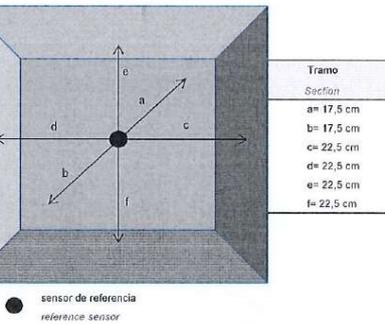
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-045-23

Características Técnicas
Technical Features

Tipo de Regulación del Aire: <i>Air Regulation Type</i>	CON RECIRCULACIÓN	Ubicación del Sensor de Referencia: <i>Reference Sensor Location</i>	Centro Geométrico
No. de Puertos: <i>Number of Ventilation Holes</i>	1	Sobre escalón No: <i>On Step Number</i>	3
Posición de los puertos: <i>Ventilation Holes Position</i>	Abierto	Carga: <i>Loading</i>	Vacío

Resultados de la Calibración
Calibration Results

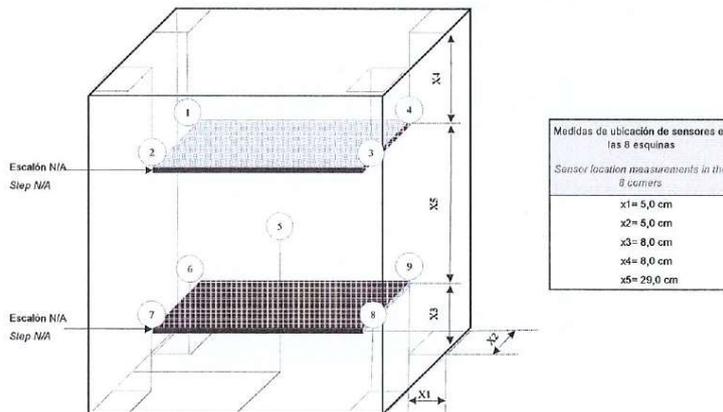
Posición del Sensor de Referencia
Reference Sensor Position



Fotografía de los 8 Sensores y el Sensor de Referencia
8 and Reference Sensors Photography



Ubicación Esquemática de los 8 Sensores y el Sensor de Referencia
Sketch for 8 Sensors and Reference Sensor



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
de los equipos utilizados

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-045-23

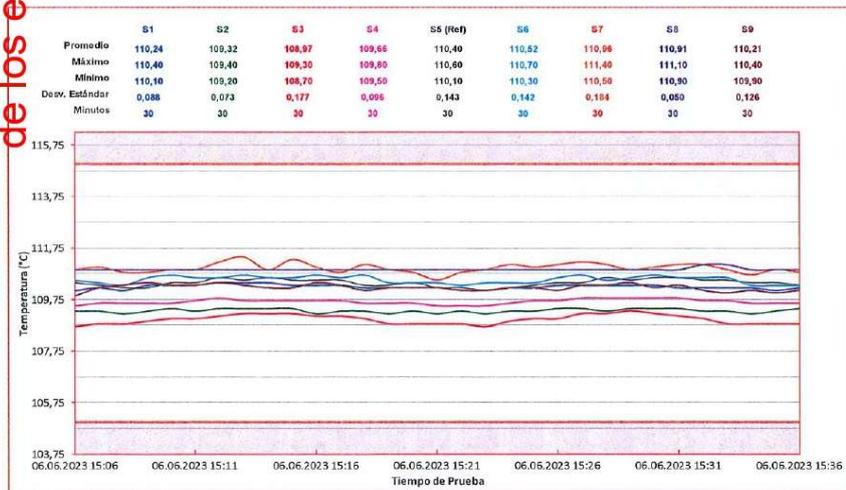
Valor de prueba Test value	110 °C
-------------------------------	--------

Indicación de temperatura durante la calibración: Lecturas en el indicador del equipo bajo prueba. Temperature indication during calibration: Readings on the indicator of the equipment under test.							
Minutos → Minutes	0	5	10	15	20	25	30
Valor → Value	110,0 °C						

Temperatura media de los 8 Sensores (ubicados en las esquinas del Volumen Útil) Mean temperature of the 8 Sensors (located in the corners of the Useful Volume)							
Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor 9
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
10,2	109,3	109,0	109,7	110,5	111,0	110,9	110,2

Valor programado en el controlador del equipo bajo prueba Value programmed in the controller of the equipment under test	Temperatura media del indicador del equipo bajo prueba Mean temperature of the indicator of the equipment under test	Temperatura media del sensor de referencia (Sensor 5) Mean temperature of the reference sensor (Sensor 5)	Corrección de la indicación Indication Correction	Inestabilidad Temporal Temporal Instability	Falta de Homogeneidad Espacial Spatial Inhomogeneity	Incertidumbre Expandida de Medición (U) (k= 2,00) Expanded Measurement Uncertainty (U) (k= 2,00)	Tolerancia (proporcionada por el cliente) Tolerance (provided by the customer)	Cumplimiento Compliance
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
110,0	110,0	110,4	0,4	0,3	1,4	1,9	5,0	Cumple

Perfil Térmico
Thermal Graphic



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
de los equipos



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-045-23



Información sobre Declaración de Conformidad

Information about Statement of Conformity

Regla de Decisión (Aceptación Conservadora): La temperatura del ítem de calibración (registrada por el sensor 5 o de referencia) se acepta como conforme si la temperatura media del sensor de referencia (t_{msr}) \pm la incertidumbre expandida de medición (U) se encuentra en el intervalo de trabajo proporcionado por el cliente: ($t_{msr} \pm U$) \leq (valor de prueba \pm tolerancia).

Declaración de Conformidad: De acuerdo a los resultados reportados en este certificado, el ítem de calibración se considera como CONFORME con los requisitos especificados (temperatura requerida y tolerancia).

Decision Rule (Guarded Acceptance): The temperature of the calibration item (recorded by sensor 5 or reference) is accepted as conforming if the mean temperature of the reference sensor (t_{msr}) \pm the expanded measurement uncertainty (U) is within the working range provided by the customer: ($t_{msr} \pm U$) \leq (test value \pm tolerance).

Statement of Conformity: According to the results reported in this certificate, the calibration item is considered as CONFORMING with the specified requirements (required temperature and tolerance).

Notas

Notes

- Los resultados indicados son válidos solamente para el volumen útil de la cámara climática delimitado por las 8 locaciones de medida. Todas las demás partes del volumen del equipo se consideran no calibradas.
- Las influencias debidas al efecto de la carga y la radiación no han sido estudiadas y por lo tanto tampoco fueron consideradas en la estimación de la incertidumbre.
- La temperatura media de los sensores patrón han sido corregidas tomando en cuenta las desviaciones indicadas en sus certificados de calibración y representa a la mejor estimación del valor verdadero.
- Los resultados se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).
- La temperatura del aire se obtiene sumando la lectura del indicador más la corrección de la indicación.
- The results stated are valid only for the useful volume of the climatic chamber spanned by the measuring locations. All other parts of the chamber are considered not to be calibrated.
- The influences due to the loading effect and radiation effect have not been investigated and therefore were not considered in the estimation of the uncertainty.
- The average temperature of the sensors has been corrected taking into account the deviations indicated in their calibration certificates and represents the best estimate of the true value.
- The results are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see 7.2.6 of the GUM).
- The air temperature is obtained by adding the indicator reading plus the indication correction.

FO.PEC.35-02 Rev. 21

COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
Este equipo calibrado



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-001-23



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos de los equipos utilizados

Cliente: <i>Customer</i>	SERGEO EIRL	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Dirección: <i>Address</i>	MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR) MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Teléfono: <i>Phone Number</i>	953752299	
Persona de Contacto: <i>Contact Person</i>	Kelly Bruna Ascencio	
Objeto: <i>Item</i>	BALANZA DE PRECISIÓN 	<i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)</i>
Marca: <i>Manufacturer</i>	A&A INSTRUMENTS	
Modelo ⁽¹⁾ : <i>Model</i>	NO ESPECIFICA	<i>In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i>
No. de Serie ⁽¹⁾ : <i>Serial Number</i>	NO ESPECIFICA	
Identificación: <i>Identification</i>	BE2KG-1	
Ubicación del Objeto ⁽¹⁾ : <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
Fecha de Recepción: <i>Date of Receipt</i>	2023-06-06	
Fecha de Calibración: <i>Calibration Date</i>	2023-06-06	
Próxima Fecha de Calibración: <i>Due Date</i>	-	
Técnico Responsable: <i>Responsible Technician</i>	José Aparcana	

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2023-06-15
Person authorizing / Date of Issue



Gerente General

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=090623155159, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2023-06-15 10:10:11



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-001-23



Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.

The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.

Incertidumbre de medida
Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor k, which for a t (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%

Equipamiento Utilizado
Equipment Used

Identificación <i>ID Number</i>	Nombre <i>Name</i>	Marca <i>Manufacturer</i>	Modelo <i>Model</i>	No. de Serie <i>Serial Number</i>	Vence Cal. <i>Due Date</i>	N° Certificado <i>N° Certificate</i>
ELP.PT.150	JUEGO DE PESAS 1 mg - 2 kg (F1)	ACCURATE	NO ESPECIFICA	8796	2023-09-15	N° CC-5048-003-22
ELP.PT.059	BARÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2023-11-02	CC-5048-005-22
ELP.PT.137	TERMOHIGRÓMETRO	ELICROM	TH-0511	NO ESPECIFICA	2024-03-28	CCP-0019-012-23

COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
Los resultados no se deben utilizar para fines legales



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-001-23



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
Los equipos utilizados

Calibración
Calibration

Unidad de Medida: <i>Unit of Measurement</i>	Gramos (g)	
División de Escala Real (d): <i>Real Scale Interval</i>	0,01 g	
División de Escala de Verificación (e): <i>Verification Scale Interval</i>	0,01 g	
Capacidad Máxima (Máx): <i>Maximum Capacity</i>	2000 g	
Capacidad Mínima (Mín): <i>Minimum Capacity</i>	1 g	
Clase de Exactitud: <i>Accuracy Class</i>	(I) Especial	
Coefficiente de Temperatura (KT): <i>Temperature Coefficient</i>	0,000010 / °C	
Lugar de Calibración ⁽¹⁾ : <i>Calibration Site</i>	Laboratorio De Ensayos	
Método de Calibración: <i>Calibration Method</i>	Comparación Directa Con Masas Patrón Certificadas	
Documento de Referencia: <i>Reference Document</i>	Euramet Calibration Guide No. 18 - Version 4.0 (11/2015)	
Procedimiento de Calibración: <i>Calibration Procedure</i>	PEC.EL.01	
Condiciones Ambientales: <i>Environmental Conditions</i>	Temperatura del Aire <i>Air Temperature</i>	22,2 °C ± 0,0 °C
	Humedad Relativa del Aire <i>Air Relative Humidity</i>	52,5 %hr ± 1,5 %hr
	Presión Atmosférica <i>Atmospheric Pressure</i>	867 hPa ± 0 hPa
	Densidad del Aire <i>Air Density</i>	1,023 kg/m³ ± 0,002 kg/m³

Observaciones
Observations

⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

⁽²⁾ Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-001-23



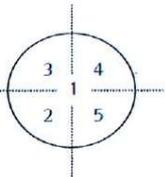
COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos de los equipos utilizados

Resultados de la Calibración

Calibration Results

Ensayo de Excentricidad

Eccentricity Test



Carga de Prueba <i>Test Load</i>	Posición <i>Position</i>	Indicación Ítem <i>Item Reading</i>	Δ ecc <i>Δecc</i>	Cumplimiento <i>Compliance</i>
1000	1	1000,00		
	2	1000,01	0,01	Cumple
	3	1000,00	0,00	Cumple
	4	1000,01	0,01	Cumple
	5	1000,00	0,00	Cumple

E.M.P.	$\pm 0,02$	$ \Delta$ ecc máx	0,01
--------	------------	-------------------	------

Δ ecc: Diferencia i-ésima para las diferentes posiciones
i-th difference for different positions

$|\Delta$ ecc|máx: Diferencia máxima
Maximum difference

E.M.P.: Error máximo permitido
Maximum permissible error

Ensayo de Repetibilidad

Repeatability Test

Cumplimiento <i>Compliance</i>	Carga de Prueba <i>Test Load</i>	Pesada <i>Weighting</i>	Indicación Ítem <i>Item Reading</i>
Cumple	2000	1	2000,00
		2	2000,00
		3	2000,00
		4	2000,00
		5	2000,00

Máx-Min	0,00
E.M.P.	$\pm 0,02$

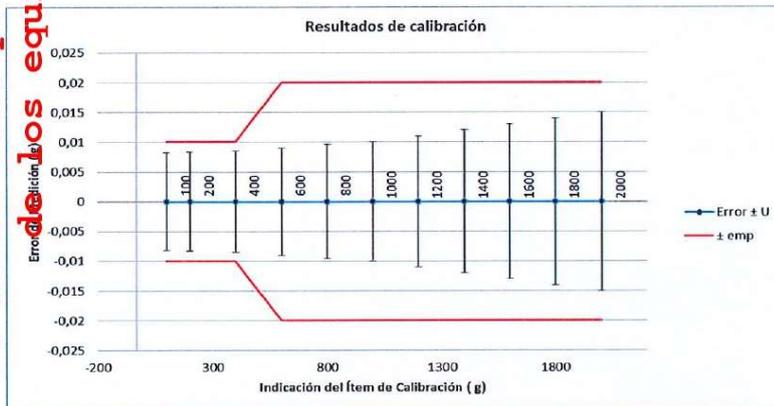
Máx-Min: Diferencia entre la indicación máxima y la mínima
Difference between maximum and minimum indication



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
de los equipos calibrados

Ensayo de Errores de Indicación
Test for errors of Indication

Carga de Prueba Test load	Indicación Item Item Reading	Valor Patrón Standard Value	Error de Medición (e) Measurement Error (e)	Incertidumbre (U) Uncertainty (U)	E.M.P. M.P.E.	Factor de Cobertura (k) Coverage factor	Cumplimiento Compliance
1,00	1,00	1,0000	0,0000	0,0082	± 0,01	2,00	Cumple
100	100,00	100,0000	0,0000	0,0082	± 0,01	2,00	Cumple
200	200,00	200,0000	0,0000	0,0083	± 0,01	2,00	Cumple
400	400,00	400,0000	0,0000	0,0085	± 0,01	2,00	Cumple
600	600,00	600,0000	0,0000	0,0090	± 0,02	2,00	Cumple
800	800,00	800,0000	0,0000	0,0096	± 0,02	2,00	Cumple
1000	1000,00	1000,0000	0,0000	0,010	± 0,02	2,00	Cumple
1200	1200,00	1200,0000	0,0000	0,011	± 0,02	2,00	Cumple
1400	1400,00	1400,0000	0,0000	0,012	± 0,02	2,00	Cumple
1600	1600,00	1600,0000	0,0000	0,013	± 0,02	2,00	Cumple
1800	1800,00	1800,0000	0,0000	0,014	± 0,02	2,00	Cumple
2000	2000,00	2000,0000	0,0000	0,015	± 0,02	2,00	Cumple



Errores Máximos Permitidos Maximum Permissible Errors	
Para cargas de prueba, m: For test loads, m:	emp mpe
g	g
m ≤ 500	0,01
500 < m ≤ 2000	0,02
m > 2000	0,03



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-001-23



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos de los equipos utilizados

Información sobre Declaración de Conformidad
Information about Statement of Conformity

Regla de Decisión (Aceptación Conservadora): El ítem de calibración se acepta como conforme con el requisito especificado de error máximo permitido si la suma del valor absoluto del error de medición con la incertidumbre expandida de medición es menor o igual al error máximo permitido (emp): $(|e| + U) \leq emp$
Nota: El error máximo permitido (emp) está dado en el apartado 3.5 de la OIML R 76-1:2006 y se muestra en la tabla de resultados.

Declaración de Conformidad: De acuerdo a los resultados reportados en este certificado, el ítem de calibración CUMPLE con el requisito especificado de error máximo permitido (emp).

Decision Rule (Conservative Acceptance): The calibration item is accepted as conforming to the specified requirement of mpe (maximum permissible error) if the sum of the absolute value of the measurement error with the expanded measurement uncertainty is less than or equal to the maximum permissible error (mpe): $(|e| + U) \leq mpe$
Note: The maximum permissible error (mpe) is given in section 3.5 of OIML R 76-1:2006 and is shown in the results table.

Statement of Conformity: According to the results reported in this certificate, the calibration item MEETS the specified requirement of maximum permissible error (mpe).

Característica de un rango de pesaje
Characteristic of the weighing range

Además de los errores de medición determinados para cada punto de calibración durante la prueba de pesajes, se muestra a continuación una función que permite estimar el error de medición aproximado para cualquier indicación R dentro de todo el intervalo de pesaje.
In addition to the measurement errors determined for test load during the weighing test, a function is shown below which allows estimation of the approximate error of indication for any indication R within the weighing range.

Error de Indicación $E_{aprox}(R)$ para lecturas brutas o netas:
Error of indication $E_{aprox}(R)$ for gross or net readings:

Aproximación por una línea recta que cruza por el cero: <i>Approximation by a straight line through zero:</i>	Incertidumbre típica del error de indicación aproximado $u(E_{aprox})$: <i>Standard uncertainty of the approximate error of indication $u(E_{aprox})$:</i>
$E_{aprox}(R) = 0,000E+00 R$	$u(E_{aprox}) = 1,588E-08 R$

Resultados de una pesada
Weighing result

El resultado de una pesada, es decir la lectura corregida aproximada del instrumento se obtiene a partir de: <i>The weighing result, that is, the approximate corrected reading of the instrument is obtained from:</i>
$R_{corregida} = R + 0,000E+00 R$

Por su parte, la incertidumbre expandida del resultado de una pesada es:
On the other hand, the expanded uncertainty of a weighing result is:

En las mismas condiciones de la calibración <i>Under the same calibration conditions</i>	Rango <i>Range</i>	En condiciones diferentes a las de la calibración <i>Under conditions other than calibration</i>	Rango <i>Range</i>
$U(W) = 2 \cdot \sqrt{(1,667E-05 g^2 + 2,523E-12 R^2)}$	2000 g	$U(W) = 2 \cdot \sqrt{(1,667E-05 g^2 + 1,161E-09 R^2)}$	2000 g



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-001-23



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
de los resultados

Notas

- a) La densidad del aire fue calculada con la ecuación CIPM-2007, versión exponencial simplificada.
- b) Las pesas patrón empleadas cumplen con las especificaciones de la OIML R 111-1:2004.
- c) La prueba de pesajes se realizó situando las cargas en sentido creciente y retirándolas antes de pasar al siguiente punto.
- d) El valor del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).
- e) La incertidumbre expandida declarada en este certificado sólo es aplicable cuando se tiene en cuenta el Error de Medición.
- f) El término $E_{\text{approx}}(R)$ representa la aproximación del error para cualquier lectura R dada por el instrumento, por lo tanto para encontrar la lectura corregida de cualquier pesada, es recomendable aplicar la relación $R_{\text{correctada}} = R - E_{\text{approx}}(R)$, en donde R debe reemplazarse por la lectura de la balanza.
- g) El término $U(W^*)$ representan a la incertidumbre expandida para el resultado de cualquier pesada cuando se trabaja a las mismas condiciones en las que se efectuó la calibración, en donde R debe reemplazarse por la lectura de la balanza.
- h) El término $U(W)$ representa a la incertidumbre expandida para el resultado de cualquier pesada cuando se trabaja a condiciones diferentes a las de la calibración, en donde R debe reemplazarse por la lectura de la balanza. Esta ecuación ha considerado que:
 - 1) No se puede hacer suposiciones acerca de la variación de la densidad del aire bajo condiciones diferentes a las de la calibración.
 - 2) En ausencia de información acerca de la deriva del instrumento y de su histéresis, se ha asumido que el ítem bajo calibración fue probado de acuerdo a la OIML R 76-1:2006 antes de su comercialización. De igual forma, si el coeficiente de temperatura KT es desconocido, se asumirá el valor de $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$.
 - 3) El instrumento se encuentra en una oficina o laboratorio, cerrado, con ventilación natural: $17^\circ\text{C} \leq t \leq 27^\circ\text{C}$

- a) The density of the air was calculated with the simplified exponential version of CIPM-2007 formula.
- b) The standard weights used comply with the specifications of OIML R 111-1:2004.
- c) The weighing test was carried out by placing the loads in an increasing direction and removing them before moving on to the next point.
- d) The standard value and the measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).
- e) The expanded uncertainty stated in this certificate is only applicable when the Measurement Error is taken into account.
- f) The term $E_{\text{approx}}(R)$ represents the approximation of the error for any R reading given by the instrument, therefore to find the corrected reading of any weighing, it is advisable to apply the relation $R_{\text{corrected}} = R - E_{\text{approx}}(R)$, where R must be replaced by the balance reading.
- g) The term $U(W^*)$ represents the expanded uncertainty for the result of any weighing when working under the same conditions in which the calibration was carried out, where R must be replaced by the balance reading.
- h) The term $U(W)$ represents the expanded uncertainty for the result of any weighing when working under conditions other than those of the calibration, where R must be replaced by the balance reading. This equation has considered that:
 - 1) No assumptions can be made about the variation in air density under conditions other than those of calibration.
 - 2) In the absence of information about the drift of the instrument and its hysteresis, it has been assumed that the item under calibration was type approved according to OIML R 76-1:2006 before its commercialization. Similarly, if the temperature coefficient KT is unknown, the value of $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ will be assumed.
 - 3) The instrument is located in an office or laboratory, closed, with natural ventilation: $17^\circ\text{C} \leq t \leq 27^\circ\text{C}$



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-001-23



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
de los equipos utilizados

Declaración de Trazabilidad Metrológica
Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Alemania) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through the PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Germany) or other National Institutes of Metrology (INMs).

ISO/IEC 17025:2005 Rev. 24

BALANZA 30 KG



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Certificate of Calibration N° CCP-0694-003-23



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos de los equipos utilizados

Cliente: SERGEO EIRL
Customer
Dirección: MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR) MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
Address
Teléfono: 953752299
Phone Number
Persona de Contacto: Kelly Bruna Ascencio
Contact Person
Objeto: BALANZA DE PRECISIÓN
Item
Marca: OHAUS
Manufacturer
Modelo: R21PE30ZH
Model
No. de Serie: B847537399
Serial Number
Identificación: BE30KG-3
Identification
Ubicación del Objeto⁽¹⁾: NO ESPECIFICA
Item Location
Fecha de Recepción: 2023-06-06
Date of Receipt
Fecha de Calibración: 2023-06-06
Calibration Date
Próxima Fecha de Calibración: -
Due Date
Técnico Responsable: José Aparcana
Responsible Technician

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)

In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2023-06-23
Person authorizing / Date of Issue

Gerente General

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=090623155159, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2023-06-23 08:11:12



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-003-23



Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.

The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.

COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
de los resultados utilizados

Incertidumbre de medida
Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor k, which for a t (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%.

Equipamiento Utilizado
Equipment Used

Identificación ID Number	Nombre Name	Marca Manufacturer	Modelo Model	No. de Serie Serial Number	Vence Cal. Due Date	N° Certificado N° Certificate
ELP.PT.001	PESAS DE 20 kg	HAFNER	M2	VARIOS	2024-05-12	CC-2786-001-23
ELP.PT.002	PESA DE 5 kg	HAFNER	M2	AEE	2024-05-12	CCP-0019-036-23
ELP.PT.003	PESA DE 10 kg	HAFNER	M2	AEZ	2024-05-12	CCP-0019-037-23
ELP.PT.004	JUEGO DE PESAS 100 mg - 2 kg (F1)	HAFNER	NO ESPECIFICA	9651015	2024-06-02	CCP-0019-041-23
ELP.PT.059	BARÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2023-11-02	CC-5048-006-22
ELP.PT.137	TERMOHIGRÓMETRO	ELICROM	TH-0511	NO ESPECIFICA	2024-03-28	CCP-0019-012-23



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-003-23



COPIA NO CONTROLADA
 Se emite solo para fines informativos
 de los que no se responsabiliza

Calibración

Calibration

Unidad de Medida:	Kilogramos (kg)																
<i>Unit of measurement</i>																	
División de Escala Real (d):	0,001 kg																
<i>Actual Scale Interval</i>																	
División de Escala de Verificación (e):	0,001 kg																
<i>Verification Scale Interval</i>																	
Capacidad Máxima (Máx):	30 kg																
<i>Maximum Capacity</i>																	
Capacidad Mínima (Mín):	0,05 kg																
<i>Minimum Capacity</i>																	
Clase de Exactitud:	(II) Alta																
<i>Accuracy Class</i>																	
Coefficiente de Temperatura (KT):	0,000010 / °C																
<i>Temperature Coefficient</i>																	
Lugar de Calibración ⁽¹⁾ :	Laboratorio De Ensayos																
<i>Calibration Site</i>																	
Método de Calibración:	Comparación Directa Con Masas Patrón Certificadas																
<i>Calibration Method</i>																	
Documento de Referencia:	Euramet Calibration Guide No. 18 - Version 4.0 (11/2015)																
<i>Reference Document</i>																	
Procedimiento de Calibración:	PEC.EL.01																
<i>Calibration Procedure</i>																	
Condiciones Ambientales:	<table border="0"> <tr> <td>Temperatura del Aire</td> <td>22,2 °C ± 0,0 °C</td> </tr> <tr> <td><i>Air Temperature</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Humedad Relativa del Aire</td> <td>52,5 %hr ± 1,5 %hr</td> </tr> <tr> <td><i>Air Relative Humidity</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Presión Atmosférica</td> <td>867 hPa ± 0 hPa</td> </tr> <tr> <td><i>Atmospheric Pressure</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad del Aire</td> <td>1,023 kg/m³ ± 0,002 kg/m³</td> </tr> <tr> <td><i>Air Density</i></td> <td></td> </tr> </table>	Temperatura del Aire	22,2 °C ± 0,0 °C	<i>Air Temperature</i>		Humedad Relativa del Aire	52,5 %hr ± 1,5 %hr	<i>Air Relative Humidity</i>		Presión Atmosférica	867 hPa ± 0 hPa	<i>Atmospheric Pressure</i>		Densidad del Aire	1,023 kg/m ³ ± 0,002 kg/m ³	<i>Air Density</i>	
Temperatura del Aire	22,2 °C ± 0,0 °C																
<i>Air Temperature</i>																	
Humedad Relativa del Aire	52,5 %hr ± 1,5 %hr																
<i>Air Relative Humidity</i>																	
Presión Atmosférica	867 hPa ± 0 hPa																
<i>Atmospheric Pressure</i>																	
Densidad del Aire	1,023 kg/m ³ ± 0,002 kg/m ³																
<i>Air Density</i>																	
<i>Environmental Conditions</i>																	

Observaciones

Observations

⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

⁽¹⁾ Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.



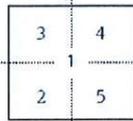
COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
de los equipos utilizados

Resultados de la Calibración

Calibration Results

Ensayo de Excentricidad

Eccentricity Test



Carga de Prueba	Posición	Indicación Ítem	Δlecc	Cumplimiento
Test Load	Position	Item Reading	Δlecc	Compliance
kg	N°	kg	kg	
10	1	10,000		
	2	10,000	0,000	Cumple
	3	10,000	0,000	Cumple
	4	10,000	0,000	Cumple
	5	10,000	0,000	Cumple

E.M.P.	± 0,002	Δlecc máx	0,000
--------	---------	-----------	-------

Δlecc Diferencia i-ésima para las diferentes posiciones
i-th difference for different positions

|Δlecc|máx Diferencia máxima
Maximum difference

E.M.P. Error máximo permitido
Maximum permissible error

Ensayo de Repetibilidad

Repeatability Test

Cumplimiento	Carga de Prueba	Pesada	Indicación Ítem
Compliance	Test Load	Weighting	Item Reading
Cumple	kg	N°	kg
Cumple	20	1	20,000
		2	20,000
		3	20,000
		4	20,000
		5	20,000
Máx-Min			0,000
E.M.P.			± 0,002

Máx-Min Diferencia entre la indicación máxima y la mínima
Difference between maximum and minimum indication



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-003-23

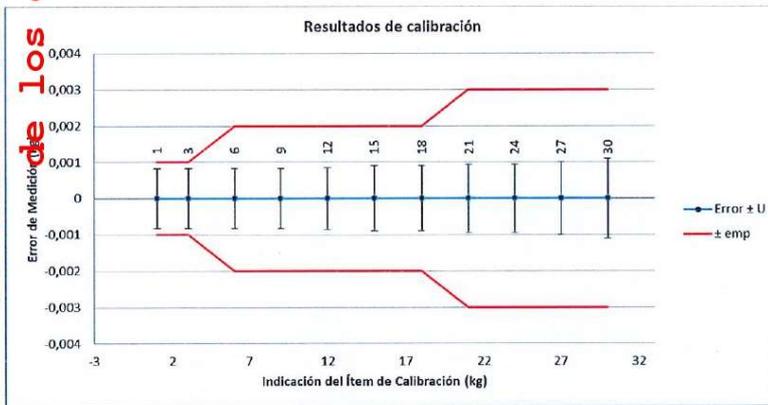
Página 5/12 - 028



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos de los equipos utilizados

Ensayo de Errores de Indicación
Test for errors of indication

Carga de Prueba (m)	Indicación Item (Item Reading)	Valor Patrón (Standard Value)	Error de Medición (e) (Measurement Error (e))	Incertidumbre (U) (Uncertainty (U))	E.M.P. (M.P.E.)	Factor de Cobertura (k) (Coverage factor)	Cumplimiento (Compliance)
0,05	0,050	0,05000	0,00000	0,00082	± 0,001	2,00	Cumple
1,00	1,000	1,00000	0,00000	0,00082	± 0,001	2,00	Cumple
3,00	3,000	3,00000	0,00000	0,00082	± 0,001	2,00	Cumple
6,00	6,000	6,00000	0,00000	0,00083	± 0,002	2,00	Cumple
9,00	9,000	9,00000	0,00000	0,00083	± 0,002	2,00	Cumple
12,00	12,000	12,00000	0,00000	0,00085	± 0,002	2,00	Cumple
15,00	15,000	15,00000	0,00000	0,00090	± 0,002	2,00	Cumple
18,00	18,000	18,00000	0,00000	0,00090	± 0,002	2,00	Cumple
21,00	21,000	21,00000	0,00000	0,00094	± 0,003	2,00	Cumple
24,00	24,000	24,00000	0,00000	0,00094	± 0,003	2,00	Cumple
27,00	27,000	27,00000	0,00000	0,0010	± 0,003	2,00	Cumple
30,00	30,000	30,00000	0,00000	0,0011	± 0,003	2,00	Cumple



Errores Máximos Permitidos Maximum Permissible Errors	
Para cargas de prueba, m: For test loads, m:	emp mpe
kg	kg
m ≤ 5	0,001
5 < m ≤ 20	0,002
m > 20	0,003



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-003-23



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos de los equipos utilizados

Información sobre Declaración de Conformidad

Information about Statement of Conformity

Regla de Decisión (Aceptación Conservadora): El ítem de calibración se acepta como conforme con el requisito especificado de emp (error máximo permitido) si la suma del valor absoluto del error de medición con la incertidumbre expandida de medición es menor o igual al error máximo permitido (emp): $(|e| + U) \leq emp$
 Nota: el error máximo permitido (emp) está dado en el apartado 3.5 de la OIML R 76-1:2006 y se muestra en la tabla de resultados.

Declaración de Conformidad: De acuerdo a los resultados reportados en este certificado, el ítem de calibración CUMPLE con el requisito especificado de error máximo permitido (emp).

Decision Rule (Conservative Acceptance): The calibration item is accepted as conforming to the specified requirement of mpe (maximum permissible error) if the sum of the absolute value of the measurement error with the expanded measurement uncertainty is less than or equal to the maximum permissible error (mpe): $(|e| + U) \leq mpe$
 Note: the maximum permissible error (mpe) is given in section 3.5 of OIML R 76-1:2006 and is shown in the results table.

Statement of Conformity: According to the results reported in this certificate, the calibration item MEETS the specified requirement of maximum permissible error (mpe).

Característica de un rango de pesaje

Characteristic of the weighing range

Además de los errores de medición determinados para cada punto de calibración durante la prueba de pesajes, se muestra a continuación una función que permite estimar el error de medición aproximado para cualquier indicación R dentro de todo el intervalo de pesaje.

In addition to the measurement errors determined for test load during the weighing test, a function is shown below which allows estimation of the approximate error of indication for any indication R within the weighing range.

Error de Indicación $E_{aprox}(R)$ para lecturas brutas o netas:

Error of indication $E_{approx}(R)$ for gross or net readings:

Aproximación por una línea recta que cruza por el cero: Approximation by a straight line through zero: $E_{aprox}(R) = 0,000E+00 R$	Incertidumbre típica del error de indicación aproximado $u(E_{aprox})$: Standard uncertainty of the approximate error of indication $u(E_{approx})$: $u(E_{aprox}) = 8,201E-06 R$
---	---

Resultados de una pesada

Weighing result

El resultado de una pesada, es decir la lectura corregida aproximada del instrumento se obtiene a partir de: The weighing result, that is, the approximate corrected reading of the instrument is obtained from: $R_{corregida} = R + 0,000E+00 R$
--

Por su parte, la incertidumbre expandida del resultado de una pesada es:

On the other hand, the expanded uncertainty of a weighing result is:

En las mismas condiciones de la calibración Under the same calibration conditions	Rango Range	En condiciones diferentes a las de la calibración Under conditions other than calibration	Rango Range
$U(W) = 2 \cdot \sqrt{(1,687E-07 \text{ kg}^2 + 6,728E-11 \text{ R}^2)}$	30 kg	$U(W) = 2 \cdot \sqrt{(1,687E-07 \text{ kg}^2 + 7,792E-09 \text{ R}^2)}$	30 kg



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-003-23



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
de los resultados

Notas

- La densidad del aire fue calculada con la ecuación CIPM-2007, versión exponencial simplificada.
- Las pesas patrón empleadas cumplen con las especificaciones de la OIML R 111-1:2004.
- La prueba de pesajes se realizó situando las cargas en sentido creciente y retirándolas antes de pasar al siguiente punto.
- El valor del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).
- La incertidumbre expandida declarada en este certificado sólo es aplicable cuando se tiene en cuenta el Error de Medición.
- El término $E_{\text{aprox}}(R)$ representa la aproximación del error para cualquier lectura R dada por el instrumento, por lo tanto para encontrar la lectura corregida de cualquier pesada, es recomendable aplicar la relación $R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}}(R)$, en donde R debe reemplazarse por la lectura de la balanza.
- El término $U(W^*)$ representan a la incertidumbre expandida para el resultado de cualquier pesada cuando se trabaja a las mismas condiciones en las que se efectuó la calibración, en donde R debe reemplazarse por la lectura de la balanza.
- El término $U(W)$ representa a la incertidumbre expandida para el resultado de cualquier pesada cuando se trabaja a condiciones diferentes a las de la calibración, en donde R debe reemplazarse por la lectura de la balanza. Esta ecuación ha considerado que:
 - No se puede hacer suposiciones acerca de la variación de la densidad del aire bajo condiciones diferentes a las de la calibración.
 - En ausencia de información acerca de la deriva del instrumento y de su histéresis, se ha asumido que el ítem bajo calibración fue aprobado de acuerdo a la OIML R 76-1:2006 antes de su comercialización. De igual forma, si el coeficiente de temperatura KT es desconocido, se asumirá el valor de $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$.
- c) El instrumento se encuentra en una oficina o laboratorio, cerrado, con ventilación natural:
 $17^\circ\text{C} \leq t \leq 27^\circ\text{C}$

- The density of the air was calculated with the simplified exponential version of CIPM-2007 formula.
- The standard weights used comply with the specifications of OIML R 111-1:2004.
- The weighing test was carried out by placing the loads in an increasing direction and removing them before moving on to the next point.
- The standard value and the measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).
- The expanded uncertainty stated in this certificate is only applicable when the Measurement Error is taken into account.
- The term $E_{\text{approx}}(R)$ represents the approximation of the error for any R reading given by the instrument, therefore to find the corrected reading of any weighing, it is advisable to apply the relation $R_{\text{corrected}} = R - E_{\text{approx}}(R)$, where R must be replaced by the balance reading.
- The term $U(W^*)$ represents the expanded uncertainty for the result of any weighing when working under the same conditions in which the calibration was carried out, where R must be replaced by the balance reading.
- The term $U(W)$ represents the expanded uncertainty for the result of any weighing when working under conditions other than those of the calibration, where R must be replaced by the balance reading. This equation has considered that:
 - No assumptions can be made about the variation in air density under conditions other than those of calibration.
 - In the absence of information about the drift of the instrument and its hysteresis, it has been assumed that the item under calibration was type approved according to OIML R 76-1:2006 before its commercialization. Similarly, if the temperature coefficient KT is unknown, the value of $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ will be assumed.
- c) The instrument is located in an office or laboratory, closed, with natural ventilation:
 $17^\circ\text{C} \leq t \leq 27^\circ\text{C}$



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 059



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CCP-0694-003-23



COPIA NO CONTROLADA
Se emite solo para fines informativos
de los equipos utilizados

Declaración de Trazabilidad Metrológica

Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Alemania) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through the PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Germany) or other National Institutes of Metrology (INMs).

NO.PCC.01-03.03 Rev. 24

Anexo 7. Panel fotográfico



Foto N°01: Identificación de suelo arcilloso



Foto N°02: Calicata N°1 - Suelo arcilloso



Foto N°03: Identificación de suelo arenoso



Foto N°04: Calicata N°2 - Suelo arenoso



Foto N°05: Recolección RCD de botadero municipal



Foto N°06: Recolección de RCD de botadero municipal



Foto N°07: Recolección de RCD de botadero municipal



Foto N°08: RCD recolectado en sacos



Foto N°09: Tritutado de RCD recolectado



Foto N°10: Tritutado de RCD recolectado



Foto N°11: Descarga de muestras de material recolectado (suelos arcillosos, arenosos y RCD)



Foto N°12: Inventariado de material descargado en laboratorio de Moquegua

ENSAYOS DE LÍMITE LÍQUIDO



Foto N° 13: Colocación de la muestra húmeda en la copa de Casagrande



Foto N° 14: Surco abierto con un acanalador normalizado

ENSAYOS DE LÍMITE PLÁSTICO



Foto N°15: Suelo que pasa por tamiz #40 mezclado con agua, amasable



Foto N°16: Muestra amasada de suelo en cilindros de 3 mm de diámetro.



Foto N°17: Muestra de suelo en condiciones de agrietamiento



Foto N°18: Muestra de suelo húmeda lista para pesar

PROCEDIMIENTO DE TAMIZAJE PARA PROCTOR MODIFICADO



Foto N°19: Tamizado en seco de muestra de suelo arcilloso + RCD



Foto N°20: Tamizado en seco de muestra de suelo arenoso + RCD



Foto N°21: Tamizado en húmedo de muestra de suelo arcilloso + RCD



Foto N°22: Tamizado en húmedo de muestra de suelo arenoso + RCD

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



Foto N°23: Llenado de la quinta parte del molde de muestra de suelo arcilloso + RCD



Foto N°24: Llenado de la quinta parte del molde de muestra de suelo arenoso + RCD



Foto N°25: Golpes de la primera capa de muestra arcillosa +RCD



Foto N°26: Golpes de la primera capa de muestra arenosa +RCD

ENSAYO DE CBR



Foto N°27: Llenado de la primera capa de muestra arcillosa +RCD



Foto N°28: Golpes de la primera capa de muestra arcillosa +RCD



Foto N°29: Nivelando la capa final de la muestra arcillosa +RCD



Foto N°30: Sumersión de la muestra arcillosa +RCD

Anexo 8. Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1088032488&o=2415277245&e=1&lang=es&ro=103

feedback studio CAMILA FERNANDA PAREDES ROSAS Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provinci... /100 < 2 de 21 >

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO DE LA TESIS
Influencia por adición de residuos de construcción y demolición en propiedades físico-mecánicas de suelos en la provincia de Ilo, 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:
Espejo Vizcarra, Alexandra Paola (<https://orcid.org/0009-0001-5633-7935>)
Paredes Rosas, Camila Fernanda (<https://orcid.org/0009-0007-5084-7604>)

ASESOR:
Dr. Ascoy Flores, Kevin Arturo (<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

Página: 1 de 67 Número de palabras: 21851 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado

Resumen de coincidencias

13 %

Se están viendo fuentes estándar
Ver fuentes en inglés

Coincidencias

Rank	Source	Percentage
1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.unimino.edu Fuente de Internet	1 %
5	vssp.info Fuente de Internet	<1 %
6	sinat.semarnat.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
7	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
8	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
9	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorioacademico... Fuente de Internet	<1 %

12:02 11/07/2024