



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas en subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua-2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero civil

AUTORA:

Jimenez Marca, Kelly Ayme (orcid.org/0009-0007-5173-9533)

ASESOR:

Mg. Canta Honores, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-9232-1359)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA-PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mi amada madre que siempre esta a mi lado para apoyarme en los malos y buenos momentos de mi vida.

A mi amado padre por siempre guiarme y brindarme su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a mis padres por haberme brindado la oportunidad de estudiar con la tranquilidad de saber que cuento con su respaldo y a todos los profesores que me brindaron sus conocimientos y experiencias en el transcurso de la carrera.

Quiero agradecer a las personas y amigos que estuvieron a mi lado brindándome su amistad y cariño.

Agradezco a dios por brindarme la oportunidad de culminar esta tesis, por darme la inteligencia y por cuidar mi salud.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANTA HONORES JORGE LUIS, 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 del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas en subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua-2023", cuyo autor es JIMENEZ MARCA KELLY AYME, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, 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, 28 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANTA HONORES JORGE LUIS DNI: 10743048 ORCID: 0000-0002-9232-1359	Firmado electrónicamente por: JCANTAHO el 28-02- 2024 16:16:04

Código documento Trilce: TRI - 0738942



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, JIMENEZ MARCA KELLY AYME estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas en subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua-2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
KELLY AYME JIMENEZ MARCA DNI: 74133456 ORCID: 0009-0007-5173-9533	Firmado electrónicamente por: KELLYJ el 28-02-2024 14:15:56

Código documento Trilce: TRI - 0738939

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA	32
3.1. Tipo y diseño de investigación	32
3.2. Variables y operacionalización.....	32
3.3. Población, muestra y muestreo.....	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
3.5. Procedimientos	37
3.6. Método de análisis de datos.....	58
3.7. Aspectos éticos	59
IV. RESULTADOS.....	60
V. DISCUSIÓN	79
VI. CONCLUSIONES	83
VII. RECOMENDACIONES	85
REFERENCIAS.....	86
ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de suelos en grupos y subgrupos (SUCS)	20
Tabla 2. Composición química (% en peso) de ladrillo pulverizado	21
Tabla 3. Composición química (% en peso) de las cenizas volantes.....	23
Tabla 4. Composición mineralógica de las cenizas volantes	23
Tabla 5. Cantidad mínima de muestra según el ensayo de granulometría.	25
Tabla 6. Los límites de Atterberg.	28
Tabla 7. Normativas de Ensayos para Laboratorio.	31
Tabla 8. Distribución espacial de los suelos.	34
Tabla 9. Cuadro de porcentajes máximos y mínimos para los insumos de ladrillo pulverizado y ceniza volante.	35
Tabla 10. Tipo de ensayo y tipo de muestra a emplear.	35
Tabla 11. Criterio de selección para dosificaciones de material (Parte 1)	37
Tabla 12. Criterio de selección para dosificaciones de material (Parte 2)	38
Tabla 13. Criterio de selección proporciones de ladrillo pulverizado y ceniza volante	39
Tabla 14. Resultados de Análisis Granulométrico de muestras sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón.....	51
Tabla 15. Resultados de límites de Atterberg de las muestras de las calicatas...	53
Tabla 16. Resultados de Proctor Modificado de muestras sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón	54
Tabla 17. Resultados de California Bearing Ratio (CBR a 1" y 2") de muestras sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón	56
Tabla 18. Resultados de Proctor Modificado de muestras con adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón.....	60
Tabla 19. Resultados de California Bearing Ratio (CBR a 1" y 2") de muestras con adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón	61
Tabla 20. Análisis comparativo de CBR a 1" y 2" de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón.....	62
Tabla 21. Análisis comparativo de contenido de humedad natural de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón	64
Tabla 22. Análisis comparativo de Límites de Consistencia (%) de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón.....	65

Tabla 23. Análisis comparativo de Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón	66
Tabla 24. Análisis comparativo CBR a 1" (95%) de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón.....	67
Tabla 25. Análisis comparativo CBR a 2" (100%) de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas	3
Figura 2. Comparación entre el tamaño de las partículas de arcilla y ceniza	20
Figura 3. Análisis Mineralógico por Difracción Rayos X de ladrillo pulverizado...	22
Figura 4. Morfología de cenizas volantes	24
Figura 5. Tamiz y sus aberturas	25
Figura 6. Deformación de la subrasante a deflexiones.....	26
Figura 7. Croquis de Vía Malecón Ribereño- Moquegua.....	33
Figura 8. Muestras de Calicatas de Suelo	40
Figura 9. Muestra de obtención de ceniza volantes	41
Figura 10. Muestra de obtención de polvo de ladrillo	42
Figura 11. Muestra de lavado de polvo de ladrillo	42
Figura 12. Proceso Chancado de polvo de ladrillo	43
Figura 13. Proceso triturado en la chancadora de polvo de ladrillo	43
Figura 14. Proceso el pulverizado en la chancadora de polvo de ladrillo	44
Figura 15. Obtención del polvo de ladrillo	45
Figura 16. Procesos de preparación para tamizar las muestras de suelo	45
Figura 17. Procesos de Preparación para Secar las muestras de suelo	46
Figura 18. Procesos de Preparación para límite plástico las muestras de suelo..	47
Figura 19. Procesos de Preparación para límite líquido las muestras de suelo ..	47
Figura 20. Procesos de diseño de proporciones de ladrillo pulverizado y ceniza volante.....	48
Figura 21. Procesos de diseño de CBR de ladrillo pulverizado y ceniza volante	50
Figura 22. Curva granulométrica C-1 suelo inalterado	51
Figura 23. Curva granulométrica C-2 suelo inalterado	52
Figura 24. Curva granulométrica C-3 suelo inalterado	52
Figura 25. Proctor modificado C-1 suelo inalterado.....	54
Figura 26. Proctor modificado C-2 suelo inalterado.....	55
Figura 27. Proctor modificado C-3 suelo inalterado.....	55
Figura 28. CBR C-1 suelo inalterado.....	56
Figura 29. CBR C-2 suelo inalterado.....	57
Figura 30. CBR C-3 suelo inalterado.....	57
Figura 31. Conducta Responsable en Investigación	59

Figura 32. Análisis gráfico comparativo CBR 1" y 2" de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón.....	62
Figura 33. Análisis gráfico comparativo CBR 1" de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón.....	67
Figura 34. Análisis gráfico comparativo CBR 2" de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón.....	69

RESUMEN

La investigación aborda el impacto del ladrillo pulverizado y las cenizas volantes en las propiedades de la subrasante en Moquegua-2023, empleando un diseño cuasiexperimental con enfoque cuantitativo. Se seleccionó una población de 8.3 km en el Malecón Rivereño– Moquegua, y la muestra comprendió 1 km, donde se realizaron 3 calicatas con dosificaciones de 10, 15 y 20% para cada material. Se aplicaron técnicas de análisis documental y observación, utilizando una guía de análisis documental y una ficha de observación como instrumentos. Los resultados indicaron que la inclusión de ceniza volante y ladrillo pulverizado aumenta el CBR hasta un 8.94%, eleva la máxima densidad seca en un 4.34%, pero reduce el contenido de humedad en un 55.04%. Asimismo, se observa una disminución en los límites de consistencia, con el diseño patrón mostrando una plasticidad de 27.54 y, con ceniza volante y ladrillo pulverizado, un valor máximo de 19.41 LP. Concluyendo, la adición de cenizas volantes y ladrillo pulverizado mejora la capacidad de soporte de la subrasante, siendo óptima una dosificación del 15% para ambos materiales.

Palabras claves: Ceniza volante, ladrillo pulverizado, CBR.

ABSTRACT

The research addresses the impact of pulverized brick and fly ash on subgrade properties in Moquegua-2023, using a quasi-experimental design with a quantitative approach. A population of 8.3 km was selected on the Malecón Rivereño – Moquegua, and the sample included 1 km, where 3 pits were made with dosages of 10, 15 and 20% for each material. Document analysis and observation techniques were applied, using a documentary analysis guide and an observation sheet as instruments. The results indicated that the inclusion of fly ash and pulverized brick increases the CBR up to 8.94%, increases the maximum dry density by 4.34%, but reduces the moisture content by 55.04%. Likewise, a decrease in the consistency limits is observed, with the pattern design showing a plasticity of 27.54 and, with fly ash and pulverized brick, a maximum value of 19.41 LP. In conclusion, the addition of fly ash and pulverized brick improves the support capacity of the subgrade, with a dosage of 15% being optimal for both materials.

Keywords: Fly ash, pulverized brick, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la preocupación por la sostenibilidad y la búsqueda de alternativas eco amigables en la construcción de infraestructuras ha llevado a la exploración de nuevos materiales y técnicas. El uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la subrasante se ha convertido en un tema de interés global, ya que podría ofrecer soluciones que reduzcan la dependencia de recursos no renovables y mitiguen el impacto ambiental asociado con la construcción de carreteras y estructuras civiles. Sin embargo, la falta de investigaciones exhaustivas sobre cómo estas prácticas afectan las propiedades físico-mecánicas de la subrasante ha generado incertidumbre en la implementación a nivel internacional. Uno de los problemas que se experimenta al momento de ejecutar construcciones horizontales (carreteras), es la presencia de suelos que no estén aptos o que no presenten las características de resistencia adecuadas como subrasantes débiles (Kumar et al., 2023). Asimismo, la presencia de esta falencia en la capacidad del suelo deja a expensas de problemas en la construcción de una carretera ya sea permanente o temporal; ya que una deformación en la subrasante puede ocasionar que la superficie pavimentada o no se degrade fácilmente. Por otro lado, en la India la construcción de pavimentos sobre estas capas de suelo blandas se convirtió en un desafío para los ingenieros, ya que al diseñar el pavimento por métodos tradicionales terminan dando resultados de espesores de capas del pavimento muy alto al igual que los costos se ven incrementados por la envergadura del proyecto (Baadiga et al., 2023). Por otro lado, lograr estabilizar estos suelos se convierte en una solución viable pero cuando se trata de tramos largos como es el caso de carreteras se convierte en un problema al tener tiempo y presupuesto limitado. De la misma manera, en Irak la falta de construcciones de carreteras para satisfacer la demanda actual por el crecimiento de la civilización es un problema dado que el constante deterioro de las pavimentaciones hace imposible así dar soluciones rápidas (Montes et al., 2021). En su búsqueda de brindar una solución a este problema se pretende reforzar la subrasante con diversos materiales que garanticen la resistencia adecuada y evitar problemas futuros en periodos cortos de tiempo.

No obstante, a nivel nacional, la infraestructura vial y civil es esencial para el desarrollo económico y social. El estado actual de las carreteras y la necesidad de

mejorar la sostenibilidad en la construcción resalta la relevancia del uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la subrasante. A pesar de la potencial eficacia de esta técnica, se carece de investigaciones específicas que evalúen sus efectos en el contexto nacional. La ausencia de datos concretos sobre las propiedades físico-mecánicas de la subrasante con estas adiciones limita la capacidad de los ingenieros y autoridades locales para tomar decisiones informadas y eficientes en el diseño y mantenimiento de la infraestructura vial. Existe una escasez evidente de carreteras que permitan conectar ciudades, y su conexión con su población más alejada del centro de la ciudad, dificultando así el desarrollo de la población (Mamani, et al., 2023). Por otro lado, al realizar construcción de carreteras se encuentra con problemas de suelos arcillosos o expansivos, volviéndose así un problema especialmente con presencia de agua; es por ello que se busca estabilizar estos suelos con el fin de problemas en la pavimentación, sin embargo, se convierte en un incremento de costo en obra y debido a esto es que muchas veces los proyectos demoran más tiempo en culminar la obra.

Así mismo, en Moquegua, la falta de información sobre el impacto del uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante representa un obstáculo significativo para el desarrollo sostenible de la región. Las condiciones geográficas y climáticas específicas de Moquegua pueden influir de manera única en la efectividad de estas prácticas. La ausencia de evidencia local dificulta la toma de decisiones por parte de los ingenieros y responsables de la planificación urbana. Además, la falta de conocimiento puede resultar en la implementación de técnicas que no sean adecuadas para las características específicas de la región, comprometiendo la durabilidad y eficiencia de las infraestructuras. Los problemas referentes a la estabilización de suelos cada vez van en aumento, la situación es la misma en Moquegua (Fonseca, et al., 2020). Buscan materiales que promuevan una participación de este en las propiedades de soporte en capas inferiores del pavimento, como la subrasante. Pero al mismo tiempo al querer mejorar un suelo se enfrentan a largos tiempos de aplicación y por lo general suelen ser costosos. Sin embargo, en la actualidad se viene dando estas innovaciones de contar con un suelo en condiciones ideales para ser expuesta a sollicitaciones como cargas vehiculares; esto es indispensable al momento de ejecutar el proyecto; debido a que en Perú existe por el hecho de encontrarse en el

cinturón de fuego hace que los estratos varíen constantemente provocando surcos, fatigas y grietas en pavimentos.

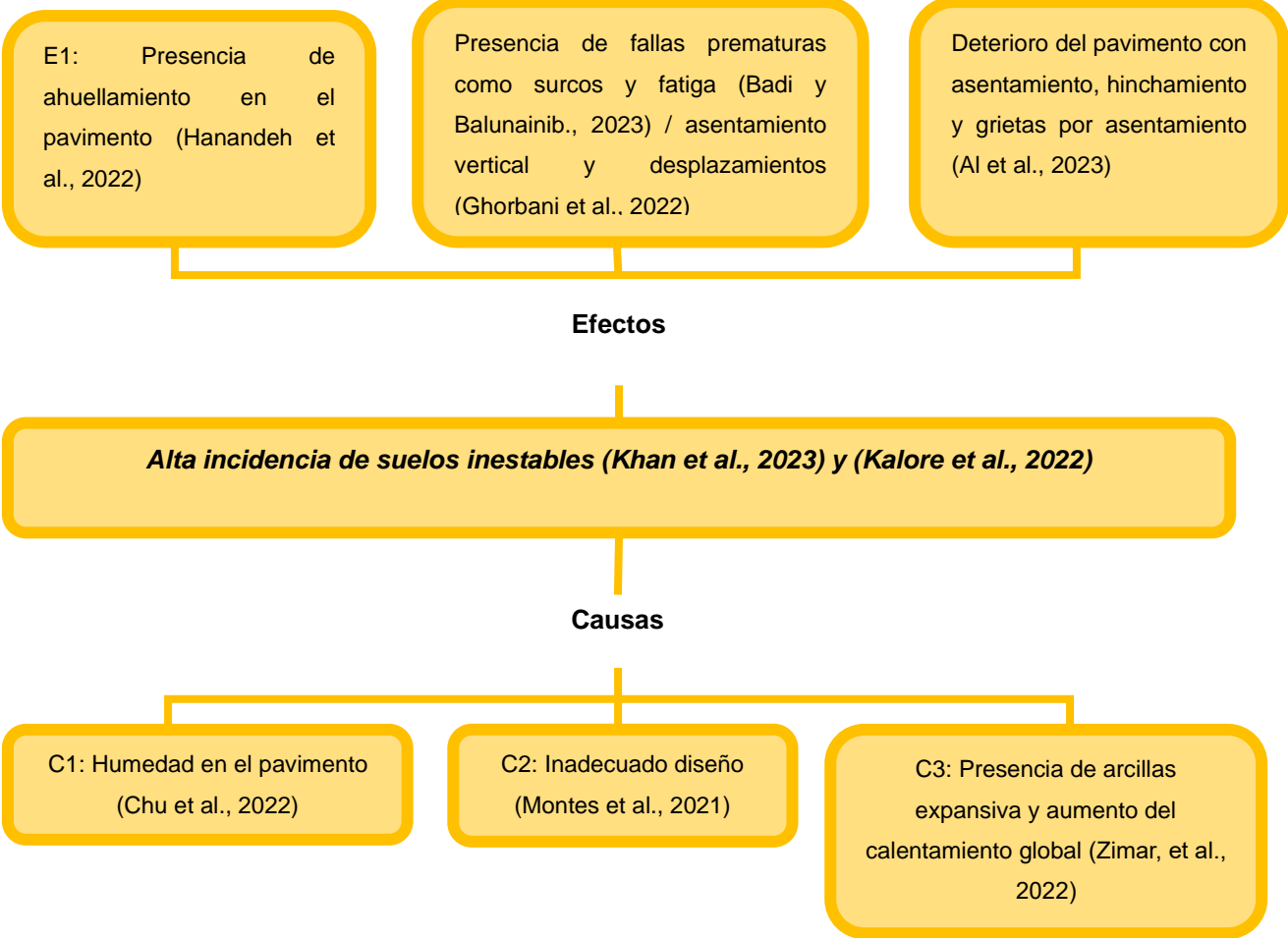


Figura 1. Árbol de problemas
Fuente. Elaboración propia.

No obstante, existen algunas causas que pueden provocar un suelo débil. Para algunos autores, la subrasante aporta soporte a las estructuras, pero se enfrenta a la presencia de **humedad** que tiene acciones que perjudican sustancialmente al pavimento (Chu, et al., 2023). Cuando el suelo se encuentra completamente saturado, la carga del tráfico generará una presión de agua entre las partículas del suelo, lo que disminuirá la tensión en relación a la disminución de la carga soportada por cada partícula del suelo. Por otro lado, cuando el suelo no esté completamente saturado, un aumento en el porcentaje de humedad disminuirá la

succión matricial, eso se refleja en la reducción de la tensión efectiva y, en consecuencia, deteriorar las propiedades mecánicas.

Asimismo, el **inadecuado diseño** también es un grave problema en la pavimentación debido al uso o adaptación de métodos extranjeros en dónde no se acopla al clima, al tipo y fallas en el suelo y mucho menos al tránsito real (Montes et al., 2021). De la misma manera, cuando la capa inferior del pavimento es la subrasante, y las condiciones deficientes del suelo de la subrasante reducen la duración del pavimento, especialmente si contiene **arcilla expansiva** (Zimar, et al., 2022). Debido al cambio climático global, las sequías extremas y el calentamiento global cada vez más frecuentes causan que las arcillas expansivas se contraigan volumétricamente. Esta contracción del suelo durante el período de sequía deteriora las características mecánicas e hidráulicas de los suelos, lo que resulta en la formación gradual de grietas.

Estos parámetros mencionados anteriormente, pueden provocar problemas como el **ahuellamiento** en pavimentos, el cual es un problema que consiste en la presencia de asentamientos pronunciados en la superficie de la pavimentación producida por inestabilidad de las capas inferiores o presencia de bases semirrígidas (Liu, et al., 2023). Del mismo modo, existe la presencia de **fallas prematuras** causadas por la excesiva formación de **surcos y fatiga** (Baadiga et al., 2023).

Así mismo, la presencia de arcillas expansivas genera en el pavimento **asentamiento vertical, desplazamiento horizontal** (Ghorbani, et al., 2022). Además, la presencia de **hinchamiento o asentamiento** por colapso de la subrasante en presencia de arcilla expansiva, y presencia de grietas debido a esto (Al, et al., 2023).

Debido a esto, se plantea el uso de residuos de ladrillos de construcción y cenizas volantes como estabilizante de una subrasante para el mejoramiento de sus propiedades físico-mecánicas.

El uso de residuos de construcción y demolición, materiales como ladrillo y teja de cerámica, como sustituto parcial en mezcla del suelo ha tenido mucha importancia en los últimos años, al ser materiales reciclables (Hidalgo et al., 2023). Así mismo

existen investigaciones donde hacen uso del polvo de ladrillo en aplicaciones directas para influir en la resistencia de suelos expansivos (Amena, 2021).

Con todo lo mencionado, el problema general del actual estudio será ¿Cómo influye el uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, Moquegua-2023? Así mismo se ha de considerar tres Problemas específicos a)¿Cómo influye el ladrillo pulverizado y cenizas volantes en el contenido de humedad de la subrasante, Moquegua-2023? b)¿Cómo influye el ladrillo pulverizado y cenizas volantes en los límites de consistencia de la subrasante, Moquegua-2023? c)¿Cómo influye el ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la máxima densidad seca de la subrasante, Moquegua-2023? d)¿Cómo influye el ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la capacidad portante de la subrasante, Moquegua-2023?

La investigación se justifica **teóricamente**, ya que existe una necesidad de poder aportar una estabilidad en los suelos especialmente con la presencia de estratos expansivos como las arcillas ya que afecta principalmente el correcto funcionamiento de las vías de comunicación y desarrollo como las carreteras Shan (2023). Además se plantea el uso del ladrillo pulverizado y la ceniza volante dado que estos materiales han demostrado ser alternativas prometedoras en la construcción sostenible a nivel global. La literatura científica y técnica ha señalado su potencial para mejorar la resistencia y durabilidad de los suelos y subrasantes en diversas condiciones. Estos materiales presentan propiedades que podrían contribuir positivamente a la ingeniería de suelos, ofreciendo soluciones más amigables con el medio ambiente y reduciendo la dependencia de recursos tradicionales y partiendo de la necesidad de mejorar las deficiencias en las propiedades de resistencia del suelo, es por ello que Alemshet et al. (2023) nos menciona que la mayoría de problemas en la pavimentación a nivel global es debido a la presencia de suelo expansivo en la subrasante. En tal sentido Khan et al., (2022) nos mencionan que existen numerosas investigaciones referente a residuos de materiales de construcción con el fin de reutilizarlos en mejoramientos de suelos. En tal sentido es que proponen la utilización de ladrillos quemados en exceso como un material estabilizante en el suelo, pero que al mismo tiempo este vaya acompañado con un aditivo aglutinante como las cenizas volantes, dado que en

conjunto estos materiales permiten mejorar el suelo la resistencia y durabilidad. Así mismo Shaaban (2021), demuestra que adicionar cenizas volantes en el suelo logra aumentar la resistencia y reducir la contracción seca, debido a que las cenizas volantes tienen propiedades cementantes. Del mismo modo, Shan (2023) menciona que aditivos como cal, cenizas volantes entre otros, permiten reducir la plasticidad, contracción, hinchazón y ofrece mejoras de resistencia en el suelo. Por otro lado, Amena (2021), nos demuestra que incorporar residuos de ladrillos adicionados con materiales aglutinantes como las cenizas volantes, presentan mejoras significativas en la resistencia de suelos débiles, al mismo tiempo que se tendría un aporte sustancial para reducir la contaminación ambiental al reutilizar materiales de desecho dentro de la construcción y fomentar la sostenibilidad.

La justificación técnica, este estudio se centra en la necesidad de evaluar cómo el uso de ladrillo pulverizado y ceniza volante afecta las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la vía Malecón Ribereño de Moquegua en el año 2023. Rivera, et al (2020) menciona que estos materiales representan alternativas sostenibles en la construcción, pero su aplicación específica en este contexto aún no ha sido investigada de manera exhaustiva. Kelechi, et al.(2022) mencionan que se busca llenar este vacío técnico, proporcionando datos concretos sobre cómo estos materiales pueden mejorar la resistencia y durabilidad de la subrasante en esta ubicación específica, contribuyendo así a prácticas constructivas más eficientes y respetuosas con el medio ambiente. En la investigación se enfoca en el tipo de suelo que presenta el departamento de Moquegua, ya que debido a recientes investigaciones estos suelos son predominantes en arcillas, es por ello la necesidad de estabilizar estos suelos para mejorar la plasticidad y expansividad que tienen estos materiales.

La justificación social de la investigación actual se centra en proporcionar soluciones prácticas destinadas a mejorar las características de la subrasante a través del aprovechamiento de desechos de ladrillos pulverizados. Zhou, et al. (2022) menciona que el uso de cenizas de carbón no solo ofrece beneficios evidentes para los residentes de la zona en términos de mejora de las propiedades del suelo, sino que también contribuye de manera significativa a la generación de

empleo mediante la creación de microempresas especializadas en el procesamiento de este innovador producto.

La justificación ambiental; el presente trabajo se enfoca en aportar beneficios notables al entorno y la ecología y que esto se logra mediante el proceso de reciclaje de desechos de construcciones, que se utiliza de manera efectiva para mejorar las propiedades de la capa subrasante en los suelos. Dang, et al. (2021) menciona que la incorporación de estos materiales reciclados no solo impulsa la sostenibilidad ambiental al reducir la cantidad de desechos no biodegradables, sino que también promueve prácticas ecoamigables al darle una segunda vida útil a los materiales de construcción, contribuyendo así a la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.

Debido a esto, **el objetivo general** de la investigación será: i) Demostrar cómo el uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes influye en las propiedades de la subrasante, Moquegua-2023. Asimismo, se plantea tres objetivos específicos **objetivos específicos; a)** Determinar la influencia del ladrillo pulverizado y cenizas volantes en el contenido de humedad de la subrasante, Moquegua-2023. **b)** Analizar la influencia del ladrillo pulverizado y cenizas volantes en los límites de consistencia de la subrasante, Moquegua-2023. **c)** Establecer la influencia del ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la máxima densidad seca de la subrasante, Moquegua-2023. **d)** Definir la influencia del ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la capacidad portante de la subrasante, Moquegua-2023.

A continuación, se señalan las hipótesis correspondientes al trabajo de investigación, hipótesis general; El uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes influye positivamente en las propiedades de la subrasante, Moquegua-2023. Asimismo, se señalan tres hipótesis específicas; **a)** El uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes disminuye el % de contenido de humedad en la subrasante, Moquegua-2023. **b)** El uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes menor a los límites de consistencia en la subrasante, Moquegua-2023. **c)** El uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes incrementa la máxima densidad seca en la subrasante, Moquegua-2023. **d)** El uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes mejora el CBR en la subrasante, Moquegua-2023.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, Salimah, et al. (2022), en su artículo “A comparative study of red brick powder and lime as soft soil stabilizer” muestran la necesidad de estabilizar el suelo, dado que para ser usado en algún proyecto este suelo es el principal responsable para soportar las cargas, estas mejoras van relacionadas con la resistencia, disminución de compresibilidad y permeabilidad. Por ello tuvieron como objetivo realizar una comparación entre el uso de polvo de ladrillo (PL) y cal como estabilizadores en relación al CBR. La metodología desarrollada fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y alcance explicativo. El diseño consistió en incorporar porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15% de cal y de ladrillo rojo por separado en el suelo. Se consideró una muestra de 48 elementos entre cal y polvo de ladrillo. El tratamiento fue mecánico para triturar el material de ladrillo y finalmente se seleccionó el material pasante por el tamiz N°40 (menor a 0.475mm), el mismo procedimiento se realizó para la cal y el polvo de ladrillo. Los resultados de la máxima densidad seca (MDS) fueron de 1.58 g/cm³ para la muestra base, 1.7 g/cm³ con 15% de cal y 1.68 g/cm³ con PL, estos resultados fueron obtenidos con % de humedad de 21.12% para el PL y 21.06% para cal. La MDS aumentó debido a que la cal y el PL tiene mayor gravedad específica, lo mismo sucede en el contenido de humedad ya que debido a la reacción puzolánica, hace que la máxima densidad requiera mayor cantidad de agua. En relación al CBR la muestra patrón mojada y no mojada fueron de 3.51% y 15.7%; mientras que con cal con incorporación del 15% presentó un CBR de 7.58% y 16.91% y con PL al 15% fue de 4.55% y 19.2%, el CBR del suelo mojado es menor al suelo no mojado, dado que la inmersión en agua hace que la muestra se sature y llene los espacios vacíos, esto ocasiona que los granos del suelo se debiliten y la capacidad de carga del suelo disminuya, pero con la implementación de Cal y PL por tener características de material cementante hace que el valor de CBR aumente obteniendo un suelo más rígido. Finalmente concluyen que en que la incorporación de cal o polvo de ladrillo en el suelo mejora sustancialmente la capacidad de soporte del suelo mojado en un 61% y en suelo no mojado un 73%.

Del mismo modo, Alemshet, et al. (2023), en su investigación “Efecto de mejora de las cenizas volantes y la escoria de acero molida en polvo para mejorar el suelo de subrasante expansivo” nos muestran que la presencia de suelos expansivos afecta

de manera directa el correcto funcionamiento y diseño de una infraestructura es por ello que se buscan diversos materiales para poder estabilizar estos suelos. Por ellos su objetivo fue analizar el efecto del compuesto de cenizas volantes (CV) y escoria de acero en polvo (EAP) en la estabilidad del suelo expansivo. La investigación desarrollada fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y nivel explicativo. El diseño consistió en incorporar porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de CV y respectivamente a ellos sumarle 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5% de EAP. Por ello se tomaron una cantidad total de 18 muestras para ensayar el CBR. Los resultados respecto a los límites de Atterberg (LL, LP y IP) demostraron que a mayor porcentaje de incorporación los 3 indicadores disminuyen desde un 68.5%, 39% y 27.5% a valores con el máximo porcentaje de CV y EAP de 22%, 10% y 3.5%. Por otro lado, la MDS se mayoría desde un valor de 1.48 g/cm³ en muestra natural a un 1.98 g/cm³ con el último porcentaje de incorporación, Así mismo el % de humedad varía de 19% a 16.8% respectivamente. En relación a CBR el valor máximo obtenido de la muestra empapada y no empapada fue de 16.21% y 13.8% con adición de 20% de CV y 10% de EAP superiores frente a la muestra patrón con valores de 2.01% y 2.46%. Finalmente concluyeron que el uso de residuos industriales de CV y EAP como estabilizante de suelos expansivos es una solución viable y eficaz y que pueden ser usados como materiales en la construcción.

Así mismo, Getaneh, et al. (2020), en su artículo "Suitability of Gypsum and Crushed Waste Brick Mix for Stabilization of Weak Subgrade Soil" nos comentan el problema que existe en las subrasantes de las carreteras, que causan problemas a las estructuras debido a su efecto de dilatación y retracción es por ello que existe la iniciativa de buscar o generar compuestos de materiales que aporten dicha estabilidad. Es por ello que tuvieron como objetivo evaluar el uso de yeso y ladrillos triturados a manera de estabilizante de suelos expansivos. La investigación desarrollada fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y nivel explicativo. El diseño consistió en incorporar porcentajes de 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de ladrillo triturado (LT) y 0%, 2%, 4%, 6% y 8% de yeso por peso de la mezcla total. Se consideró una muestra de 15 elementos, 3 muestras por cada diseño uniéndose 10% de LY y 2% de yeso y así sucesivamente. El ladrillo llevó un proceso mecánico en una trituradora para poder ser usado en el suelo. Los resultados de

Límites de Atterberg fueron de 76.50 de LL para la muestra patrón y de 39.80 el límite al incorporar 40% de LT y 8% de yeso, el LP fue de 40% y 30.970, y el índice de plasticidad fue de 36.50 y 9.030, respecto a la MDS obtuvieron para la muestra base un valor de 1.412 g/cm³ y con la incorporación de 40% de LT y 8% de yeso fue de 1.480 g/cm³, respecto al % de humedad fueron de 25.4% y 29.20% respectivamente. Por otro lado, el CBR del suelo natural fue de 1.456% y el valor máximo de 10.686% fue obtenido en el porcentaje de 30 LT y 6% de yeso. Concluyeron que hacer uso conjunto de ladrillo triturado y yeso es viable como estabilizante de suelos en subrasante.

Por otro lado, Blayi et al., (2020) en su artículo "Stabilization of high-plasticity silt using waste brick powder" mencionan su preocupación por residuos que son generados en las industrias del ladrillo y que cada vez aumenta con el progreso de la urbanización e industrialización, generando problemas ambientales y financieros. Por ello en su artículo tuvieron como objetivo analizar el comportamiento del suelo limoso con incorporación de polvo de ladrillo como un estabilizante. La metodología desarrollada fue aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y explicativo. El diseño se realizó con incorporaciones de polvo de ladrillo (PL) en 0, 6, 12, 18, 24 y 30% por peso seco de suelo. Se recolectó el polvo de ladrillo en ladrilleras donde sus residuos fueron llevados a una trituradora para darle el tamaño adecuado y poder ser incorporado en la mezcla. Los resultados respecto a los límites de Atterberg demostraron que con la presencia de polvo de ladrillo disminuyen, valores de la muestra patrón fueron de 52.60 LL, 33.42 LP y 19.18 IP mientras que con presencia de 30% de PL fueron de 32.26 LL, 19.6 LP y de 12.62 IP. Por otro lado, la MDS y % de humedad (H) variaron considerablemente al incrementar el porcentaje de polvo de ladrillo, tanto así que la muestra patrón presentó un MDS de 1.74 g/cm³ y 20.42% H y los valores límites alcanzados con incorporación de 30% de PL fueron de 1.83 g/cm³ de MDS y 13.84 % de H, esto se debe a que el polvo de ladrillo presenta mayor gravedad específica y dificultad para absorber agua. Por otro lado, el CBR se registró de la siguiente manera, la muestra patrón fue de 3.20% y para la muestra modificada fue de 6.85%, 9.50%, 13.00%, 15.60% y 17.30% para cada incorporación respectiva esto se debe a la composición química del PL que frente a una solución húmeda se comporta como un material cementante y permitiendo aumentar la capacidad de soporte. Concluyeron que, en cuestión de

Límites de Atterberg, contracción lineal, expansión y permeabilidad disminuye al hacer uso de PL, por otro lado, hacer uso de ella aumenta considerablemente la MDS, su clasificación y su CBR.

Del mismo modo Amena, (2021), en su investigación “Experimental study on the effect of plastic waste strips and waste brick powder on strength parameters of expansive soils” nos menciona que la presencia de suelos expansivos es un gran problema, dado que es el suelo más débil con una capacidad baja de resistir cargas debido a su dificultad al aumentar su volumen en presencia de agua y contraerse en estaciones secas. Es por ello que su objetivo fue estabilizar estos suelos mejorando la resistencia del suelo a presión y reducir la contaminación. La metodología desarrollada fue aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y explicativo. El diseño se realizó con incorporaciones de polvo de ladrillo (PL) en 20, 30 y 40% y tiras de plástico (TP) en 0.25, 0.5 y 0.75% en peso. La muestra total fue de 30, obteniendo 3 muestras por cada diseño de incorporación. Se recolectó el polvo de ladrillos en las ladrilleras y se recolectó botellas plásticas, el tratamiento del polvo de ladrillo fue un tamizado tomando en cuenta sólo tamaños inferiores a 5mm y el plástico cortado en tiras de ancho de 1 mm y longitud de 10 mm. Los resultados demostraron que la MDS fue con la adición conjunta de 40 PL y 0.25% TP con un valor de 1.671 g/cm^3 frente al diseño base de 1.469 g/cm^3 . Esto se debe a la presencia de interacción puzolánica del PL en el suelo y con presencia de agua. Así mismo, el valor de CBR del diseño base empapado fue de 2.68% y el valor máximo fue de 8.69 incorporando 0.75% de TP y 40% de PL, esto se debe a que en conjunto las tiras de plástico y el polvo de ladrillo hacen que el suelo obtenga características cementantes y por ello aumente su resistencia a cargas. Finalmente concluyeron que la presencia en conjunto de TP y PL en suelo aumentó la MDS y mejoró su resistencia a sollicitaciones, por lo que es una solución sostenible y económica.

A nivel nacional, Vilcas (2022) en su investigación “Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas” muestra el problema de tener pavimentos sobre suelos inestables por presencia de arcillas y de su afectación directa en la estructura y el flujo vehicular, causando daños mecánicos e incomodidad en los usuarios. Es por ello que tuvo como objetivo

analizar el uso de cenizas de ladrillo como estabilizante de suelos arcillosos en vías no pavimentadas. La metodología desarrollada fue aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y explicativo. El diseño se realizó con incorporaciones de ceniza de ladrillo (CL) en porcentajes de 10, 20 y 30% de sustitución del suelo seco natural. La cantidad de muestras para evaluar el CBR fue de 12. El proceso de obtención del material fue directo de los residuos de quemado de ladrillo pasando 2 días para su enfriamiento. Los resultados frente al % de humedad fueron porcentajes de 10.73, 10.55, 10.23 y 9.24 para incorporaciones de 0%, 10%, 20% y 30% de CL, Así mismo los límites de Atterberg (LL, LP y IP) fueron de 52.60, 46.17, 40.57, 35.40 LL; 25.03, 24.63, 23.63 y 21.03 LP; 27.57%, 21.53, 16.96 y 14.37 IP. Por otro lado, la MDS presentó resultados de 1.86, 1.93, 1.97 y 2.01 g/cm³ respectivamente a la incorporación. El CBR al 95% de MDS fue de 4.6%, 10.53%, 14.23% y 20.83% y al 100% de MDS fue de 4.93%, 11.50%, 15.33% y 22.87% respectivamente. Se concluyó que adicionar cenizas de ladrillo si interviene en la estabilización de suelos con arcillas mejorando sus características físicas y mecánicas del suelo con un porcentaje óptimo de incorporación de 30%.

Así mismo Alanya (2020), en su investigación “Estabilización de suelos arcillosos incorporando cenizas de madera, originadas por ladrilleras artesanales, en la red vial vecinal Antarumi – Macachacra, Ayacucho” comenta que la infraestructura vial se considera fundamental para el avance de un país, permite la conexión entre ciudades, el comercio entre otras cosas. No obstante, el problema que aquejan las ciudades es no contar con carreteras de calidad, ya que no todos los suelos ofrecen la resistencia adecuada es por ello que se busca mayorar las propiedades de los suelos dónde se van a cimentar o apoyar una estructura. Por ello la investigación presentó como objetivo evaluar el efecto de cenizas de madera originada en ladrilleras artesanales a manera de un estabilizante de suelos en presencia de arcilla. La metodología desarrollada fue aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y explicativo. El diseño se realizó con incorporaciones de ceniza de madera (CM) en porcentajes de 0, 17 y 21 y 25% de sustitución del suelo seco natural. La cantidad de muestras para evaluar el CBR fue de 12. Los resultados frente a la MDS presentaron resultados de 1.387, 1.437, 1.473 y 1.437 g/cm³ respectivamente a la incorporación. Frente al índice de plasticidad se obtuvo valores de 18.94 Así mismo el % de contenido de humedad fue de 23.75%, 27.18%

27.33% y 29.25%. El CBR fue de 5.75%, 5.36%, 2.3% y 7.15% respectivamente. Se concluyó que hacer uso de cenizas de madera en el suelo influye de manera positiva, incrementando un 18.53% la cohesión, 6.20% la MDS, el porcentaje de humedad de 23.16% y mejorando la capacidad de soporte en un 24.53%.

Del mismo modo, Álvarez (2022), en su investigación “Aplicación de ceniza orgánica en la estabilización de sub-rasantes arcillosas” nos comenta que la calidad de suelo que se tiene en un emplazamiento de una construcción, es de vital importancia para soportar una estructura con el fin de garantizar la funcionabilidad del elemento con una vida de servicio más larga y que la presencia de suelo con calidad baja dificulta este proceso. Por ello tuvo como objetivo conocer cuál es la influencia de incorporar ceniza orgánica como un estabilizante en sub-rasantes arcillosas. La metodología desarrollada fue aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y explicativo. El diseño se realizó con incorporaciones de ceniza orgánicas (CO) en porcentajes de 0, 15 y 25 y 35% de sustitución del suelo seco natural. La cantidad de muestras para evaluar el CBR fue de 15. Los resultados frente a la MDS presentaron resultados de 1.82, 1.875, 1.734 y 1.698 g/cm³ respectivamente a la incorporación. Así mismo el % de contenido de humedad fue de 14.50%, 12.02%, 12.71% y 13.1%. El CBR fue de 16.70%, 23.40%, 23.90% y 24.70% respectivamente. Se concluyó que hacer uso de cenizas orgánicas en el suelo logra estabilizar los suelos arcillosos además que cumple con los requisitos del manual de carreteras en relación al bajo volumen de tránsito con un óptimo porcentaje de 35%.

Finalmente, a nivel local, según Mamanchura (2022), en su investigación “Influencia del uso de cenizas volantes en la estabilización de suelos para la pavimentación en la Av. Alfonso Ugarte, distrito de San Antonio – Moquegua, 2021” menciona que debido al crecimiento poblacional se buscan nuevos proyectos de construcción en viviendas y carreteras; por lo que los terrenos al presentar suelos con capacidad baja de soporte son un problema habitual y se busca la manera de mejorar sus propiedades. Es por ello que su objetivo fue de conocer la influencia de usar cenizas volantes en los suelos con fin de estabilizarlos y ser usados en pavimentaciones. La metodología desarrollada fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y alcance explicativo. El diseño se realizó con incorporaciones de

ceniza volantes (CV) en porcentajes de 10, 15 y 20 y 22% de sustitución del suelo seco natural. La cantidad de muestras para evaluar el CBR fue de 15. Los resultados frente a los límites de Atterberg (LL, LP y IP) fueron de 35.3, 33.75, 31.58, 29.38 y 28.00 LL; 22.04, 21.55, 21.10, 20.78 y 20.00 LP; 13.26, 12.20, 10.48, 8.6y 8 IP. Por otro lado, la MDS presentó resultados de 1.906, 1.91, 1.923, 1.941 y 1.958 g/cm³ respectivamente a la incorporación. Así mismo el % de contenido de humedad fue de 13.85%, 13.27%, 13.01% 12.95% y 12.89%. El CBR al 95% de MDS fue de 5.3%, 6.85%, 7.32% 8.74% y 9.6% y al 100% de MDS fue de 13.512%, 14.978%, 16.012% 17.226% y 18.917% respectivamente. Se concluyó que la adición de ceniza volante en suelo con fines de estabilización si mejora considerablemente las propiedades del suelo.

Dentro de las **bases teóricas** de la investigación se encuentran los siguientes conceptos que se presentan a continuación:

Proceso de Mezclado y Homogeneización: El proceso de mezclado, enfatizado por Pérez et al. (2017), se convierte en un factor crucial para garantizar la uniformidad en la distribución de los materiales. Destacan la importancia de técnicas de mezclado adecuadas para maximizar la eficacia de los aditivos en la mejora de las propiedades mecánicas. Este enfoque metodológico subraya la necesidad de una aplicación precisa de los materiales en el proyecto.

El proceso de mezclado y homogeneización de los materiales desempeñan un papel esencial en la influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante. Las teorías que respaldan este proceso se centran en la necesidad de lograr una distribución uniforme de los aditivos para optimizar la mejora de las propiedades mecánicas. A continuación, se detallan las teorías fundamentales como : **Teoría de Distribución Uniforme de Aditivos;** Esta teoría sostiene que la eficacia de los aditivos, como el ladrillo pulverizado y la ceniza volante, está directamente vinculada a su distribución uniforme en la mezcla. Pérez et al. (2017) resaltan la importancia de este principio al señalar que una distribución homogénea de los materiales es crucial para garantizar que todas las partículas del suelo se vean afectadas de manera equitativa. Esta teoría subraya que la aplicación selectiva de técnicas de mezclado es esencial para evitar concentraciones locales de aditivos que podrían

comprometer la consistencia y estabilidad de la subrasante. **Así mismo Teoría de Efectividad de Mezclado en Propiedades Mecánicas;** La eficacia del proceso de mezclado se vincula directamente a la mejora de las propiedades mecánicas del suelo. La teoría sugiere que, al lograr una distribución homogénea de ladrillo pulverizado y ceniza volante, se maximiza su influencia en la resistencia, la capacidad de carga y la estabilidad de la subrasante. Pérez et al. (2017) subrayan que la aplicación precisa de estas técnicas de mezclado es esencial para optimizar la eficacia de los aditivos y, por ende, mejorar las propiedades físico-mecánicas del suelo.

Teorías sobre el Tipo y Cantidad de Aditivos: La elección y cantidad de aditivos en el suelo juegan un papel fundamental en la modificación de sus propiedades físico-mecánicas. Martínez y Torres (2021) destacan la importancia de este aspecto, enfatizando que la introducción de aditivos es un elemento clave para mejorar las características del suelo. A continuación, se profundiza en las teorías relacionadas con el tipo y cantidad de aditivos: **Teoría de Mejora Selectiva;** Esta teoría sugiere que la selección cuidadosa de aditivos, como el ladrillo pulverizado y la ceniza volante, es esencial para modificar específicamente las propiedades que se buscan mejorar. Diversos aditivos pueden tener impactos distintos en la cohesión, la capacidad de carga y la resistencia al desgaste del suelo. Martínez y Torres (2021) destacan que la aplicación selectiva de aditivos permite abordar de manera más efectiva las necesidades específicas de la subrasante, asegurando una mejora integral de las propiedades físico-mecánicas. **Teoría de Proporciones Óptimas;** La cantidad de aditivos utilizada también es un factor crítico. Esta teoría sugiere que existe una relación óptima entre la cantidad de aditivos y la mejora deseada en las propiedades del suelo. Martínez y Torres (2021) subrayan la importancia de evitar el exceso o la escasez de aditivos, ya que ambos extremos pueden comprometer la eficacia de la modificación del suelo. En este sentido, la aplicación de una cantidad precisa de aditivos se convierte en un factor clave para alcanzar los resultados deseados. **Teoría de Interacción Aditivo-Suelo;** Esta teoría postula que la interacción entre los aditivos y las características del suelo es dinámica y específica para cada proyecto. Martínez y Torres (2021) señalan que factores como la mineralogía del suelo y la composición de los aditivos influyen en

la forma en que se producen las modificaciones en las propiedades físico-mecánicas.

Teoría de Interacción Mineral-Aditivo: La Teoría de Interacción Mineral-Aditivo es fundamental para comprender cómo la presencia de aditivos, como el ladrillo pulverizado y la ceniza volante, influye en la mineralogía del suelo y, por ende, en sus propiedades físico-mecánicas. Profundizando en esta teoría según la perspectiva presentada por Wang et al. (2019), se revelan detalles a continuación:

Especificidad de la Interacción; Esta teoría postula que la interacción mineral-aditivo no es universal, sino que depende de la naturaleza específica de los minerales presentes y la composición química de los aditivos utilizados. Wang et al. (2019) indican que diferentes aditivos pueden tener efectos variados en diversos minerales, y viceversa. Por ejemplo, la ceniza volante puede reaccionar de manera distinta con minerales arcillosos en comparación con minerales arenosos.

Modificación de Propiedades Minerales; La teoría destaca cómo ciertos aditivos pueden modificar las propiedades de los minerales presentes en el suelo. Wang et al. (2019) ofrecen ejemplos de cómo la introducción de ladrillo pulverizado puede influir en la cohesión de arcillas, mejorando la estabilidad y resistencia mecánica. Esta modificación de propiedades minerales es crucial para entender cómo los aditivos afectarán la respuesta global del suelo.

Aditivos como Catalizadores de Cambio; La teoría sugiere que los aditivos actúan como catalizadores de cambio en las propiedades minerales del suelo. Wang et al. (2019) argumentan que la presencia de ladrillo pulverizado y ceniza volante inicia reacciones químicas o físicas específicas con ciertos minerales, generando transformaciones en la estructura y comportamiento mecánico del suelo.

Evaluación de Compatibilidad; Una parte esencial de esta teoría es la necesidad de evaluar la compatibilidad entre los aditivos y los minerales presentes en la subrasante. Wang et al. (2019) enfatizan que no todos los aditivos son igualmente efectivos en todos los tipos de suelo. Se debe realizar una evaluación cuidadosa para seleccionar aditivos que se complementen de manera óptima con la mineralogía específica de la subrasante.

Teoría de Textura del Suelo y Deformaciones: La Teoría de Textura del Suelo y Deformaciones se adentra en la relación entre la composición granulométrica del suelo y su capacidad para resistir deformaciones bajo cargas aplicadas esta teoría

según la investigación de Wang et al. (2019) menciona las características a continuación: **Influencia de Partículas Finas y Gruesas**; La teoría destaca que la textura del suelo, que incluye la proporción de partículas finas (arcillas y limos) y gruesas (arenas y gravas), influye directamente en su respuesta a cargas externas. Wang et al. (2019) sugieren que suelos con una mayor proporción de partículas finas tienden a ser más susceptibles a deformaciones, mientras que suelos con mayor contenido de partículas gruesas pueden resistir mejor las cargas aplicadas. **Comportamiento Diferenciado de Arcillas y Arenas**; La teoría profundiza en cómo diferentes texturas afectan el comportamiento mecánico. Por ejemplo, se señala que las arcillas, debido a su naturaleza cohesiva, pueden experimentar deformaciones plásticas, mientras que las arenas, siendo más sueltas, tienden a ser más propensas a deformaciones por corte. Wang et al. (2019) resaltan que entender estos comportamientos diferenciales es esencial para abordar efectivamente las deformaciones en la subrasante. **Efectos de la Adición de Aditivos en Texturas Específicas**; La teoría sugiere que la inclusión de aditivos, como el ladrillo pulverizado, la ceniza volante y entre otros aditivos, puede tener efectos diferenciados en suelos con diversas texturas. Wang et al. (2019) indican que la mejora de la cohesión en suelos arcillosos y el aumento de la capacidad de drenaje en suelos arenosos son ejemplos de cómo los aditivos pueden abordar de manera específica las características de la textura del suelo. **Análisis de Compactación y Deformaciones**; La investigación subraya la necesidad de realizar análisis detallados de compactación en suelos con diferentes texturas. Wang et al. (2019) sugieren que el proceso de compactación debe adaptarse según la textura del suelo para garantizar una distribución uniforme de los aditivos y una mejora homogénea de las propiedades físico-mecánicas. **Evaluación de Resistencia a Largo Plazo**; La teoría resalta la importancia de considerar la resistencia a largo plazo del suelo después de la adición de aditivos. Wang et al. (2019) sugieren que la mejora de las propiedades mecánicas debe ser sostenible y resistente al tiempo, teniendo en cuenta las posibles deformaciones a largo plazo en función de la textura inicial del suelo.

También es importante definir las **propiedades físicas**, las cuales hacen referencia a las características físicas y estructurales que describen su composición, textura, estructura, densidad, permeabilidad y retención de agua (Novillo, et al., 2018).

Estas propiedades son fundamentales para comprender el comportamiento del suelo y su capacidad para soportar cargas. Estas propiedades físicas del suelo son evaluadas a través de diferentes métodos y pruebas de laboratorio y campo, y son fundamentales para diseñar y gestionar adecuadamente proyectos de ingeniería civil, agricultura y conservación del suelo.

Teoría de Estabilización Química: La Teoría de Estabilización Química constituye una perspectiva fundamental que explora la interacción íntima entre los componentes químicos de los aditivos y las partículas del suelo, con el propósito de lograr una mejora sustancial en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante vial. Martínez y Torres (2021) proponen aspectos como: **Interacción Específica entre Componentes Químicos;** La teoría subraya la importancia de la interacción específica entre los componentes químicos de los aditivos y los del suelo. Martínez y Torres (2021) sugieren que la composición química única de la adición de aditivos permite reacciones específicas con minerales presentes en la subrasante. Esto puede incluir procesos de ionización, absorción, o formación de compuestos químicos que contribuyen a la estabilización. **Formación de enlaces químicos;** es la estabilización química puede implicar la formación de enlaces químicos entre los aditivos y las partículas del suelo. Martínez y Torres (2021) sugieren que estos enlaces pueden mejorar la cohesión del suelo, proporcionando una estructura más robusta y resistente a las tensiones mecánicas y ambientales. **Impacto en la Cohesión del Suelo;** La teoría detalla cómo la estabilización química puede manifestarse a través de un aumento significativo en la cohesión del suelo. Martínez y Torres (2021) explican que la interacción química puede generar una mejor cohesión alrededor de las partículas del suelo, mejorando su capacidad para resistir las fuerzas de corte y deformaciones. **Reducción de Expansión y Contracción;** la estabilización química puede mitigar los efectos adversos de la expansión y contracción del suelo. Martínez y Torres (2021) argumentan que, al intervenir a nivel químico, se puede reducir la susceptibilidad del suelo a los cambios volumétricos asociados con variaciones en la humedad, contribuyendo así a una mejora en la estabilidad a largo plazo. **Mejora General de Propiedades Mecánicas;** La teoría destaca que la estabilización química no solo se limita a aspectos específicos, sino que conduce a una mejora general en las propiedades mecánicas del suelo. Martínez y Torres (2021) indican que esta mejora puede incluir

un aumento en la resistencia a la compresión, una mayor capacidad de carga y una disminución de la deformabilidad, todos atributos esenciales para una subrasante eficaz. **Evaluación de la Sostenibilidad de la Estabilización**; la sostenibilidad de la estabilización química a lo largo del tiempo. Martínez y Torres (2021) proponen evaluaciones a largo plazo para comprender cómo la interacción química persiste y cómo afecta la durabilidad de las mejoras en las propiedades físicas del suelo.

Asimismo, las **propiedades mecánicas** hacen referencia a determinadas características de la capa subrasante de un pavimento, que se encuentra por debajo de la capa final o capa de rodadura, estas propiedades garantizan el funcionamiento adecuado en la estructura, propiedades tales como la resistencia, estabilidad, CBR, entre otras; así mismo la presencia de problemas para garantizar esas propiedades existen búsqueda de materiales que aporten mejoras (Ran, et al., 2023). Del mismo modo, Ye et al. (2022) menciona que conocer estas propiedades tiene un efecto directo en el diseño para definir los espesores de capas como la base, subbase y subrasante; llegando a mejorar el criterio al diseñar un pavimento u otras obras que requieran mejoras sustanciales en las propiedades del suelo dónde se va a cimentar o apoyar una estructura.

Asimismo, **la dosificación** es un proceso detallado que consiste en seleccionar material mediante una tecnología o un sistema, distribuyendo material en cantidades precisas con fines de lograr incorporarlo en un compuesto o conjunto (Adnan, et al., 2023). Así mismo, Ullah et al., (2023) menciona que la dosificación se basa en consideraciones técnicas y normativas, y puede variar dependiendo del tipo de estructura o elemento a construir, las condiciones ambientales, la exposición a agentes agresivos, los requisitos de resistencia, la trabajabilidad deseada, entre otros factores. Por lo general, se utilizan mezclas estándar y proporciones establecidas en códigos y normativas de construcción como punto de partida, pero se pueden ajustar a las necesidades específicas del proyecto.

Por otro lado, un término importante a definir es **la clasificación del suelo**, la cual se define por el SUCS o por la AASHTO que son sistemas diferentes pero que brindan la característica final de un suelo con usos en la ingeniería civil; si bien se conocen que son sistemas de EE. UU su uso también es válido y de alta demanda en diferentes países (Wilches, et al., 2020).

Tabla 1. Tipos de suelos en grupos y subgrupos (SUCS)

Grupo de suelos	Denominación	Subgrupos	Denominación
Inorgánico	I	Alta plasticidad	H
Orgánico	O	Baja plasticidad	L
Arcilla	C	Arcilloso	C
Limo	M	Limoso	M
Arena	S	Mal gradada	P
Grava	G	Bien gradada	W

Fuente. Tomado de Gutiérrez (2021)

Así mismo, Ayala et al. (2019) menciona que dentro de los estudios realizados a cenizas volantes y polvo de ladrillo tienen resultados similares que indican que estos materiales presentan mayor gravedad específica en comparación a las arcillas.

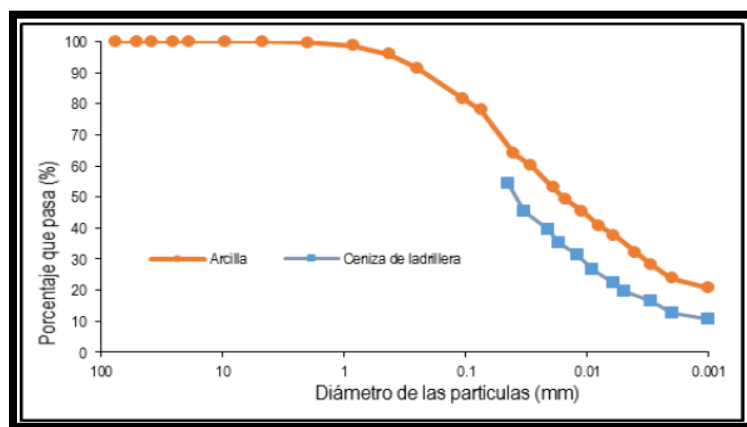


Figura 2. Comparación entre el tamaño de las partículas de arcilla y ceniza
Fuente. Tomado de Ayala et al. (2019).

Por lado las **variables** de la investigación se encuentran los siguientes conceptos que se presentan a continuación:

La variable independiente del **ladrillo pulverizado** o conocido también como escombros finos o cascote picado, consiste en una mezcla de finas partículas de ladrillo rotos, de desecho entre otros residuos de albañilería (Bárbaro et al., 2021).

Una teoría relevante es la propuesta por Zhang et al. (2018), quienes señalan que el ladrillo pulverizado, al ser un residuo de construcción, puede actuar como agente estabilizador en los suelos, mejorando su capacidad de carga y resistencia al corte. Esta teoría sugiere que la inclusión de ladrillo pulverizado puede alterar las características físicas y mecánicas del suelo, proporcionando una base sólida para las infraestructuras viales. Además, los trabajos de investigación de Wang et al. (2019) respaldan la idea de que el ladrillo pulverizado puede influir positivamente en las propiedades mecánicas del suelo al aumentar su cohesión y resistencia. Esta teoría postula que las partículas finas del ladrillo pulverizado pueden llenar los vacíos en el suelo, mejorando su capacidad de soporte y reduciendo la deformación.

Es un material por lo general elaborado en plantas ladrilleras artesanales o industriales, así como también en construcción o en locales de comercialización de este producto (Mimbela et al., 2021). Para García (2021), este material está compuesto por aluminosilicatos y otros componentes orgánicos, los cuales pueden ser caracterizados por medio de un análisis de fluorescencia de rayos X (XRF) o difracción de rayos X (XRD). Por otro lado, Martínez (2020) afirma que, al ser fabricados con arcillas, estas presentan silicatos de aluminio y alto contenido de feldespato, las cuales provienen de rocas félsicas.

Tabla 2. *Composición química (% en peso) de ladrillo pulverizado*

Elemento	Porcentaje (%)
SiO ₂	63.89
Al ₂ O ₃	25.49
Fe ₂ O ₃	7.73
CaO	0.29
MgO	0.04
Na ₂ O	0.2
K ₂ O	0.95
H ₂ O	1.33

Fuente. Tomado de Amena (2021)

En comparación de la composición química que solo muestra los elementos químicos, la **composición mineralógica** muestra los compuestos minerales predominantes. Según Garay (2021), los minerales predominantes del ladrillo pulverizado están la Caolinita (0 – 15%), Esmeclita (0 – 5%), Cuarzo (30 – 55%), Feldespato (0 – 13%), entre otros. Por otro lado, en algunos casos, el porcentaje de caolinita puede variar de 40% a 80%, con variaciones de calcita, vermiculita y montmorillonita, lo cual provoca una disminución en la superficie específica en comparación con la moscovita y el cuarzo (Almenares, et al., 2020).

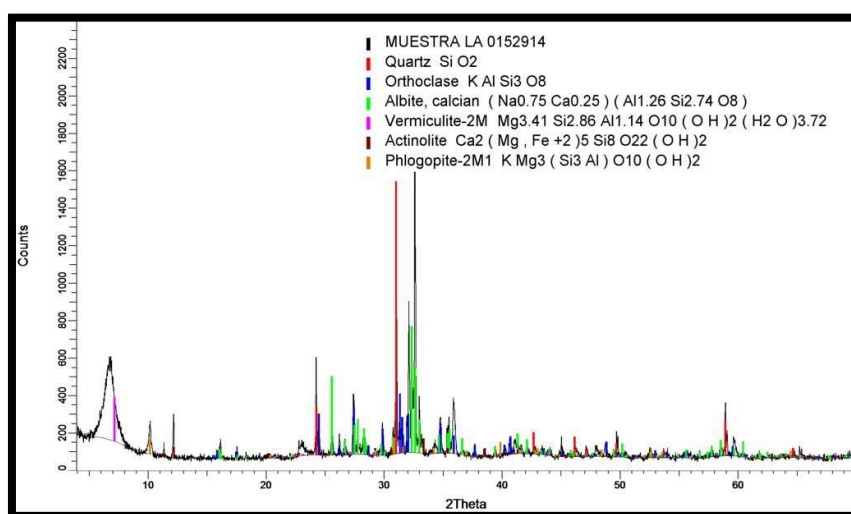


Figura 3. Análisis Mineralógico por Difracción Rayos X de ladrillo pulverizado
Fuente. Tomado de Amena (2021).

Por otro lado, la variable independiente **las cenizas volantes** son por lo general son subproductos provenientes de la quema de carbón pulverizado, materiales orgánicos o presencia en hidroeléctricas; dónde se conoce que la producción es alta y no se aprovecha este compuesto de manera adecuada, siendo su disposición final un problema ambiental (Prieto, et al., 2019). Una teoría relevante es la propuesta por Hou et al. (2017), quienes indican que las cenizas volantes, un subproducto de la quema de carbón en plantas de energía, pueden actuar como aditivos que mejoran la estabilidad y resistencia de los suelos. Su investigación sugiere que las cenizas volantes pueden reaccionar con los componentes del suelo, aumentando su cohesión y resistencia al corte. Adicionalmente, los estudios de Lee et al. (2018) respaldan la teoría de que las cenizas volantes pueden mejorar la compactación y la capacidad de carga de los suelos al modificar sus propiedades

físicas y químicas. Esta teoría sugiere que la inclusión de cenizas volantes puede generar cambios beneficiosos en la estructura del suelo, aumentando su resistencia y durabilidad

Así mismo, Cáceres et al., (2018) menciona que en su composición presenta características similares al cemento. De acuerdo a Jaramillo (2020), las cenizas volantes están compuestas por sílice (SiO_2), alúmina (Al_2O_3), óxidos de fierro (Fe_2O_3) y óxido de magnesio (MgO) en menores proporciones. Estos compuestos permiten generar reacciones de polimerización, lo cual permite obtener mejores propiedades mecánicas (Nurtanto, et al., 2020).

Tabla 3. *Composición química (% en peso) de las cenizas volantes*

Elemento	Porcentaje (%)
SiO_2	52.35
Al_2O_3	12.11
Fe_2O_3	12.35
CaO	6.79
MgO	10.63
K_2O	0.95
H_2O	0.12

Fuente. Tomado de Nurtanto (2020)

Tabla 4. *Composición mineralógica de las cenizas volantes*

Elemento	Porcentaje (%)
Cuarzo	11.9
Hematita	1.9
Mullita	23.4
Caolinita	---
Moscovita	---
Amorfos	62.8

Fuente. Tomado de Sanchez (2019)

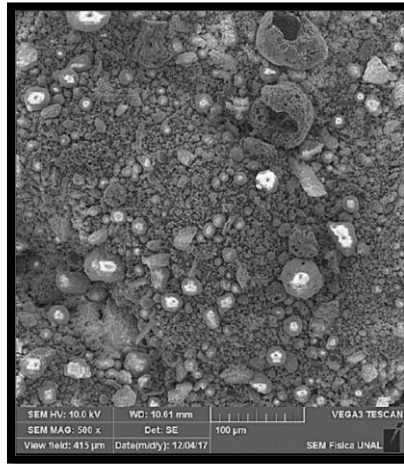


Figura 4. Morfología de cenizas volantes

Fuente. Tomado de Prieto et al. (2019).

Las propiedades del concreto estructural se obtienen a partir de **los ensayos de laboratorio**, las cuales se pueden definir de la siguiente forma:

Asimismo, se define a la **granulometría** con el fin de expresar una clasificación de suelos se determina el tamaño de los granos de una muestra en general, mediante el proceso de pasar los granos por diferentes tamices con aberturas variadas y poder así conocer si es un agregado fino o grueso y sus porcentajes de composición (Silva, et al., 2022). En consideración a un análisis de granulometría se consideran parámetros o especificaciones definidas en el MTC E 107, al igual que las normativas que dimensionan la elaboración de los tamices. Por otro lado, Gutiérrez (2023) menciona que estudiar los suelos desde un punto de vista de determinar qué tipo de suelo se tiene en tal estrato es vital en diferentes estudios o fines a ser usados. La curva final de granulometría muestra una idea clara de distribución y tendencia del tamaño de las partículas de una muestra analizada.

Tabla 5. Cantidad mínima de muestra según el ensayo de granulometría.

Tamaño Máximo Absoluto (mm)	Cant. mínima de muestra extraída (Kg.)	Cant. mínima de muestra a ensayar (Kg.)
5	2	0,5
10	8	2
20	20	5
25	40	10
50	60	15
80	80	20
100	120	30
150	160	40

Fuente. Tomado de Guitiérrez (2023).

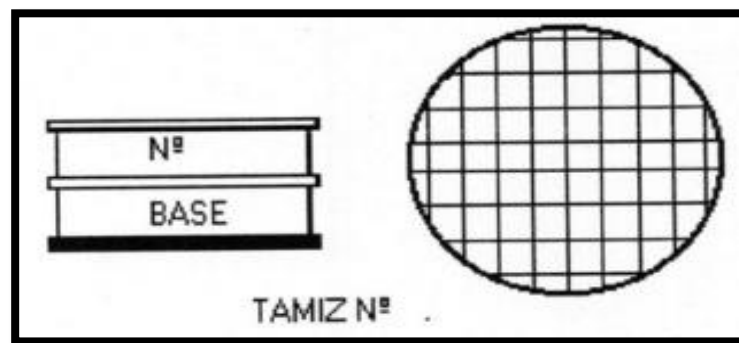


Figura 5. Tamiz y sus aberturas

Fuente. Tomado de Guitiérrez (2023).

Por otro lado, **la subrasante** hace mención a suelos en estado natural generalmente compactados, con el objetivo de colocar capas superiores y recibir las cargas de manera transferida (Zimar, et al., 2022). Por lo general como esta capa está compuesta de suelo natural existe presencia de arcillas o limos expansibles, lo que se traduce en problemas en pavimentos o estructuras reduciendo así la vida útil de estos. Es por ello que, Amakye et al. (2022) menciona que se buscan soluciones ante este problema de presencia de suelos blandos, y uno de los métodos es la estabilización con diferentes materiales como cal, cenizas entre otros, permitiendo mejorar sus propiedades de resistencia y durabilidad.

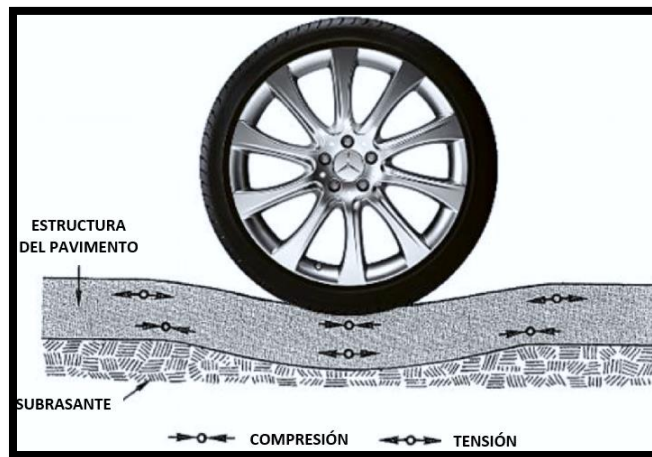


Figura 6. Deformación de la subrasante a deflexiones
Fuente. Tomado de Amakye et al. (2022).

Por otro lado, la **humedad** está definida por el porcentaje de humedad en el suelo, hace referencia a la cantidad de agua presente en el estrato en forma de humedad (Chen, et al., 2023). Esta es una propiedad importante del suelo que se realiza con el fin de evaluar las propiedades del suelo.

Así mismo el MTC (2016), define cierta guía para conseguir el contenido de humedad de forma adecuada:

- Se procede a utilizar un horno para secar la muestra de suelo y determinar su contenido de humedad.
- Después de seleccionar una muestra representativa del suelo, se pesa mientras está húmeda y se coloca en un horno precalentado a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.
- Una vez que la muestra se ha secado en el horno, se retira y se deja enfriar en un desecador antes de pesarla nuevamente para obtener su peso completamente seco.
- El porcentaje de humedad resulta de la diferencia entre el peso de la muestra húmeda y la muestra seca, expresado como un valor de porcentaje.
- Es fundamental seguir los pasos e instrucciones establecidas en el MTC E 108 con el fin de obtener resultados precisos y confiables.

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco en el horno}} * 100$$

Por otro lado, la **máxima densidad seca** se refiere a la densidad máxima que alcanza un suelo compactado en una condición seca, así mismo es considerado como indicador en la compacidad y capacidad portante del suelo (Randhawa, et al., 2022). Esta característica del suelo es importante para el criterio de diseño con el fin de asegurar que el suelo resista las sollicitaciones a las que estará expuesta.

Con el fin de determinar el MDS el MTC (2016), considera los siguientes pasos:

- Se selecciona una muestra representativa de suelo que cumpla con los estándares aplicables. Esta muestra será preparada en el laboratorio y luego se someterá a un proceso de secado en un horno a una temperatura constante. El objetivo es obtener un porcentaje de humedad cercano al valor óptimo esperado para la compactación.
- En segundo lugar, se eligen moldes cilíndricos de ensayo con un volumen conocido, generalmente de 4 pulgadas de diámetro, siguiendo las especificaciones del MTC E 115.
- A continuación, se determina el porcentaje de humedad óptimo a través de una serie de ensayos de compactación con diferentes contenidos de humedad. Este proceso consiste en pesar y mezclar distintas cantidades de suelo seco con diferentes cantidades de agua. Luego, se compacta esta mezcla en el molde de ensayo para obtener la densidad seca de cada muestra compactada. Este procedimiento sigue las pautas establecidas en el MTC E 115.
- Posteriormente, se coloca el suelo en capas dentro del molde de prueba y es compactado capa por capa utilizando un martillo o compactador. Se registra el número de golpes por capa. Es importante destacar que tanto el número de golpes como la energía de compactación utilizados en el ensayo Proctor modificado son mayores que en el ensayo Proctor estándar.
- Por último, se obtiene la densidad seca de la muestra compactada. Después de la compactación, se retira el suelo del molde de ensayo y se determina su peso y volumen. Con estos datos, se calcula la densidad seca utilizando las ecuaciones establecidas en el MTC E 115.

Asimismo, los **límites de Atterberg** son un ensayo para poder definir las propiedades de plasticidad del estrato de tal manera que se use como un parámetro en su clasificación (Amena, 2022). Dentro de ello tenemos 3 parámetros importantes; límite líquido, plástico e índice de plasticidad.

Tabla 6. Los límites de Atterberg.

Parámetro	Denominación	Ecuación
Límite líquido	Es el valor del % de humedad en el que el estrato pasa de un estado líquido a uno plástico.	kW^n
Límite plástico	Es el valor del % de humedad en el que el estrato cambia del estado plástico al estado semisólido.	$\frac{\text{Peso agua}}{\text{Peso suelo seco}} * 100$
Índice de plasticidad	Es el valor del % de humedad en un estrato en el que el suelo experimenta su mayor contracción volumétrica.	$LL - LP$

Fuente. Tomado de MTC (2016)

Así mismo con fin de tener una guía precisa de los parámetros se toma el MTC E110 para el límite líquido y en el caso del plástico e índice de plasticidad el MTC E 111. Es por ello que en función al índice de plasticidad se determinaron parámetros mínimos a cumplir según el Manual de carreteras (2014).

- Un IP para ser denominado no plástico este tendrá que ser 0, es decir suelo sin presencia de arcilla.
- Un IP para ser denominado de plasticidad baja tendrá un valor menor a 7, es decir suelo poco arcilloso.
- Un IP para ser denominado de plasticidad media tendrá un valor mayor a 7 o menor o igual a 20, es decir suelo arcilloso.
- Un IP para ser denominado de plasticidad alta tendrá un valor mayor que 20, es decir suelo muy arcilloso.

Finalmente, el **CBR** es una prueba que implica aplicar una carga axial controlada a una muestra de suelo compactado (Debbarma, et al., 2022). Luego, se mide la penetración del pistón en el suelo bajo una carga específica. Es importante destacar

que el CBR es el factor principal que determina el espesor de cada capa de pavimento en cualquier diseño de pavimento.

De acuerdo con el Manual de Carreteras (2014), se establecen los siguientes rangos para las subrasantes:

- Para subrasantes excelentes, se requiere un CBR igual o superior al 30%.
- Para subrasantes muy buenas, se requiere un CBR $>$ al 20% y $<$ al 30%.
- Para subrasantes buenas, se requiere un CBR $>$ al 10% y $<$ al 20%.
- Para subrasantes regulares, se requiere un CBR $>$ al 6% y $<$ al 10%.
- Para subrasantes insuficientes, se requiere un CBR $>$ al 3% y $<$ al 6%.
- Para subrasantes inadecuadas, se requiere un CBR menor al 3%.

Estos valores establecen los criterios para obtener la calidad y capacidad de soporte de las subrasantes de acuerdo con el CBR.

Asimismo, para la **obtención de muestras** de suelos se consideran diferentes procesos de los cuales la intervención por medio de calicatas es la más común (De la Cruz, 2022). Las calicatas son excavaciones realizadas en el terreno para obtener muestras de suelo y realizar estudios geotécnicos. Las calicatas pueden ser de diferentes tamaños y profundidades, dependiendo de los requisitos del estudio geotécnico y el proyecto en cuestión. Por lo general, se excavan hasta alcanzar la profundidad deseada, y se extraen muestras del suelo en forma de bloques o cilindros utilizando herramientas adecuadas. Estas muestras se impermeabilizan hasta llegar al laboratorio para ser ensayadas.

Como parte del análisis de bases teóricas, se muestra la relación entre las variables tanto el **polvo de ladrillo como las cenizas volantes** con el fin de poder utilizarlas como estabilizantes en la capa de subrasante. Se conoce que el polvo de vidrio como subproducto de industria, obtenido principalmente por la trituración de residuos de ladrillos, tienen propiedades cementantes por lo que sería como un agente estabilizante en la ejecución de carreteras y suelos mejorando así la resistencia y el soporte del suelo. Por otro lado, las cenizas volantes como subproducto de la combustión del carbón en centrales eléctricas presentan propiedades especiales para ser usadas en el suelo, ofreciendo mejorar propiedades como la estabilidad y durabilidad del suelo. En general el uso de

ambos dentro del suelo garantiza en conjunto un mejoramiento de las propiedades principales de la subrasante. Cabe mencionar que si es importante mantener un control y diseñado adecuado para su uso y aplicación ya que de acuerdo a los porcentajes de incorporación y al tratamiento que se le da al material son los resultados que se obtendrán.

Asimismo, se muestra la relación entre las dimensiones de las variables de estudio. La dosificación y la clasificación del polvo de ladrillo y las cenizas volantes pueden tener un impacto significativo en las características físicas y mecánicas del suelo cuando se utilizan como estabilizantes. Al ajustar la dosificación y la clasificación de estos materiales, se pueden lograr diferentes efectos en el suelo. La dosificación permitirá el incremento o revenimiento del valor de una propiedad; mientras que la clasificación nos permite poder determinar qué porcentajes es de grano grueso y fino pudiendo así facilitar la selección del material que se utilizará. Además, es fundamental seguir las normativas y especificaciones técnicas aplicables para garantizar un uso adecuado y seguro de estos estabilizantes en la construcción.

De la misma manera, también los indicadores para cada variable se muestran en relación. Por ejemplo, los porcentajes de incorporación definida por la investigación como 10, 15 y 20%, al igual que el tamaño de granos del material clasificado tendrán implicancias directas en las características físicas y mecánicas de la subrasante; según estudios realizados se espera que respecto al % de humedad este disminuya ya que estos materiales presentan mayor dificultad para absorber agua entre sus poros y vacíos; así mismo permitirán un incremento en la MDS lo que se genera debido a que estos materiales presentan mayor gravedad específica. Del mismo modo respecto a los límites de Atterberg de la subrasante disminuyen en presencia del polvo de ladrillo y cenizas volantes, finalmente en relación a su capacidad de soporte CBR este se verá incrementado considerablemente debido a que el polvo de ladrillo como las cenizas volantes poseen características cementantes por que al estar en el suelo y ponerse en contacto con la humedad del suelo generan reacciones químicas parecidas al cemento y por ello logran mejorar su resistencia del suelo en sí.

Por otro lado, se muestran las normativas técnicas que se tendrán tanto para caracterizar los materiales, la subrasante, y las propiedades de la subrasante como se muestran en la tabla.

Tabla 7. Normativas de Ensayos para Laboratorio.

Normativas de Ensayos	
Ensayo de suelo base	
ASTM D422/ MTC E-107/ AASHTO T88	Análisis Granulométrico
NTP 339.127/ASTM D2216-19/MTC E-215	Contenido de humedad
NTP 339.131/ASTM D854/ MTC E-113	Peso Específico
NTP 339.129/ASTM D4318/ MTC E111	Límites de Atterberg
ASTM D-1883/AASHTO T-193/ MTC E132	Ensayo de CBR
ASTM D1557/NTP 339.141/ MTC E115	Ensayo de Proctor modificado
Clasificación	
ASTM D422/ MTC E-107/ AASHTO T88	Granulometría del polvo de ladrillo y cenizas volantes
Muestra de suelo e incorporaciones	
NTP 339.127/ASTM D2216-19/MTC E-215	Contenido de humedad
NTP 339.131/ASTM D854/ MTC E-113	Peso Específico
NTP 339.129/ASTM D4318/ MTC E111	Límites de Atterberg
ASTM D-1883/AASHTO T-193/ MTC E132	Ensayo de CBR
ASTM D1557/NTP 339.141/ MTC E115	Ensayo de Proctor modificado

Fuente. Tomado de MTC (2016).

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El presente estudio es de tipo **aplicada** por el hecho que se planteó una solución mediante aplicación de normativas, teorías de estabilización de suelos, en este caso mediante la aplicación de cenizas volantes y ladrillo pulverizado en la subrasante a fin de poder mejorar sus propiedades.

El enfoque de la investigación es **cuantitativo**, ya que este enfoque se centró en la medición de variables y la relación que existe entre ellas, a fin de poder establecer generalidades, ciertos patrones o tendencias acerca de la población y muestra. Eso quiere decir que los resultados y la información obtenida son datos numéricos referentes a resistencias, capacidad del suelo entre otras.

3.1.1 Diseño de investigación

En la presente investigación se tuvo un diseño **cuasi experimental** dado que se manipularon las variables de ladrillo pulverizado y cenizas volantes con incorporaciones de 10, 15 y 20% en la subrasante. De tal manera se observaron qué efectos tiene esta variable respecto a las propiedades de la subrasante.

En el presente estudio se tuvo un alcance explicativo ya que se analizará e identificará la relación que se tiene al incorporar ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la subrasante y el efecto en sus propiedades.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Uso del ladrillo pulverizado y cenizas volantes.

Variable Dependiente: Propiedades de la subrasante.

Tabla 8. *Distribución espacial de los suelos.*

Zona	Ubicación	Descripción
I	Ciudad de Moquegua C.P. Los Ángeles	Gravas con matriz arenosa limosa
II	Chen Chen (Pampas)	Gravas con matriz limosa
IIIA	San Antonio (Llano)	Arcillas limosas con potencial expansivo
IIIB	San Antonio (Cerro)	Arcillas limosas de alto potencial expansivo
IV	San Francisco	Rellenos, suelos finos, pendientes mayor grado

Fuente. Tomado de Municipalidad Provincial Mariscal Nieto (2004).

En relación a la **muestra** de una investigación este hace referencia a un grupo reducido obtenido de una población con el fin de hacerle un análisis o estudios (Haddadi, et al., 2017). El estudio de esta muestra es seleccionado por medio de normativas o estadística con el fin de que sea representativa y las conclusiones o resultados que se tengan sirvan para toda una población (Ajibade, et al., 2022).

En relación al número de calicatas este fue determinado según el MTC (2014) dónde especifica que para carreteras de Segunda clase con un IMDA de 2000 – 401 veh/día serán necesarias 3 calicatas por Km. En este caso la muestra estará determinada por las 3 calicatas una tomada al inicio, al centro y otra al final de un tramo de la Vía Malecón Ribereño – Moquegua con una longitud de muestra de estudio de 1 Km. Este kilómetro está comprendido entre el tramo 6+000 km y el 7+000 km, la selección del tramo fue debido a su proximidad al río, a la eventualidad de desbordamiento del río Moquegua como sucedió anteriormente y por ser la zona dónde la población es más afectada. Así mismo se realizarán ensayos de mecánica de suelos al incorporar Ladrillo Pulverizado (LP) y Cenizas volantes (Cv) en la subrasante y evaluar sus propiedades como los límites de consistencia, el contenido de humedad, la Máxima densidad Seca y su capacidad portante del estrato estudiado, la dosificación de los materiales fue tomados en base a los antecedentes con los criterios propios de cada autor que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 9. Cuadro de porcentajes máximos y mínimos para los insumos de ladrillo pulverizado y ceniza volante.

AUTOR	Adiciones			
	Cenizas volantes min.	Polvo de ladrillo min.	Cenizas volantes máx.	Polvo de ladrillo máx.
Salimah, et al. (2022)	-	5%	-	15%
Alemshet, et al. (2023)	5%	-	25%	-
Getaneh, et al. (2020)	-	10%	-	40%
Blayi et al., (2020)	-	6%	-	30%
Amena, (2021)	-	20%	-	40%
Vilcas (2022)	-	10%	-	30%
Alanya (2020)	17%	-	25%	-
Álvarez (2022)	-	15%	-	35%
Mamanchura (2022)	-	10%	-	22%
Khan et al., (2022)	3%	3%	9%	9%
PROPUESTA (2023)	10%	10%	20%	20%

Fuente. Elaboración propia.

Dentro de la investigación se consideraron los siguientes diseños de mezclas en base a los antecedentes

Tabla 10. Tipo de ensayo y tipo de muestra a emplear.

DISEÑO	Contenido de Humedad	Límites de Consistencia	Máxima densidad Seca	Capacidad Portante
Muestra Patrón	3	3	3	3
Muestra P. + 10%LP+10%Cv	1	1	1	1
Muestra P. + 15%LP+15%Cv	1	1	1	1
Muestra P. + 15%LP+20%Cv	1	1	1	1
Muestra P. + 20%LP+10%Cv	1	1	1	1
Muestra P. + 20%LP+15%Cv	1	1	1	1
Muestra P. + 20%LP+20%Cv	1	1	1	1
TOTAL	9	9	9	9

Fuente. Elaboración propia.

Este **muestreo** se define como el proceso de selección de la toma de muestra característica de cierta población con el objetivo de realizar una investigación

(Fernández et al., 2021). Tal es así que, Ruiz y Valenzuela (2022) mencionan que en vez de realizar un estudio a todos los individuos se elige un grupo pequeño con características comunes y al ser ensayadas nos darán una conclusión que servirá para poder generalizar a nivel de toda la población. En el caso del presente estudio el muestreo fue No probabilístico (no aleatorio) ya que se sustenta en requerimientos normativos.

En la **investigación** se tuvo en cuenta la unidad de análisis que se determina como unidad básica de estudio en una investigación. En el presente estudio se tomó la subrasante estabilizada con ladrillo pulverizado y cenizas volantes (Fernández et al., 2021).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la investigación se consideraron dentro de las **técnicas**, la observación y el análisis documental. La primera consiste en registrar cada acontecimiento sucedido respecto de lo que se requiere medir. Por otro lado, el análisis documental se basa en documentos como normas, leyes, guías, parámetros que estipulan metodologías, procedimientos entre otros.

Dentro de los instrumentos con el fin de recopilar datos se tuvo la ficha de observación y formato de análisis de datos. La ficha de observación será brindada según normativas como NTP, MTS, AASHTO que parametrizan ensayos y más. Y dentro de los formatos de análisis documental se tomarán en cuenta aquellos que aporten relevancia en la investigación. Estos instrumentos permiten tener pautas específicas que detallan procedimientos precisos (Hadi et al., 2023).

La **validez** en relación a los instrumentos en una investigación se refiere al proceso con que se les mide de tal manera que garanticen calidad, confiabilidad y precisión. Siendo su objetivo principal el poder dar seguridad de que los instrumentos son adecuados o apropiados para recolectar la información de forma precisa (Fernández et al., 2021).

La **confiabilidad de los instrumentos** dentro de la investigación científica consiste en que los instrumentos presentaron estabilidad en sus resultados al ser usado en diferentes ocasiones, indiferente del evaluador o de las reiteradas veces que se

requiera utilizar (Quincho et al., 2022). Por lo que la confiabilidad garantizó que los resultados sean correctos en una investigación.

3.5. Procedimientos

Primero, se llevó a cabo la recopilación de información esencial que resultará relevante para la investigación. Esto implica la recopilación de fichas, normativas, guías, formatos y todos los recursos necesarios para garantizar que la investigación se desarrolle de manera efectiva y siguiendo los parámetros establecidos.

Segundo, la Revisión Bibliográfica para realizar una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el uso de ladrillo pulverizado y ceniza volante en suelos y subrasantes. Identificar estudios previos que abordan la influencia de estos materiales en las propiedades físico-mecánicas de suelos similares al de la vía Malecón Ribereño.

Tabla 11. Criterio de selección para dosificaciones de material (Parte 1)

CITA	MATERIAL	COMENTARIO
Salimah, et al. (2022)	Cal: 0%, 5%, 10%, 15%; Ladrillo rojo: 0%, 5%, 10%, 15%	Los resultados respecto al MDS y el CBR se ven mejorados con porcentajes de adición del 15%. Las mejoras fueron del 61% para el suelo mojado y del 73% del suelo no mojado.
Alemshet, et al. (2023)	Cenizas volantes (Cv): 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y Escoria de acero en polvo (EAP) 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5%	Los resultados demostraron que el máximo valor para CBR y para la MDS es para el porcentaje de incorporación de 20% de Cv y 10% EAP
Getaneh, et al. (2020)	Ladrillo triturado: 10%, 20%, 30% y 40% y yeso 0%, 2%, 4%, 6% y 8%	Los resultados demostraron que el máximo valor de CBR se dio al incorporar 30% de ladrillo triturado y 6% de yeso
Blayi et al., (2020)	Polvo de ladrillo: 6%, 12%, 18%, 24% y 30%	Los resultados respecto al MDS y al % de humedad mejoraron significativamente al incorporar 30% de polvo de ladrillo, pero los límites de Atterberg disminuyeron

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 12. Criterio de selección para dosificaciones de material (Parte 2)

CITA	MATERIAL	COMENTARIO
Vilcas (2022)	Ceniza de ladrillo 10%, 20% y 30% sustitución de suelo	Los resultados frente al CBR se mejoraron con la máxima incorporación del 30% de cenizas de ladrillo
Alanya (2020)	Ceniza de madera: 17%, 21% y 25% (Sustitución del suelo)	Los resultados demostraron el mayor valor de MDS para la incorporación de 21%. Por otro lado, respecto al CBR el mayor valor se da con el porcentaje de 25%
Álvarez (2022)	Cenizas orgánicas: 15%, 25% y 35%	Los resultados demostraron el mayor valor de MDS para la incorporación de 15%. Por otro lado, respecto al CBR el mayor valor se da con el porcentaje de 35%
Mamanchura (2022)	Cenizas volantes: 10%, 15%, 20% y 22%	Los resultados demostraron el mayor valor de MDS para la incorporación de 22%. Por otro lado, respecto al CBR el mayor valor se da con el porcentaje de 35%
Khan et al., (2022)	Cemento + Cenizas volantes: 3%, 6% y 9%; Cemento + ladrillo y cenizas volantes: 3%, 6% y 9%	Los resultados demostraron el mayor valor de resistencia del suelo se alcanzó con la incorporación de 6%
Amena, (2021)	Polvo de ladrillo: 20%, 30% y 40% y tiras de plástico en 0.25%, 0.5%, 0.75%	Los resultados frente al MDS se vieron mejorados con la adición conjunta de 40% de polvo de ladrillo y 0.25% de tiras de plástico por otro lado el CBR presenta mejoras con adiciones de 40% de Polvo de ladrillo y 0.75% de tiras de plástico
Ladrillo pulverizado (LP) 10%, 15% y 20% + Cenizas volantes (Cv) 10%, 15% y 20%		Dado que los valores son variados y discrepan varias investigaciones, se optó por adoptar diferentes porcentajes, pero con inclusión de ambos materiales para estabilizar el suelo

Fuente. Elaboración propia.

Tercero, en cual definió un diseño experimental que incluya grupos de control y grupos experimentales con diferentes proporciones de ladrillo pulverizado y ceniza volante. Establecer las variables de interés, como la humedad, densidad seca, la capacidad de carga y entre otros.

Tabla 13. *Criterio de selección proporciones de ladrillo pulverizado y ceniza volante*

DISEÑO	LP	Cv
Muestra Patrón	0%	0%
Muestra Patrón + LP+Cv	10%	10%
	15%	15%
	15%	20%
	20%	10%
	20%	15%
	20%	20%

Fuente. Elaboración propia.

El diseño experimental contempla varias combinaciones de proporciones de LP y Cv, desde un grupo de control sin adiciones (Muestra Patrón) hasta diversas combinaciones de ambos materiales. Los porcentajes específicos de LP y Cv en cada muestra experimental se detallan en la tabla de diseño, abarcando rangos que van desde 10% hasta 20% para ambas adiciones. Para establecer las variables clave de interés, entre las que se incluyen la humedad, la densidad seca y la capacidad de carga, entre otros parámetros fundamentales. Estas variables se seleccionaron cuidadosamente para proporcionar una comprensión integral de cómo el ladrillo pulverizado y ceniza volante influye en el comportamiento físico-mecánico del suelo.

Cuatro, Muestreo de Suelos que se realizó un muestreo sistemático de la subrasante en la vía Malecón Ribereño para obtener muestras representativas. Recopilar muestras de suelos antes de la aplicación de ladrillo pulverizado y ceniza volante y después de su aplicación para comparación.



Figura 8. Muestras de Calicatas de Suelo

Fuente. Elaboración Propia.

Se llevó a cabo un muestreo minucioso y sistemático de la subrasante en la vía Malecón Ribereño como parte integral del estudio. Este proceso se ejecutó a través de la apertura de tres calicatas estratégicas para obtener muestras representativas del suelo en diferentes puntos de la infraestructura vial. Cada calicata proporcionó una ventana única para examinar las características del suelo a diferentes profundidades, permitiendo así una evaluación exhaustiva de la variabilidad en la composición y propiedades del suelo a lo largo de la vía.

Para la obtención de las **cenizas volantes** se logró obtener muestras de la Central Termoeléctrica Ilo21 que está ubicada al sur del Perú en el Departamento de Moquegua en la Provincia de Ilo.



Figura 9. Muestra de obtención de ceniza volantes

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto al **polvo de ladrillo utilizado** en este estudio proviene de ladrillos de alta calidad, específicamente seleccionados, como el ladrillo pandereta, King Kong 18H, y los destinados a techos H12/H15. Estos ladrillos destacan por su estructura compacta, resistencia excepcional y durabilidad, convirtiéndolos en una elección ideal para aplicaciones en construcción.

El proceso de obtención de este polvo de ladrillo comienza con la llegada de los ladrillos en volquetes de 15m³. Antes de su utilización, estos ladrillos pasan por un proceso de lavado meticuloso. Este lavado tiene como objetivo principal la eliminación de cualquier arenilla u otro contaminante que pueda afectar la pureza y calidad del polvo resultante. De este modo, se asegura que el polvo de ladrillo utilizado en el estudio cumpla con los estándares de limpieza y calidad necesarios para proporcionar datos fiables en la investigación de las propiedades físico-mecánicas del suelo.



Figura 10. Muestra de obtención de polvo de ladrillo

Fuente: Elaboración Propia

Con el proceso de lavado completado con éxito, ahora disponemos del ladrillo en su forma más limpia y libre de impurezas, listo para avanzar al siguiente paso del procedimiento. Este ladrillo, cuidadosamente seleccionado por su calidad y estructura robusta, ha pasado por una fase de preparación crucial para garantizar la pureza de sus componentes.



Figura 11. Muestra de lavado de polvo de ladrillo

Fuente: Elaboración Propia

Posterior al lavado, los ladrillos limpios ingresan a una etapa crucial de transformación: el proceso de triturado en una chancadora de quijada. Esta fase es fundamental para reducir el tamaño de los ladrillos a partículas más pequeñas, creando así el polvo de ladrillo necesario para las siguientes etapas del estudio.

La chancadora de quijada opera con precisión, descomponiendo los ladrillos de alta calidad previamente lavados en fragmentos más finos. Este proceso de triturado garantiza la uniformidad en el tamaño de las partículas, esencial para obtener resultados coherentes en las evaluaciones posteriores. La maquinaria de triturado,

al ser parte integral de la cadena de producción, desempeña un papel crucial en la preparación de los materiales para su uso en la investigación de las propiedades físico-mecánicas del suelo.



Figura 12. Proceso Chancado de polvo de ladrillo

Fuente: Elaboración Propia

En este punto del proceso, hemos alcanzado la etapa donde el material pasa por el proceso de triturado en la chancadora de quijada. La maquinaria especializada ha descompuesto los ladrillos lavados y seleccionados en partículas más pequeñas, produciendo así el material triturado necesario para las fases siguientes de la investigación. Lo que ahora tenemos es el resultado de este proceso: un material triturado y listo para ser utilizado en las evaluaciones y análisis subsiguientes. Estas partículas más pequeñas aseguran una mayor homogeneidad y facilitan la aplicación de los materiales en el estudio de las propiedades físico-mecánicas del suelo



Figura 13. Proceso triturado en la chancadora de polvo de ladrillo

Fuente: Elaboración Propia

Después de completar el proceso de triturado en la chancadora de quijada, el material resultante avanza a la siguiente etapa crucial: el pulverizado. En esta fase, las partículas trituradas pasan a través de un molino de martillos, donde experimentan una reducción adicional en tamaño. El molino de martillos realiza esta tarea mediante la acción mecánica de sus martillos rotativos, logrando así descomponer aún más las partículas de ladrillo triturado. Este proceso de pulverizado es esencial para obtener un polvo más fino y uniforme, lo cual es fundamental para las investigaciones geotécnicas subsiguientes



Figura 14. Proceso el pulverizado en la chancadora de polvo de ladrillo

Fuente: Elaboración Propia

Una vez completado el proceso de pulverizado mediante el molino de martillos, obtenemos un polvo de ladrillo con una granulometría específica, situándose entre las mallas #100 y #150. Esta caracterización granulométrica asegura la uniformidad y finura deseada en el material resultante, esencial para las investigaciones detalladas de las propiedades del suelo en la vía Malecón Ribereño de Moquegua en el año 2023. Para su manejo y transporte conveniente, este polvo de ladrillo pulverizado es cuidadosamente envasado en costales de 50 kg. Estos costales no solo facilitan la manipulación del material, sino que también proporcionan una medida práctica para la aplicación en campo. Un saco de 50 kg tiene la capacidad

de cubrir un área de 1 m² con un espesor de 5 cm, brindando una referencia útil para la dosificación y aplicación en el análisis de la subrasante



Figura 15. Obtención del polvo de ladrillo

Fuente: Elaboración Propia

Quinto, Preparación de muestras para secar y tamizar las muestras de suelo para eliminar impurezas y garantizar una consistencia uniforme. Preparar las mezclas con diferentes proporciones de ladrillo pulverizado y ceniza volante según el diseño experimental.



Figura 16. Procesos de preparación para tamizar las muestras de suelo

Fuente: Elaboración Propia

En esta fase de la investigación, se llevó a cabo un proceso crucial de tamizado de las muestras de suelo con el objetivo de eliminar impurezas y asegurar una

consistencia uniforme en el material. Este procedimiento minucioso busca separar partículas no deseadas, tales como piedras, raíces u otros elementos indeseables, que podrían distorsionar los resultados de las mediciones de propiedades físicas y mecánicas del suelo. El tamizado, realizado con precisión, contribuye a obtener muestras homogéneas y libres de contaminantes, proporcionando así una base sólida para el análisis



Figura 17. Procesos de Preparación para Secar las muestras de suelo
Fuente: Elaboración Propia

La fase subsiguiente de la investigación se centró en la preparación cuidadosa de las muestras de suelo a través del proceso de secado. Este paso es esencial para eliminar la humedad presente en las muestras, asegurando así la estabilidad y uniformidad de las mismas. La meticulosa preparación de las muestras para el secado implica la eliminación de cualquier contenido de agua excesivo que pueda afectar las mediciones de las propiedades físicas y mecánicas del suelo



Figura 18. Procesos de Preparación para límite plástico las muestras de suelo
Fuente: Elaboración Propia

En este proceso de determinar el límite plástico implica realizar un ensayo específico conocido como el ensayo de límite plástico. Este procedimiento consiste en mezclar agua gradualmente con la muestra de suelo hasta que adquiera una consistencia plástica suficiente para ser moldeada en un hilo de diámetro específico. En el contexto de la subrasante de carreteras, comprender el límite plástico es esencial para evaluar la susceptibilidad del suelo a deformaciones y cambios en su estructura bajo diferentes condiciones de carga y humedad. Un suelo con un límite plástico más bajo puede ser más propenso a deformaciones, lo que podría afectar la estabilidad de la carretera



Figura 19. Procesos de Preparación para límite líquido las muestras de suelo
Fuente: Elaboración Propia

Para determinar el límite líquido, se lleva a cabo un ensayo específico conocido como el ensayo de límite líquido. Este procedimiento implica la creación de una ranura en una muestra de suelo y la medición de la cantidad de humedad requerida para cerrar la ranura a través de 25 golpes normalizados. El contenido de humedad correspondiente a este cierre es el límite líquido. En el contexto de la subrasante de carreteras, comprender el límite líquido es esencial para evaluar la estabilidad del suelo frente a cambios en las condiciones climáticas y de carga. Un suelo con un límite líquido más alto tiende a ser menos propenso a la erosión y cambios bruscos en su consistencia, lo que es especialmente relevante en la construcción y mantenimiento de carreteras.

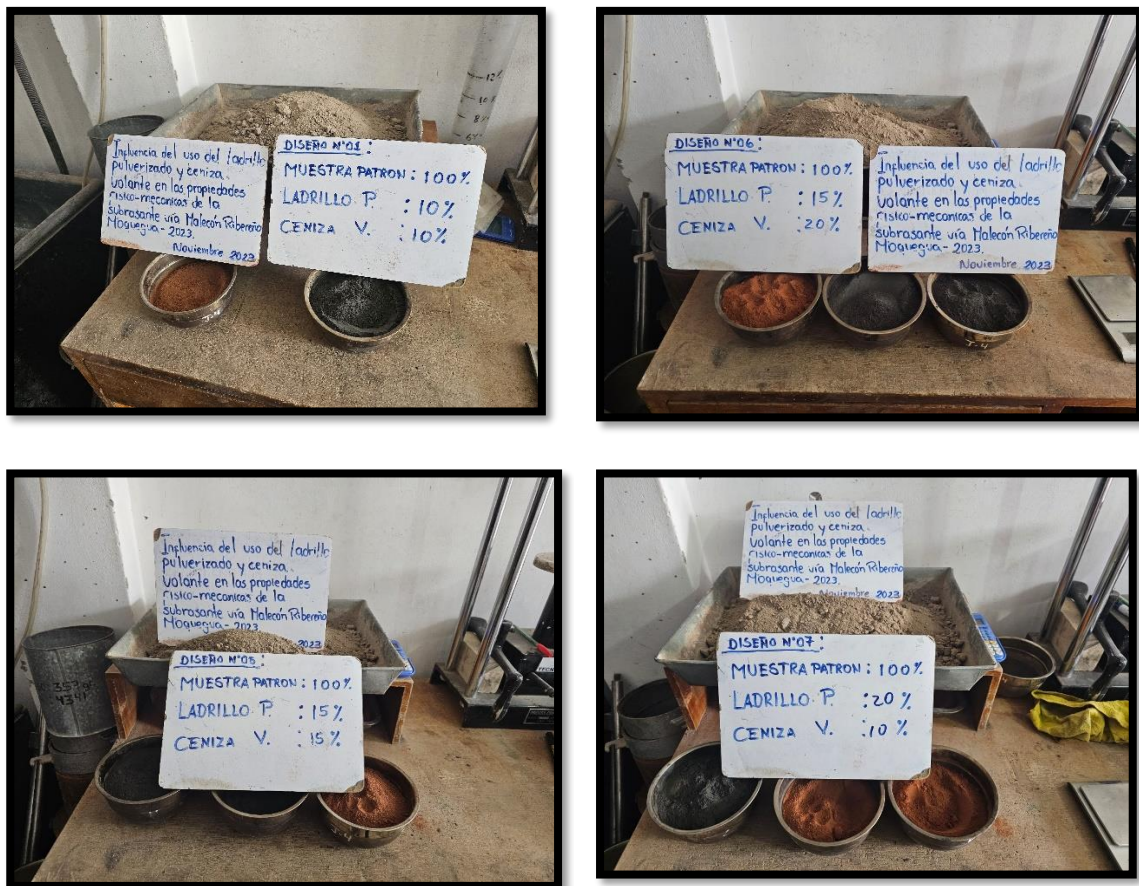


Figura 20. Procesos de diseño de proporciones de ladrillo pulverizado y ceniza volante

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo en esta etapa del estudio, se llevó a cabo la preparación de seis mezclas distintas, cada una caracterizada por proporciones únicas de ladrillo pulverizado y ceniza volante. Este enfoque experimental permitió la evaluación sistemática de cómo variar las proporciones de estos materiales afecta las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la vía Malecón Ribereño de Moquegua durante el año 2023. La meticulosa combinación de ladrillo pulverizado y ceniza volante en diferentes proporciones busca proporcionar una comprensión detallada de cómo estas modificaciones influyen en la respuesta del suelo a tensiones, su resistencia y otras características clave. Cada mezcla representa un escenario único de modificación de suelo, y su preparación rigurosa establece las bases para una evaluación exhaustiva de la viabilidad y eficacia de estas adiciones en la mejora de las propiedades del suelo en el contexto específico del proyecto en cuestión. Este enfoque experimental avanzado busca arrojar luz sobre la influencia potencial del ladrillo pulverizado y la ceniza volante en la infraestructura vial, contribuyendo así a la toma informada de decisiones en el ámbito de la ingeniería geotécnica.

Sexto, Ensayos de Laboratorio en cual se realizó ensayos como CBR a 1" y 2", máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad, contenido de humedad natural, límite líquido, límite plástico e índice plástico, para evaluar las propiedades físico-mecánicas de las muestras.





Figura 21. Procesos de diseño de CBR de ladrillo pulverizado y ceniza volante

Fuente: Elaboración Propia

En la fase de ensayos de laboratorio cbr, se llevaron a cabo una serie de evaluaciones fundamentales para analizar a fondo las propiedades físico-mecánicas de las muestras de suelo. Se realizaron ensayos de CBR (California Bearing Ratio) a diferentes tamaños de partícula, específicamente a 1" y 2", con el objetivo de comprender la resistencia del suelo a cargas y tensiones. Además, se llevaron a cabo pruebas cruciales para determinar la máxima densidad seca y el contenido óptimo de humedad, proporcionando información esencial sobre la compactación del suelo y su respuesta a diferentes niveles de humedad. Las mediciones del contenido de humedad natural permitieron establecer una base comparativa importante. Asimismo, se realizaron ensayos para determinar los límites líquido y plástico, junto con el índice plástico. Estos parámetros son vitales para entender la plasticidad del suelo, su capacidad para cambiar de estado y su comportamiento frente a cargas externas.

Finalmente, Los resultados de la influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas en subrasante en la vía Malecón Ribereño, Moquegua-2023, correspondieron a ensayos que incluyeron análisis granulométrico, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Estos ensayos se llevaron a cabo en muestras extraídas de las calicatas excavadas

Tabla 14. Resultados de Análisis Granulométrico de muestras sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón

Calicata	Profundidad(m)	Granulometría			Clasificación	AASHTO
		% Grava	% Arena	% Finos	SUCS	
C-1	2	54.73	37.06	8.21	GP GM	A-1-a
C-2	2	58.24	30.79	10.98	GW GM	A-1-a
C-3	2	52.01	40.04	7.95	GP GM	A-1-a

Fuente: Laboratorio Geolab

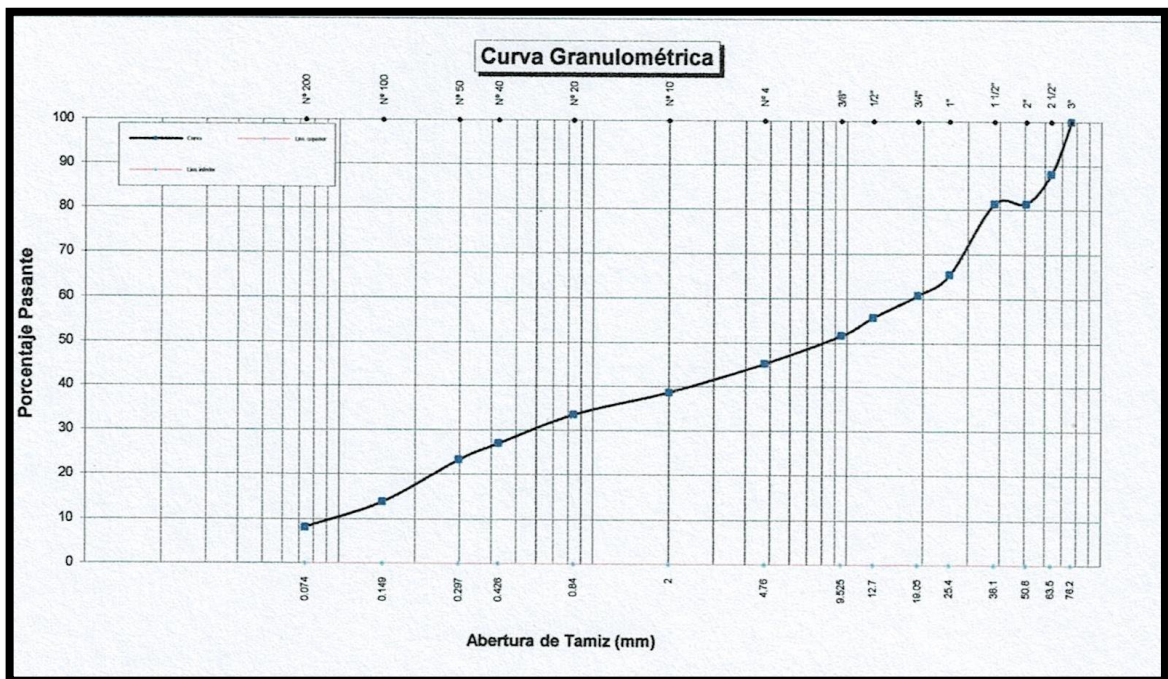


Figura 22. Curva granulométrica C-1 suelo inalterado

Fuente: Laboratorio Geolab

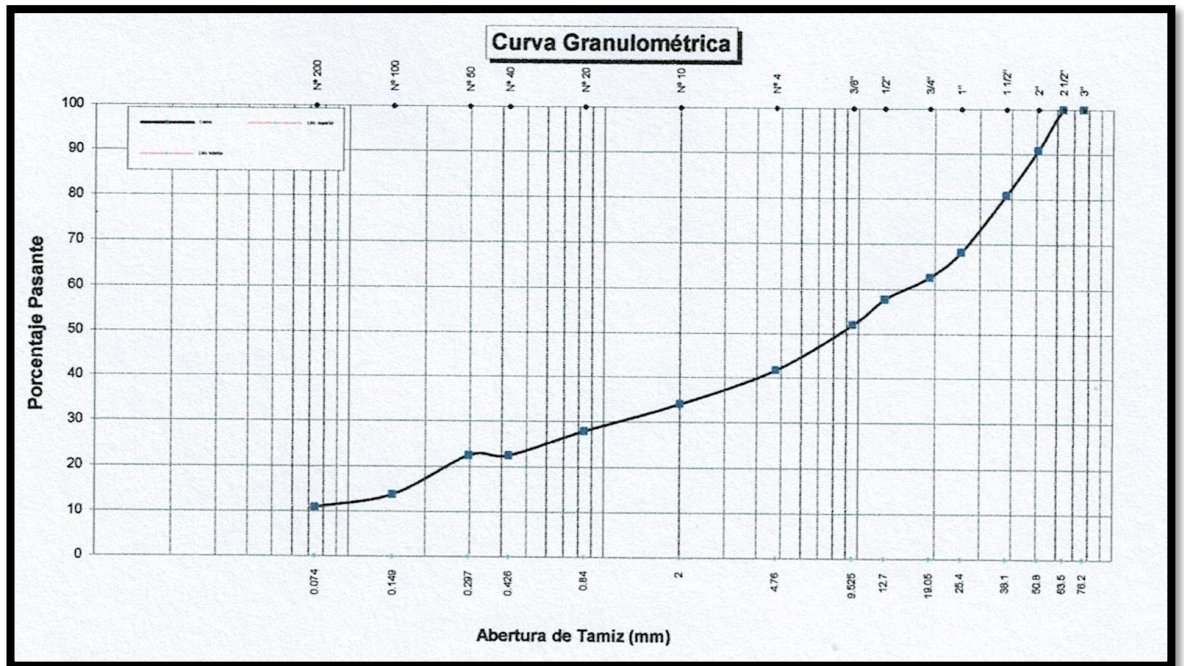


Figura 23. Curva granulométrica C-2 suelo inalterado

Fuente: Laboratorio Geolab

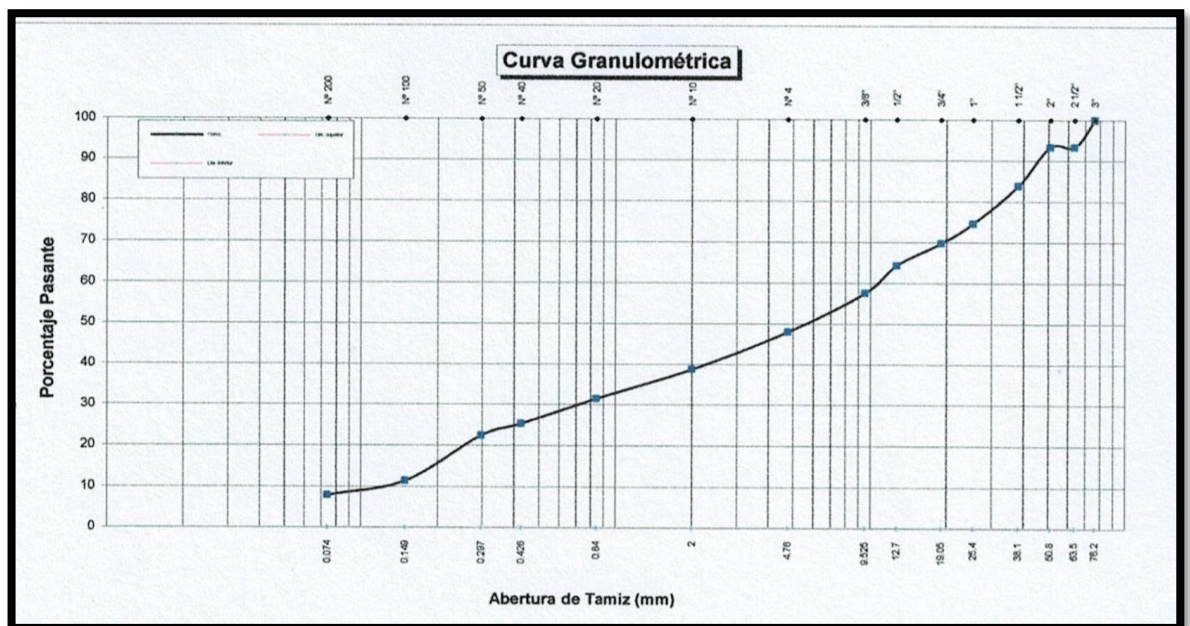


Figura 24. Curva granulométrica C-3 suelo inalterado

Fuente: Laboratorio Geolab

La Tabla 14 indica que, los resultados de las calicatas C-1, C-2 y C-3 a una profundidad de 2 metros revelan variaciones en la composición granulométrica de las muestras extraídas. La Calicata C-1 presenta un mayor porcentaje de grava (54.73%), mientras que la Calicata C-2 tiene un contenido más elevado de grava (58.24%) y finos (10.98%). La Calicata C-3 exhibe un equilibrio entre grava (52.01%) y arena (40.04%), con un porcentaje de finos del 7.95%. Todas las calicatas comparten la clasificación SUCS GP GM y la clasificación AASHTO A-1-a. Estos resultados proporcionan información esencial sobre las propiedades granulométricas y clasificación de suelos.

Tabla 15. Resultados de límites de Atterberg de las muestras de las calicatas

ÍNDICE DE PLASTICIDAD			
MUESTRAS	Límite Líquido promedio	Límite Plástico promedio	Índice Plástico
C-1	31.41%	27.54%	3.87%
C-2	27.47%	24.76%	2.71%
C-3	31.33%	29.33%	2.01%

Fuente: Laboratorio Geolab

Las tres muestras de suelo provenientes de las calicatas revelan distintas características en términos de sus límites de Atterberg, que son indicadores fundamentales de la plasticidad del suelo. La Muestra C-1 exhibe un límite líquido promedio del 31.41%, un límite plástico promedio del 27.54%, y un índice plástico del 3.87%. Estos valores sugieren que este suelo posee una alta plasticidad, lo que significa que experimentará significativos cambios de estado de plástico a líquido y viceversa con variaciones en el contenido de agua. En contraste, la Muestra C-2 presenta valores ligeramente más bajos con un límite líquido promedio del 27.47%, un límite plástico promedio del 24.76%, y un índice plástico de 2.71%. Esto indica una plasticidad menor en comparación con la Muestra C-1, lo que implica una respuesta menos pronunciada a las variaciones en el contenido de agua. Finalmente, la Muestra C-3, por su parte, exhibe un límite líquido promedio del

31.33%, un límite plástico promedio del 29.33%, y un índice plástico de 2.01%. Aunque su límite líquido es similar al de la Muestra C-1, su límite plástico más alto se traduce en un índice plástico más bajo. Esto sugiere una plasticidad moderada en comparación con las otras muestras.

Tabla 16. Resultados de Proctor Modificado de muestras sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón

Calicata	Profundidad (m)	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
C-1	2	1.98	7.7
C-2	2	2.01	8.5
C-3	2	1.98	8.5

Fuente: Laboratorio Geolab

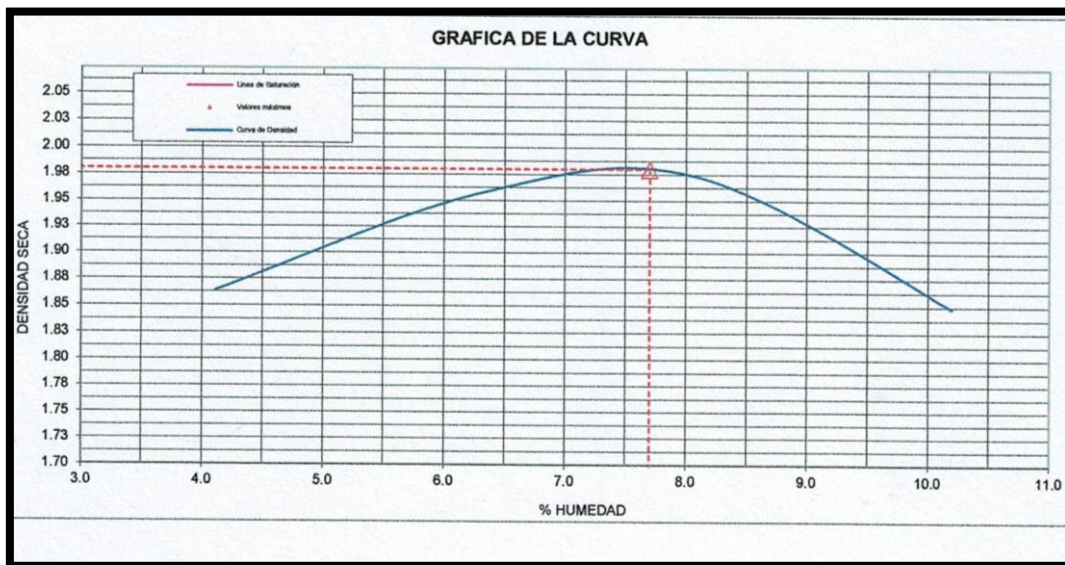


Figura 25. Proctor modificado C-1 suelo inalterado

Fuente: Laboratorio Geolab

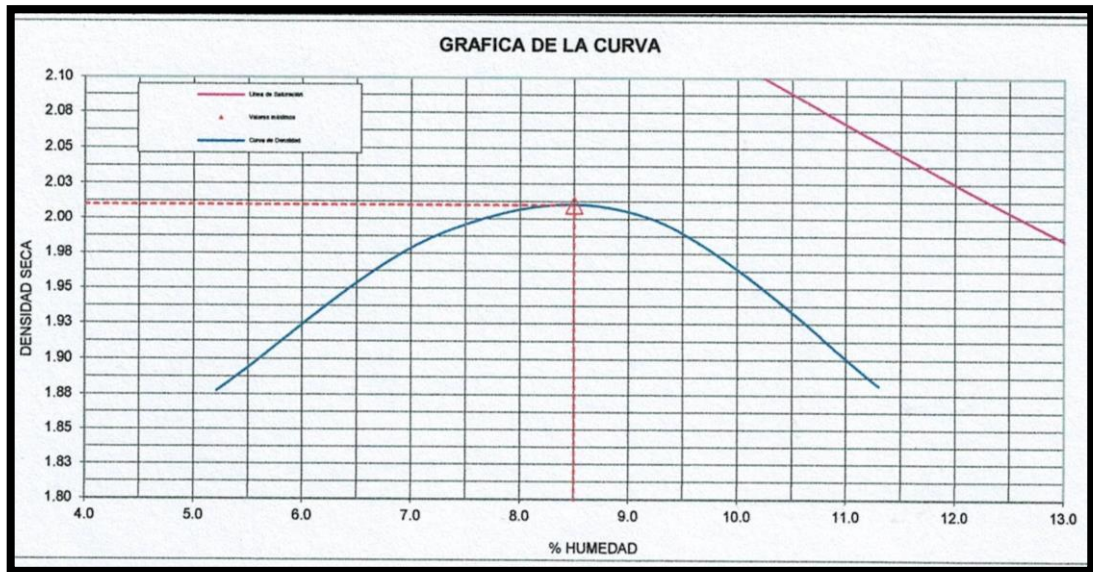


Figura 26. Proctor modificado C-2 suelo inalterado

Fuente: Laboratorio Geolab

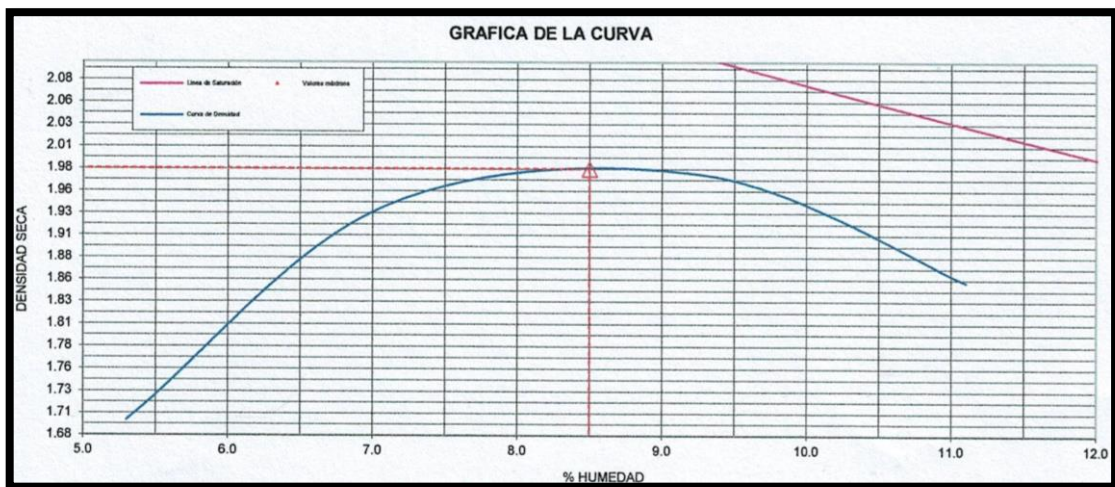


Figura 27. Proctor modificado C-3 suelo inalterado

Fuente: Laboratorio Geolab

La Tabla 16 indica que los resultados de las calicatas C-1, C-2 y C-3 a una profundidad de 2 metros revelan variaciones en la máxima densidad seca y el contenido de humedad óptimo. La Calicata C-1 muestra una máxima densidad seca de 1.98 gr/cm³ con un contenido de humedad óptimo del 7.7%. Por otro lado, la Calicata C-2 presenta una máxima densidad seca ligeramente superior de 2.01 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo del 8.5%. La Calicata C-3 comparte una máxima densidad seca de 1.98 gr/cm³ con la C-1, pero con un contenido de humedad óptimo del 8.5%. Estos resultados proporcionan información crucial sobre las propiedades geotécnicas de las muestras extraídas, influyendo en la compactación y estabilidad del suelo en esas ubicaciones específicas.

Tabla 17. Resultados de California Bearing Ratio (CBR a 1" y 2") de muestras sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón

Pruebas	California Bearing Ratio			
	CBR a 1"		CBR a 2"	
	95%	100%	95%	100%
C-1	21	45.8	29.3	76
C-2	33.3	13.6	50.6	19.8
C-3	36.6	12.5	53.7	16

Fuente: Laboratorio Geolab

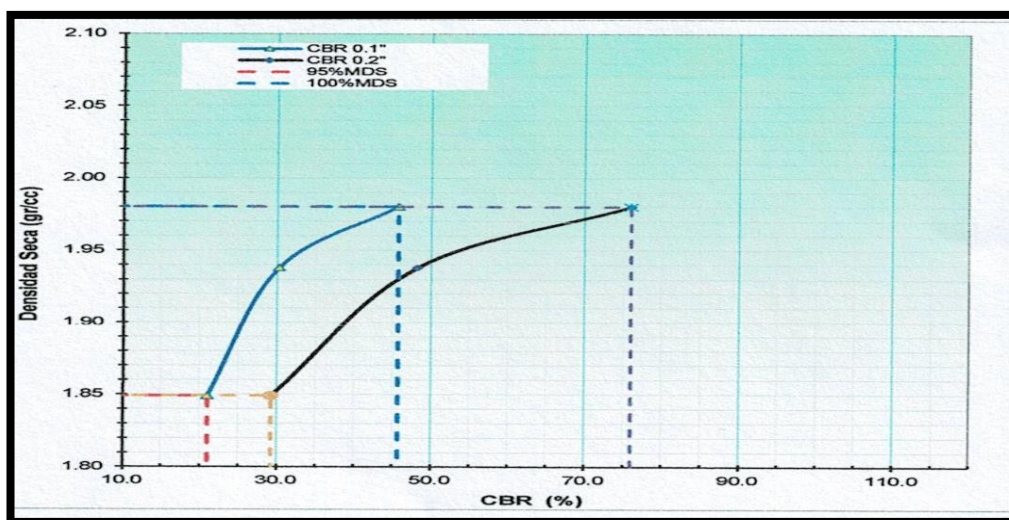


Figura 28. CBR C-1 suelo inalterado

Fuente: Laboratorio Geolab

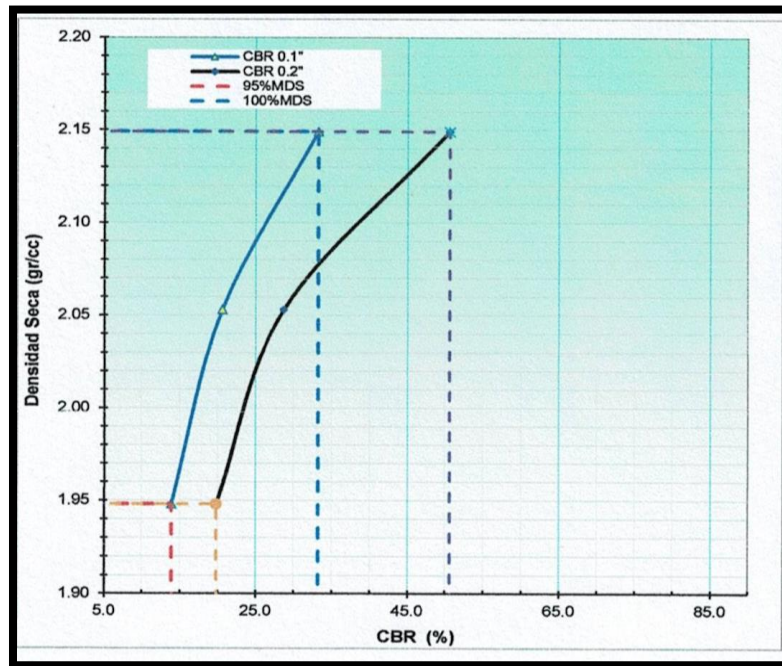


Figura 29. CBR C-2 suelo inalterado

Fuente: Laboratorio Geolab

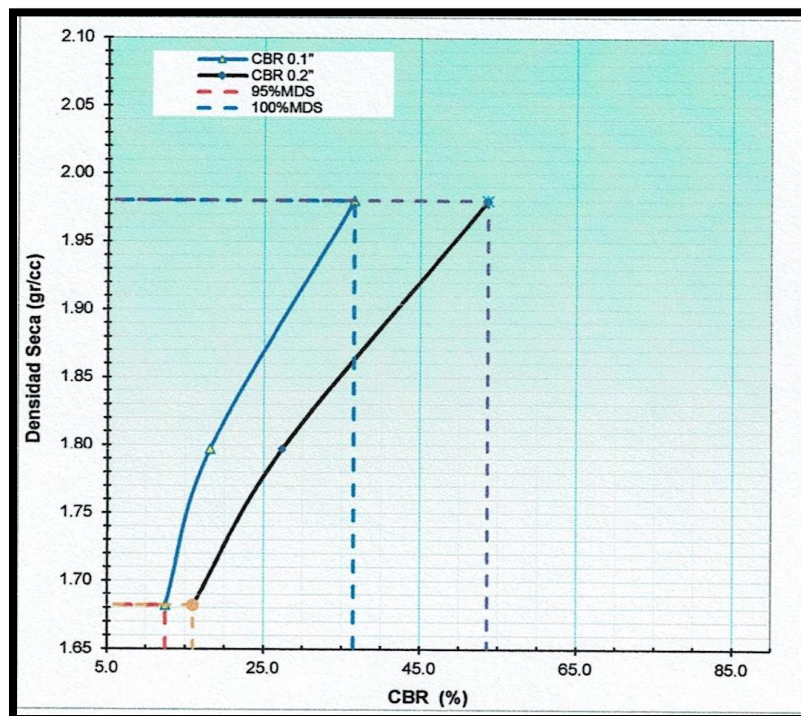


Figura 30. CBR C-3 suelo inalterado

Fuente: Laboratorio Geolab

La Tabla 17 indica que los resultados de las pruebas de California Bearing Ratio (CBR) para las calicatas C-1, C-2 y C-3 indican variaciones significativas en la capacidad portante del suelo a diferentes profundidades y condiciones de compactación. La Calicata C-1 muestra una capacidad de carga considerable, con un CBR de 45.8% a 1 pulgada y 76% a 2 pulgadas, indicando una buena resistencia del suelo. Por otro lado, la Calicata C-2 presenta valores más bajos, especialmente a 1 pulgada, sugiriendo una menor capacidad de carga en esa profundidad. La Calicata C-3 exhibe resultados intermedios, con un CBR de 36.6% a 1 pulgada y 53.7% a 2 pulgadas. Estos hallazgos son fundamentales para la evaluación de la idoneidad del suelo en aplicaciones de ingeniería civil, proporcionando información clave sobre la capacidad del suelo para soportar cargas y deformaciones.

3.6. Método de análisis de datos

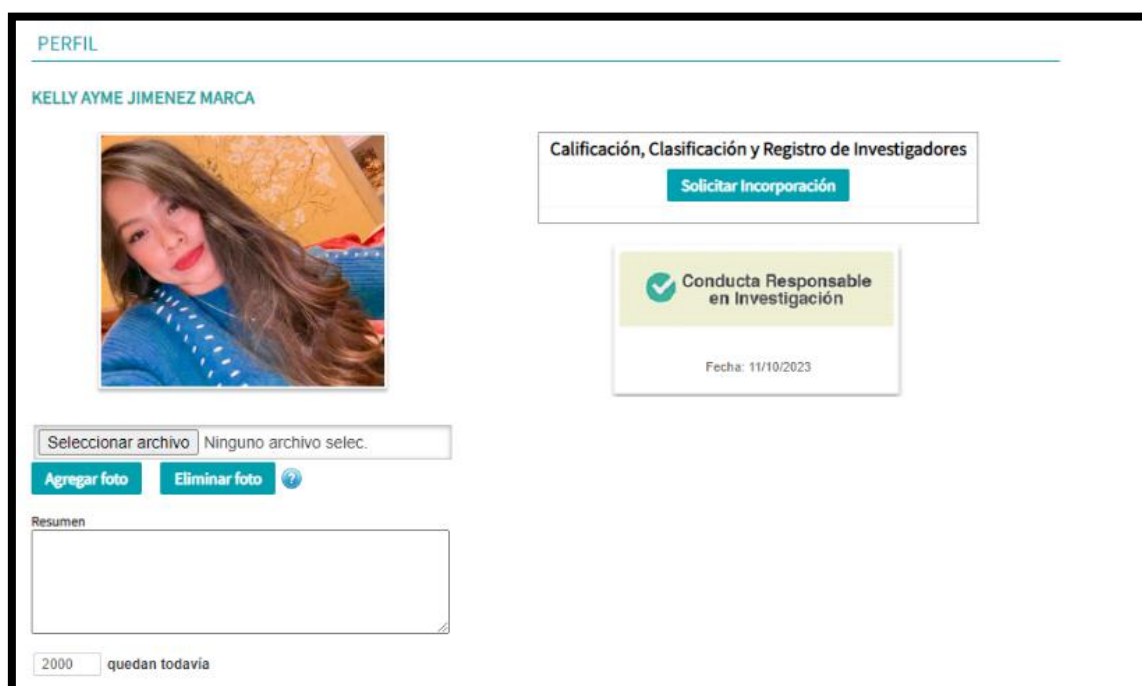
En el marco de la investigación sobre la "Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas en subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua-2023", se empleó un método riguroso de análisis de datos. Inicialmente, se realizará la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de los datos, garantizando la validez de los supuestos estadísticos.

Posteriormente, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) para comparar las medias de las propiedades físico-mecánicas entre los distintos grupos experimentales que contienen diferentes proporciones de ladrillo pulverizado y ceniza volante. Este método permitirá identificar posibles diferencias significativas entre los grupos y determinar el impacto de las variables independientes en las propiedades de la subrasante.

De acuerdo a los métodos de análisis de datos, estos se rigieron principalmente al cumplimiento de normativas con criterios o referencia al sector construcción o de mecánica de materiales, composición entre otros. El análisis de estos se sustenta en base a fichas de análisis u hojas de cálculo que son determinadas según normativas peruanas como la NTP, MTC o internacionales como el ASTM y AASHTO.


3.7. Aspectos éticos

El cumplimiento ético del trabajo de investigación fue crucial, ya que asegura que la investigación esté respaldada con autoría, integridad y respeto por los derechos de otros autores. Cada concepto derivado de otro autor se parafrasea y se cita adecuadamente según el estilo ISO 690, siguiendo las directrices de la facultad universitaria. Además, se utiliza el software Turnitin para verificar que la investigación cumple con el porcentaje mínimo de similitud con otros trabajos, previniendo así el plagio o la copia no autorizada.




PERFIL

KELLY AYME JIMENEZ MARCA




Calificación, Clasificación y Registro de Investigadores

[Solicitar Incorporación](#)

 Conducta Responsable en Investigación

Fecha: 11/10/2023

Seleccionar archivo Ninguno archivo selec.

[Agregar foto](#) [Eliminar foto](#) 

Resumen

quedan todavia

Figura 31. Conducta Responsable en Investigación

IV. RESULTADOS

Análisis Descriptivo según los objetivos

Con respecto al objetivo general, los resultados el uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes influye en las propiedades de la subrasante, Moquegua-2023. Se realizaron los ensayos previamente establecidos, pero esta vez en las muestras con adiciones del 10%, 15% y 20%, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 18. Resultados de Proctor Modificado de muestras con adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón

Tratamiento	Pruebas	Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
CON: % PV +% CV	C-10%+10%	1.95	7
	C-20%+20%	1.902	8.2
	C-20%+15%	2.05	8
	C-20%+10%	2.066	8.2
	C-15%+20%	2.027	8
	C-15%+15%	2.052	7.5

Fuente: Laboratorio Geolab

La Tabla 18 los resultados de las pruebas indican variaciones en las propiedades del suelo para diferentes tratamientos. La combinación C-10%+10% tiene una densidad de 1.95 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo del 7%, mostrando una buena capacidad de carga y compactación. C-20%+20% presenta una densidad de 1.902 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo del 8.2%, sugiriendo una resistencia del suelo aceptable, aunque con un poco más de humedad. C-20%+15% mejora la capacidad de carga con una densidad de 2.05 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo del 8%. C-20%+10% destaca con la máxima densidad de 2.066 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo del 8.2%, mostrando robustez en resistencia y compactación. C-15%+20% y C-15%+15% son eficientes con

densidades de 2.027 gr/cm³ y 2.052 gr/cm³, respectivamente, y contenidos de humedad óptimos de 8% y 7.5% e indica que, la Máxima Densidad Seca varía significativamente entre los tratamientos, siendo más alta en C-20%+10% (2.066 gr/cm³) y más baja en C-20%+20% (1.902 gr/cm³). El Óptimo Contenido de Humedad varía entre 7% y 8.2%, siendo más bajo en C-10%+10% y C-15%+15%, y más alto en C-20%+20%. La variación en estos parámetros indica que las proporciones de Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante afectan la compactación y humedad óptima del suelo.

Tabla 19. Resultados de California Bearing Ratio (CBR a 1" y 2") de muestras con adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón

Porcentaje de adición pulverizado ladrillo	Porcentaje de adición de ceniza	California Bearing Ratio			
		CBR a 1"		CBR a 2"	
		95%	100%	95%	100%
10%	10%	19.8	49.4	28.9	79.1
20%	20%	22.6	46.5	33.7	74.3
20%	15%	18.5	45.0	47.0	79.8
20%	10%	16.8	40.6	41.8	70.9
15%	20%	18.2	40.3	44.4	72.9
15%	15%	18.5	46.7	48.0	82.8

Fuente: Laboratorio Geolab

La Tabla 19 indica que en la evaluación del California Bearing Ratio (CBR) a 1 pulgada y 2 pulgadas, considerando diferentes porcentajes de adición de pulverizado de ladrillo y ceniza, se observan variaciones significativas en la capacidad portante del suelo. Bajo condiciones del 95% y 100%, los resultados revelan patrones interesantes. A un nivel del 95%, la combinación con 20% de pulverizado de ladrillo y 15% de ceniza exhibe un CBR a 1 pulgada de 18.5, superando otras configuraciones. Sin embargo, a 2 pulgadas, la combinación de 15% de pulverizado de ladrillo y 15% de ceniza lidera con un CBR de 44.4. En comparación, a un nivel del 100%, la combinación de 15% de pulverizado de ladrillo y 15% de ceniza destaca en ambas profundidades, con un CBR de 46.7 a 1 pulgada y un impresionante 82.8 a 2 pulgadas. Los resultados sugieren que esta

combinación específica, con una proporción equilibrada de adiciones, proporciona una resistencia destacada en ambas profundidades, siendo especialmente eficiente a 2 pulgadas con un CBR de 82.8.

Tabla 20. Análisis comparativo de CBR a 1" y 2" de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón

Tratamiento	Pruebas	California Bearing Ratio			
		CBR a 1" (95%)	CBR a 1" (100%)	CBR a 2" (95%)	CBR a 2" (100%)
CON % PV +% CV	C-10%+10%	19.8	49.4	28.9	79.1
	C-20%+20%	22.6	46.5	33.7	74.3
	C-20%+15%	18.5	45.0	47.0	79.8
	C-20%+10%	16.8	40.6	41.8	70.9
	C-15%+20%	18.2	40.3	44.4	72.9
	C-15%+15%	18.5	46.7	48.0	82.8
SIN % PV +% CV	C-1	21	45.8	29.3	76
	C-2	33.3	13.6	50.6	19.8
	C-3	36.6	12.5	53.7	16

Fuente: Laboratorio Geolab

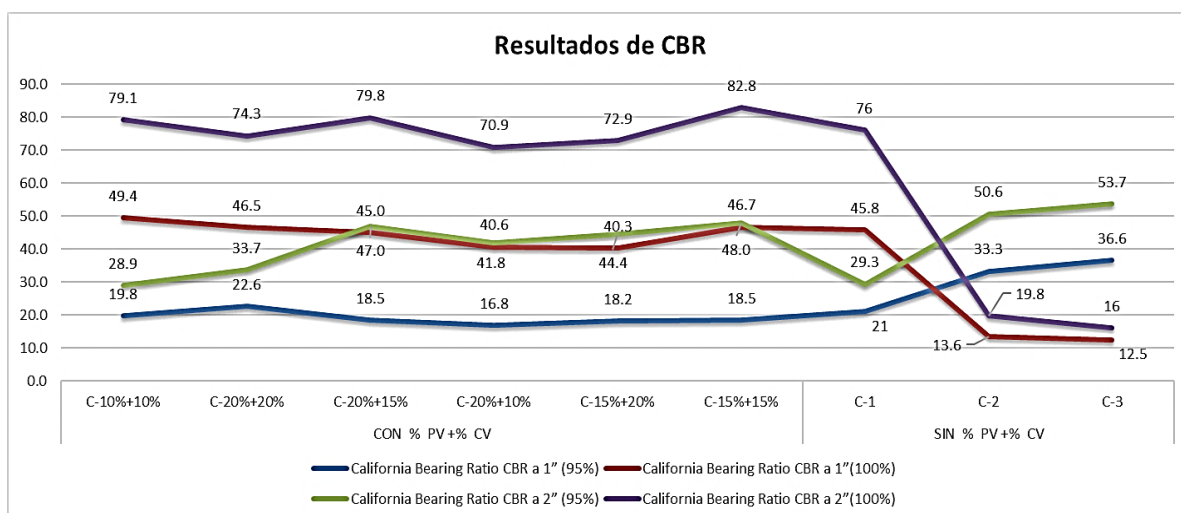


Figura 32. Análisis gráfico comparativo CBR 1" y 2" de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón

La Tabla 20 y Figura 31. Análisis gráfico comparativo muestran el análisis gráfico comparativo del CBR obtenido en las muestras para cada diseño evaluado (muestra natural y muestras con 10%, 15% y 20% de polvo pulverizado y ceniza volante). Los resultados del California Bearing Ratio (CBR) para diferentes tratamientos, específicamente C-10%+10%, C-20%+20%, C-20%+15%, C-20%+10%, C-15%+20%, y C-15%+15%, se comparan con los valores de las pruebas C-1, C-2, y C-3. En primer lugar, observamos que la combinación C-10%+10% muestra un CBR a 1 pulgada del 95% de 19.8 y un impresionante 49.4 a 100%, superando otras configuraciones en ambas condiciones. Sin embargo, al evaluar los resultados de las pruebas C-1, C-2, y C-3, se puede observar que C-10%+10% se encuentra entre estos en términos de resistencia del suelo, sin destacar de manera significativa. La combinación C-20%+20%, por otro lado, presenta valores de CBR consistentemente altos en ambas profundidades, con un máximo de 74.3 a 100%. Este rendimiento sugiere una capacidad portante sólida, lo que la hace una opción atractiva. C-20%+15% exhibe un CBR a 2 pulgadas del 95% de 47.0 y un robusto 79.8 a 100%. Estos resultados resaltan la mejora significativa en la capacidad portante, especialmente a mayores profundidades. C-20%+10%, aunque muestra una disminución en comparación con algunas otras combinaciones, aún mantiene un rendimiento razonable, con un CBR a 2 pulgadas del 95% de 41.8 y un 70.9 a 100%. C-15%+20% y C-15%+15% demuestran fortaleza en ambos niveles, especialmente C-15%+15%, que sobresale con un CBR a 2 pulgadas del 100% de 82.8.

En comparación con las pruebas C-1, C-2 y C-3, se puede observar que ciertas combinaciones, como C-15%+15%, superan significativamente los valores de referencia, indicando un rendimiento excepcional en la capacidad portante del suelo.

Con respecto al **objetivo específico 1**, los resultados el uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes influye en el contenido de humedad de la subrasante, Moquegua-2023. Se realizaron los ensayos previamente establecidos, pero esta vez en las muestras con adiciones del 10%, 15% y 20%, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 21. Análisis comparativo de contenido de humedad natural de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón

Tratamiento	Pruebas	Contenido de Humedad Natural (%)
CON % PV +% CV	C-10%+10%	1.89
	C-20%+20%	1.83
	C-20%+15%	1.92
	C-20%+10%	1.86
	C-15%+20%	1.89
	C-15%+15%	1.93
SIN % PV +% CV	Patrón	4.27
% CV	CV	1.23
% PV	PV	1.76

Fuente: Laboratorio Geolab

La Tabla 21 muestra los resultados de los tratamientos con Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante muestran consistentemente valores de contenido de humedad natural inferiores (en el rango de 1.83% a 1.93%) en comparación con el patrón de 4.27%. Esto podría indicar que la adición de estos materiales está afectando positivamente la capacidad del suelo para retener humedad. Por otro lado, todos los tratamientos con Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante tienen valores de contenido de humedad natural significativamente más bajos que el patrón. Este hecho sugiere que la incorporación de estos materiales podría tener un efecto de secado en el suelo en comparación con las condiciones naturales. Finalmente, en base a los resultados, la adición de Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante parece influir en la reducción del contenido de humedad natural del suelo. Este cambio puede ser beneficioso en ciertos contextos, especialmente si se busca controlar la humedad en la subrasante para mejorar la estabilidad y resistencia del suelo

Con respecto al **objetivo específico 2**, los resultados el uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes influye en los límites de consistencia de la subrasante, Moquegua-2023. Se realizaron los ensayos previamente establecidos, pero esta vez en las muestras con adiciones del 10%, 15% y 20%, obteniendo los siguientes resultados

Tabla 22. *Análisis comparativo de Límites de Consistencia (%) de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón*

Tratamiento	Pruebas	Límites de Consistencia (%)		
		Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico
CON % PV +% CV	C-10%+10%	23.68	19.41	4.26
	C-20%+20%	23.45	16.98	6.47
	C-20%+15%	23.41	18.81	5.04
	C-20%+10%	23.50	18.91	4.61
	C-15%+20%	23.40	19.21	4.69
	C-15%+15%	23.44	18.19	4.22
SIN % PV +% CV	Patrón	31.41	27.54	3.87

Fuente: Laboratorio Geolab

Según la tabla 22 muestra los resultados de los tratamientos con Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante muestran consistentemente valores más bajos en Límite Líquido, Límite Plástico y Índice Plástico en comparación con el patrón de referencia. Por otro lado, en todas las pruebas detalladas de Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante, los valores de Límite Líquido y Límite Plástico son significativamente inferiores al patrón de referencia. Los índices plásticos para las pruebas individuales también son menores en comparación con el patrón. La adición de Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante parece influir en una disminución en la plasticidad del suelo, indicada por la reducción en los límites de consistencia. Finalmente, estos resultados sugieren que la incorporación de estos materiales podría ser beneficiosa para reducir la susceptibilidad del suelo a la deformación plástica, lo que puede ser ventajoso en proyectos de construcción y pavimentación.

Con respecto al **objetivo específico 3**, los resultados el uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes influye en la máxima densidad seca de la subrasante, Moquegua-2023. Se realizaron los ensayos previamente establecidos, pero esta vez en las muestras con adiciones del 10%, 15% y 20%, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 23. *Análisis comparativo de Máxima Densidad Seca (gr/cm³) de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón*

Tratamiento	Pruebas	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)
CON % PV +% CV	C-10%+10%	1.950
	C-20%+20%	1.902
	C-20%+15%	2.050
	C-20%+10%	2.066
	C-15%+20%	2.027
	C-15%+15%	2.052
SIN % PV +% CV	Patrón	1.980

Según los resultados en comparación de los datos de Máxima Densidad Seca para el Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante con el patrón, que tiene un valor de 1.980 gr/cm³, revela una variabilidad en la respuesta del suelo a diferentes proporciones de estos materiales como C-10%+10%: 1.950 gr/cm³, ligeramente inferior al patrón, C-20%+20%: 1.902 gr/cm³, significativamente inferior al patrón, C-20%+15%: 2.050 gr/cm³, superior al patrón, C-20%+10%: 2.066 gr/cm³, superando al patrón, C-15%+20%: 2.027 gr/cm³, ligeramente inferior al patrón, -15%+15%: 2.052 gr/cm³, también inferior al patrón. Por otro lado, la adición de Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante influye significativamente en la Máxima Densidad Seca del suelo. Finalmente Se observa una variabilidad en la respuesta del suelo a diferentes proporciones, con tratamientos que superan o quedan por debajo del patrón, el tratamiento C-20%+10% destaca al lograr una Máxima Densidad Seca de 2.066 gr/cm³, indicando un potencial de mejora en la compactación del suelo, la variabilidad subraya la importancia de seleccionar cuidadosamente las proporciones según los objetivos del proyecto

Con respecto al **objetivo específico 4**, los resultados el uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes influye en la capacidad portante de la subrasante, Moquegua-2023. Se realizaron los ensayos previamente establecidos, pero esta vez en las muestras con adiciones del 10%, 15% y 20%, obteniendo los siguientes resultados

Tabla 24. Análisis comparativo CBR a 1" (95%) de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón

Tratamiento	Pruebas	California Bearing Ratio	
		CBR a 1" (95%)	CBR a 2" (95%)
CON % PV +% CV	C-10%+10%	19.8	28.9
	C-20%+20%	22.6	33.7
	C-20%+15%	18.5	47.0
	C-20%+10%	16.8	41.8
	C-15%+20%	18.2	44.4
	C-15%+15%	18.5	48.0
SIN % PV +% CV	Patrón	21	29.3

Fuente: Laboratorio Geolab

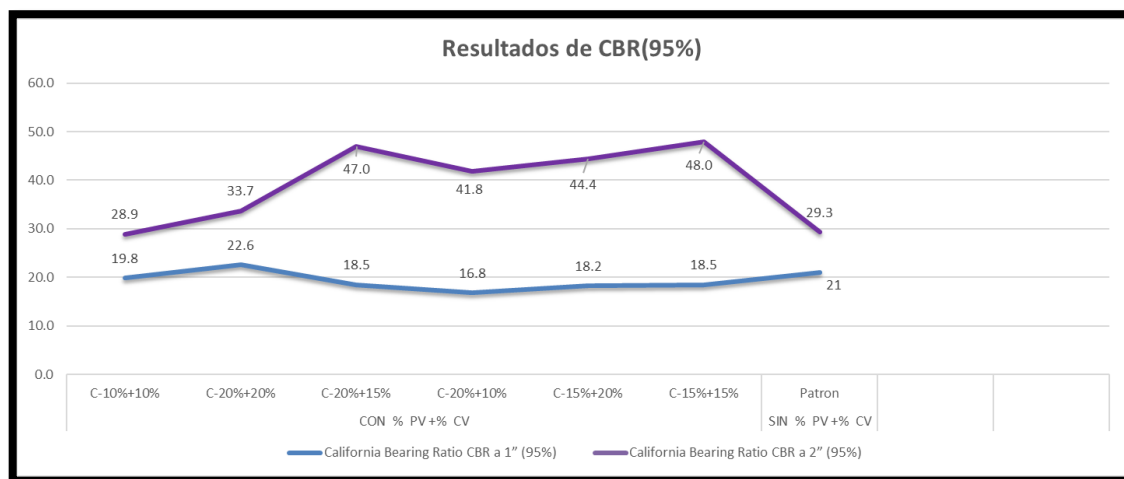


Figura 33. Análisis gráfico comparativo CBR 1" de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón

Según los resultados obtenidos en el análisis de CBR para CBR a 1 pulgada (95%), los tratamientos varían entre 16.8 y 22.6, con el patrón en 21. Todos los tratamientos muestran valores cercanos al patrón, indicando una respuesta consistente a la carga. Para CBR a 2 pulgadas (95%), los resultados oscilan entre 28.9 y 48.0, con el patrón en 29.3. El tratamiento C-20%+15% destaca con un valor significativamente superior al patrón. La variabilidad en los resultados sugiere que la combinación de Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante tiene un impacto significativo en la resistencia del suelo a diferentes profundidades y los datos indican que la adición de Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante puede mejorar la resistencia del suelo, con resultados que varían según las proporciones utilizadas.

Tabla 25. Análisis comparativo CBR a 2" (100%) de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón

Tratamiento	Pruebas	California Bearing Ratio	
		CBR a 1" (100%)	CBR a 2" (100%)
CON %PV +% CV	C-10%+10%	49.4	79.1
	C-20%+20%	46.5	74.3
	C-20%+15%	45.0	79.8
	C-20%+10%	40.6	70.9
	C-15%+20%	40.3	72.9
	C-15%+15%	46.7	82.8
SIN % PV +% CV	Patrón	45.8	76

Fuente: Laboratorio Geolab

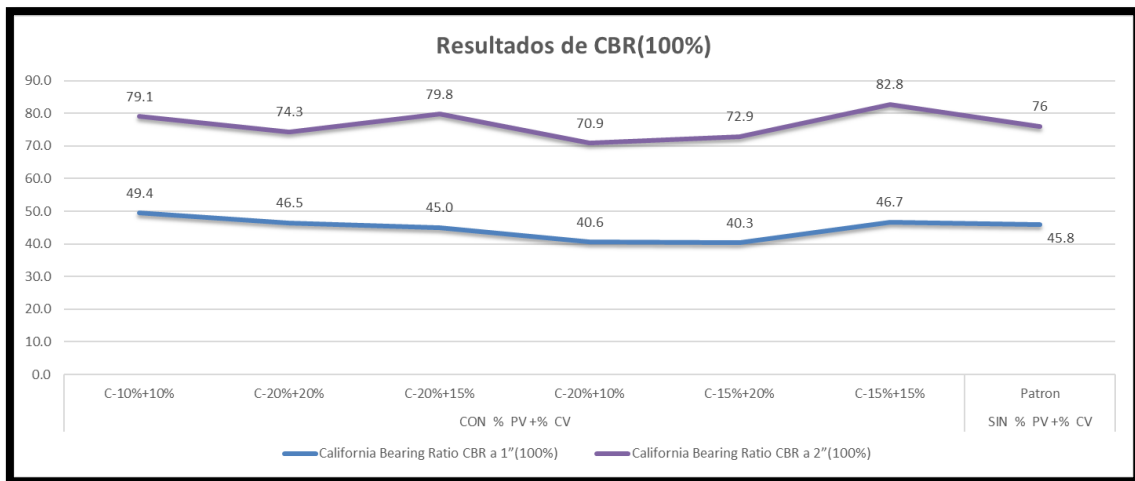


Figura 34. Análisis gráfico comparativo CBR 2" de muestras con y sin adición de pulverizado ladrillo y ceniza de carbón

Según los resultados obtenidos en el análisis de CBR para CBR a 1 pulgada (100%), todos los tratamientos muestran valores superiores al patrón, con el tratamiento C-10%+10% liderando con 49.4, indicando una mejora significativa en la capacidad portante del suelo y 2 pulgadas (100%) todos los tratamientos superan al patrón, destacándose C-15%+15% con un CBR de 82.8, sugiriendo una mayor resistencia a cargas más profundas. Por otro lado, la adición de Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante mejora consistentemente la capacidad portante del suelo en comparación con el patrón de referencia al 100% y la selección de la proporción de adición debe considerarse cuidadosamente según los requisitos específicos del proyecto, ya que cada tratamiento muestra variaciones en la mejora de la resistencia del suelo. Finalmente, los resultados indican que la combinación de Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante en diferentes proporciones puede aumentar significativamente la capacidad portante del suelo, siendo crucial elegir la proporción óptima para satisfacer los requisitos de diseño geotécnico del proyecto

Análisis de Resultados inferencial según las hipótesis

En el contexto del estudio "Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua-2023", se llevaron a cabo pruebas de normalidad para evaluar la distribución de diversas variables de estudio. Utilizando el método de Shapiro-Wilk, se analizaron variables clave como CBR a 1" y 2", máxima densidad seca, óptimo

contenido de humedad, contenido de humedad natural, límite líquido, límite plástico e índice plástico.

Tabla 26. Prueba de normalidad para la máxima densidad seca (gr/cm³)

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
SIN % PV +% CV	1.000	3	1.000
C-10%+10%	1.000	3	1.000
C-20%+20%	1.000	3	1.000
C-20%+15%	1.000	3	1.000
C-20%+10%	1.000	3	1.000
C-15%+20%	1.000	3	1.000
C-15%+15%	1.000	3	1.000

Según el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk mostrada en la tabla 26, se obtuvieron significancias mayores a 0.05 en todas las pruebas por lo tanto la máxima densidad seca sigue distribución normal, por ende se aplica la prueba ANOVA.

Tabla 27. Prueba ANOVA para la máxima densidad seca (gr/cm³)

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.068	6	0.011	1.129	0.395
Dentro de grupos	0.141	14	0.010		
Total	0.209	20			

Según la prueba ANOVA presentada en la tabla 27, se obtuvo una significancia mayor a 0.05, por lo que no existe evidencia para rechazar que no hay efecto de las pruebas en la máxima densidad seca.

Tabla 28. Prueba de normalidad para el óptimo contenido de humedad (%)

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
SIN % PV +% CV	1.000	3	1.000
C-10%+10%	1.000	3	1.000
C-20%+20%	1.000	3	1.000
C-20%+15%	1.000	3	1.000
C-20%+10%	1.000	3	1.000
C-15%+20%	1.000	3	1.000
C-15%+15%	1.000	3	1.000

Según el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk mostrada en la tabla 28, se obtuvieron significancias mayores a 0.05 en todas las pruebas por lo tanto el óptimo contenido de humedad sigue distribución normal, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

Tabla 29. Prueba ANOVA para el óptimo contenido de humedad (%)

Óptimo Contenido de Humedad (%)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4.963	6	0.827	5.517	0.004
Dentro de grupos	2.099	14	0.150		
Total	7.062	20			

Según la prueba ANOVA presentada en la tabla 29, se obtuvo una significancia menor a 0.05, por lo que no existe evidencia para rechazar que al menos una de las pruebas causa efecto en el óptimo contenido de humedad.

Tabla 30. Prueba de normalidad para el CBR a 1" 95%

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
SIN % PV +% CV	1.000	3	1.000
C-10%+10%	1.000	3	1.000
C-20%+20%	1.000	3	1.000
C-20%+15%	1.000	3	1.000
C-20%+10%	1.000	3	1.000
C-15%+20%	1.000	3	1.000
C-15%+15%	1.000	3	1.000

Según el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk mostrada en la tabla 30, se obtuvieron significancias mayores a 0.05 en todas las pruebas por lo tanto el CBR a 1" 95% sigue distribución normal, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

Tabla 31. Prueba ANOVA para el CBR a 1" 95%

CBR a 1" 95%	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	68.271	6	11.379	12.060	0.000
Dentro de grupos	13.209	14	0.943		
Total	81.480	20			

Según la prueba ANOVA presentada en la tabla 31, se obtuvo una significancia menor a 0.05, por lo que no existe evidencia para rechazar que al menos una de las pruebas causa efecto en el CBR a 1" 95%.

Tabla 32. Prueba de normalidad para el CBR a 1" 100%

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
SIN % PV +% CV	1.000	3	1.000
C-10%+10%	1.000	3	1.000
C-20%+20%	1.000	3	1.000
C-20%+15%	1.000	3	1.000
C-20%+10%	1.000	3	1.000
C-15%+20%	1.000	3	1.000
C-15%+15%	1.000	3	1.000

Según el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk mostrada en la tabla 32, se obtuvieron significancias mayores a 0.05 en todas las pruebas por lo tanto el CBR a 1" 100% sigue distribución normal, por ende, se aplica la prueba ANOVA

Tabla 33. Prueba ANOVA para el CBR a 1" 100%

CBR a 1" 100%	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	199.560	6	33.260	6.568	0.002
Dentro de grupos	70.893	14	5.064		
Total	270.453	20			

Según la prueba ANOVA presentada en la tabla 33, se obtuvo una significancia menor a 0.05, por lo que no existe evidencia para rechazar que al menos una de las pruebas causa efecto en el CBR a 1" 100%.

Tabla 34. Prueba de normalidad para el CBR a 2" 95%

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
SIN % PV +% CV	1.000	3	1.000
C-10%+10%	1.000	3	1.000
C-20%+20%	1.000	3	1.000
C-20%+15%	1.000	3	1.000
C-20%+10%	1.000	3	1.000
C-15%+20%	1.000	3	1.000
C-15%+15%	1.000	3	1.000

Según el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk mostrada en la tabla 34, se obtuvieron significancias mayores a 0.05 en todas las pruebas por lo tanto el CBR a 2" 95% sigue distribución normal, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

Tabla 35. Prueba ANOVA para el CBR a 2" 95%

CBR a 2" 95%	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1218.566	6	203.094	51.412	0.000
Dentro de grupos	55.305	14	3.950		
Total	1273.871	20			

Según la prueba ANOVA presentada en la tabla 35, se obtuvo una significancia menor a 0.05, por lo que no existe evidencia para rechazar que al menos una de las pruebas causa efecto en el CBR a 2" 95%

Tabla 36. Prueba de normalidad para el CBR a 2" 100%

	<i>Shapiro-Wilk</i>		
	<i>Estadístico</i>	<i>gl</i>	<i>Sig.</i>
SIN % PV +% CV	1.000	3	1.000
C-10%+10%	1.000	3	1.000
C-20%+20%	1.000	3	1.000
C-20%+15%	1.000	3	1.000
C-20%+10%	1.000	3	1.000
C-15%+20%	1.000	3	1.000
C-15%+15%	1.000	3	1.000

Según el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk mostrada en la tabla 36, se obtuvieron significancias mayores a 0.05 en todas las pruebas por lo tanto el CBR a 2" 100% sigue distribución normal, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

Tabla 37. Prueba ANOVA para el CBR a 2" 100%

<i>CBR a 2" 100%</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Entre grupos	320.211	6	53.369	3.634	0.022
Dentro de grupos	205.592	14	14.685		
Total	525.803	20			

Según la prueba ANOVA presentada en la tabla 37, se obtuvo una significancia menor a 0.05, por lo que no existe evidencia para rechazar que al menos una de las pruebas causa efecto en el CBR a 2" 100%.

Tabla 38. Prueba de normalidad para el contenido de humedad natural (%)

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
SIN % PV +% CV	1.000	3	1.000
C-10%+10%	1.000	3	1.000
C-20%+20%	1.000	3	1.000
C-20%+15%	1.000	3	1.000
C-20%+10%	1.000	3	1.000
C-15%+20%	1.000	3	1.000
C-15%+15%	1.000	3	1.000

Según el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk mostrada en la tabla 38, se obtuvieron significancias mayores a 0.05 en todas las pruebas por lo tanto el contenido de humedad natural (%) sigue distribución normal, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

Tabla 39. Prueba ANOVA para el contenido de humedad natural (%)

Contenido de Humedad Natural (%)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14.627	6	2.438	172.388	0.000
Dentro de grupos	0.198	14	0.014		
Total	14.825	20			

Según la prueba ANOVA presentada en la tabla 39, se obtuvo una significancia menor a 0.05, por lo que no existe evidencia para rechazar que al menos una de las pruebas causa efecto en el contenido de humedad natural (%).

Tabla 40. Prueba de normalidad para el límite líquido de consistencia (%)

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
SIN % PV +% CV	1.000	3	1.000
C-10%+10%	1.000	3	1.000
C-20%+20%	1.000	3	1.000
C-20%+15%	1.000	3	1.000
C-20%+10%	1.000	3	1.000
C-15%+20%	1.000	3	1.000
C-15%+15%	1.000	3	1.000

Según el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk mostrada en la tabla 40, se obtuvieron significancias mayores a 0.05 en todas las pruebas por lo tanto el límite líquido de consistencia (%) sigue distribución normal, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

Tabla 41. Prueba ANOVA para el límite líquido de consistencia (%)

Límite líquido de Consistencia (%)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	161.867	6	26.978	17.589	0.000
Dentro de grupos	21.473	14	1.534		
Total	183.339	20			

Según la prueba ANOVA presentada en la tabla 41, se obtuvo una significancia menor a 0.05, por lo que no existe evidencia para rechazar que al menos una de las pruebas causa efecto en el límite líquido de consistencia (%).

Tabla 42. Prueba de normalidad para el límite plástico de consistencia (%)

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
SIN % PV +% CV	1.000	3	1.000
C-10%+10%	1.000	3	1.000
C-20%+20%	1.000	3	1.000
C-20%+15%	1.000	3	1.000
C-20%+10%	1.000	3	1.000
C-15%+20%	1.000	3	1.000
C-15%+15%	1.000	3	1.000

Según el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk mostrada en la tabla 42, se obtuvieron significancias mayores a 0.05 en todas las pruebas por lo tanto el límite plástico de consistencia (%) sigue distribución normal, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

Tabla 43. Prueba ANOVA para el límite plástico de consistencia (%)

Límite plástico de Consistencia (%)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	218.087	6	36.348	35.901	0.000
Dentro de grupos	14.174	14	1.012		
Total	232.261	20			

Según la prueba ANOVA presentada en la tabla 43, se obtuvo una significancia menor a 0.05, por lo que no existe evidencia para rechazar que al menos una de las pruebas causa efecto en el límite plástico de consistencia (%).

Tabla 44. Prueba de normalidad para el índice plástico

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
SIN % PV +% CV	1.000	3	1.000
C-10%+10%	1.000	3	1.000
C-20%+20%	1.000	3	1.000
C-20%+15%	1.000	3	1.000
C-20%+10%	1.000	3	1.000
C-15%+20%	1.000	3	1.000
C-15%+15%	1.000	3	1.000

Según el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk mostrada en la tabla 42, se obtuvieron significancias mayores a 0.05 en todas las pruebas por lo tanto el índice plástico sigue distribución normal, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

Tabla 45. Prueba ANOVA para el índice plástico

Índice plástico	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	13.080	6	2.180	37.808	0.000
Dentro de grupos	0.807	14	0.058		
Total	13.887	20			

Según la prueba ANOVA presentada en la tabla 45, se obtuvo una significancia menor a 0.05, por lo que no existe evidencia para rechazar que al menos una de las pruebas logra causar efecto en el índice plástico.

V. DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación indican que la utilización de ladrillo pulverizado y cenizas volantes ejerce un impacto sustancial en las características de la subrasante en el estudio llevado a cabo en Moquegua-2023. Las variaciones en las propiedades del suelo con diferentes tratamientos señalan que la combinación de estos materiales influye en la densidad, capacidad de carga y otras propiedades geotécnicas del suelo. En términos de densidad, se observa que la combinación C-20%+10% supera al estándar, logrando una máxima densidad seca de 2.066 gr/cm³, indicando una mejora en la compactación del suelo. Por otro lado, en cuanto a la capacidad de carga evaluada a través del California Bearing Ratio (CBR), ciertas combinaciones, como C-15%+15% al 100%, exhiben valores destacados con un máximo de 82.8%, superando al estándar en resistencia a diferentes profundidades, con un valor máximo de 76%. En lo que respecta a los límites de consistencia, se aprecia una disminución en el límite líquido, límite plástico e índice plástico con la incorporación de ladrillo pulverizado y cenizas volantes. Esto sugiere una reducción en la plasticidad del suelo, lo cual podría resultar beneficioso para prevenir deformaciones plásticas en proyectos de construcción y pavimentación. En el diseño estándar, se alcanzan valores de 31.41 de LL, 27.54 LP y 3.87 de IP, mientras que con la adición de PV y CV se alcanzan valores máximos de 23.68 LL, 19.41 LP y 4.26. En comparación con otros estudios se concuerda con Salimah, et al. (2022), ya que en su investigación demostraron la influencia que tiene el polvo de ladrillo en el suelo con valores altos en CBR y MDS, que requieren de mayor humedad para poder ser compactados. Así mismo se concuerda con Alemshet, et al. (2023), ya que en su investigación muestran que adicionar cenizas volantes al suelo genera un porcentaje de humedad inferior a la mezcla patrón y un incremento del valor de soporte CBR. Por otro lado, con Getaneh, et al. (2020) en su investigación se concuerda con que el valor de CBR y MDS se incrementan al incorporar ladrillo triturado, pero se discrepa en el contenido de humedad dado que muestran que este valor se incrementa paralelamente al aumentar la dosificación de ladrillo triturado y en la investigación presente sucede de manera contraria.

Por otro lado, los resultados de las pruebas indican variaciones significativas en las propiedades del suelo para diferentes tratamientos con ladrillo pulverizado y

ceniza volante. En cuanto al contenido de humedad natural, los tratamientos con polvo de ladrillo y ceniza volante muestran consistentemente valores inferiores en comparación con el patrón, indicando una influencia positiva en la capacidad del suelo para retener humedad. Los resultados sugieren que la adición de estos materiales puede tener un efecto de secado en el suelo en comparación con las condiciones naturales. El contenido de humedad óptimo varía considerablemente entre las combinaciones evaluadas. La combinación C-15%+15% destaca con un valor máximo de contenido de humedad de 1.93%, demostrando que la presencia del ladrillo pulverizado y ceniza volante genera una disminución del % de humedad por ello que el diseño patrón presenta un valor de humedad del 4.27%. La investigación actual coincide con estudios previos, como el de Vilcas (2022), ya que en su investigación muestran que incorporar ladrillo en ceniza en el suelo genera una disminución del porcentaje de humedad, donde su diseño patrón alcanza un valor de 10.73% y el máximo valor con adición de la ceniza de ladrillo es de 10.55%. Del mismo modo se concuerda con Alemshet, et al. (2023), ya que en su investigación muestran que las cenizas volantes y escoria de acero en polvo generan en una disminución de humedad en el suelo, donde el valor de humedad es de 19% y decrece hasta un valor de 16.8%. Por otro lado, se discrepa con Getaneh, et al. (2020), ya que en su investigación muestran que incorporar ladrillo triturado en la muestra de suelo si se observa un incremento de la humedad partiendo de un valor de 25.4% hasta llegar a un máximo valor igual a 29.20%.

En relación con los resultados obtenidos respecto a los límites de consistencia, específicamente el límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice plástico (IP), se evidencian cambios sustanciales en las propiedades del suelo con distintos tratamientos que incorporan ladrillo pulverizado y ceniza volante. En los tratamientos que contienen polvo de ladrillo (PV) y ceniza volante (CV), se registra una disminución en los límites de consistencia en comparación con la muestra estándar sin adiciones. La combinación C-20%+20% presenta los valores más bajos de LL (23.45), LP (16.98) e IP (6.47), señalando una mayor fluidez y menor plasticidad en el suelo. Por otro lado, C-20%+10% muestra un LL de 23.50, LP de 18.91 e IP de 4.61, evidenciando una reducción significativa en comparación con la muestra estándar, que alcanza valores de LL de 31.41, LP de 27.54 e IP de

3.87 Estos resultados concuerdan con investigaciones previas como Alemshet, et al. (2023), ya que en su investigación al incorporar cenizas volantes y escoria de acero en polvo demuestran que los límites de consistencia decrecen significativamente dónde los valores de LL paso de 68.5% a un 22%, los LP de un 39% a un 10% y el IP de un 27.5% a un 3.5%. Del mismo modo se concuerda con Getaneh, et al. (2020), ya que en su investigación muestran que incorporar ladrillo y yeso triturado en el suelo genera disminución de los límites de consistencia partiendo de valores de LL, LP y IP de 76.5%, 40% y 36.50% a un valor de 39.8%, 30.97% y 9.03%. Por otro lado, se concuerda con Blayi et al., (2020), ya que en su investigación observaron que al incorporar polvo de ladrillo al suelo genera una disminución de los límites de consistencia que parten de 52.60 LL, 33.42 LP y 19.18 IP hasta un valor mínimo de 32.26 LL, 19.6 LP y de 12.62 IP cuando se agrega 30% de polvo de ladrillo, lo que queda demostrado que en todos los estudios los límites de consistencia con presencia de estos materiales disminuyen significativamente.

Así mismo en la investigación la variación en los resultados de la Máxima Densidad Seca (MDS) en los tratamientos que incorporan polvo de ladrillo y ceniza volante, en comparación con el estándar sin adiciones, subraya la influencia sustancial de estos materiales en las propiedades geotécnicas del suelo. Los datos revelan diversas respuestas del suelo a distintas proporciones, destacando la importancia de seleccionar cuidadosamente las proporciones de acuerdo con los objetivos del proyecto. En detalle, se observa que el tratamiento C-20%+10% supera al estándar, alcanzando una Máxima Densidad Seca de 2.066 g/cm³, indicando un potencial de mejora en la compactación del suelo. En comparación, el diseño estándar logra un valor de 1.98 g/cm³. Por otro lado, la combinación C-20%+20% exhibe una MDS significativamente menor que el estándar, con un valor de 1.902 g/cm³. Este hallazgo resalta la variabilidad en la respuesta del suelo ante diferentes proporciones de polvo de ladrillo y ceniza volante. Estos resultados coinciden con la investigación de Vilcas (2022), ya que en su investigación incorpora cenizas de ladrillo en la muestra de suelo en porcentajes de 0, 10, 20 y 30% y al realizar el ensayo de proctor obtiene valores para el MDS de 1.86, 1.93, 1.97 y 2.01 g/cm³ respectivamente por lo que se demuestra el incremento de MDS con la presencia de este material en la composición del suelo. Por otro lado, se

concuera con Alanya (2020), dado que en su investigación muestra que al incorporar ceniza de madera en la composición del suelo genera un incremento de la MDS con un valor máximo de 1,437 g/cm³ superando al diseño patrón el cuál presenta un valor de 1.387 g/cm³.

Por último, los resultados del análisis del California Bearing Ratio (CBR) revelan que la combinación de Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante tiene un impacto significativo en la resistencia del suelo a diversas profundidades. En el caso de CBR a 1 pulgada (95%), los tratamientos muestran valores (entre 16.8 y 22.6) cercanos al estándar del 21%, indicando una respuesta coherente a la carga sin comprometer la capacidad portante del suelo. A 2 pulgadas (95%), C-15%+15% se destaca con un valor 48% superior al estándar de 29.3%, evidenciando un impacto diferenciado en la resistencia a diferentes profundidades. En cuanto a CBR a 1 pulgada (100%), todos los tratamientos superan al estándar, siendo C-10%+10% el más destacado con 49.4%, señalando una mejora significativa en la capacidad portante del suelo. Para CBR a 2 pulgadas (100%), todos los tratamientos superan al estándar, destacándose C-15%+15% con un CBR del 82.8%, sugiriendo una mayor resistencia a cargas más profundas. Estos resultados indican consistentemente que la inclusión de Polvo de Ladrillo y Ceniza Volante mejora la capacidad portante del suelo en comparación con el estándar de referencia al 100%. Estos hallazgos coinciden con la investigación de Alanya (2020), ya que al igual que la investigación presente tiene diseños que incrementan el valor de CBR y otros que disminuyen, los resultados mostraron un valor de CBR para el suelo natural de 5.75%, un máximo valor de 7.15% y un mínimo de 2.3%. Por otro lado, se discrepa con Mamanchura (2022) ya que en su investigación al incorporar cenizas volantes en el suelo genera un crecimiento significativo de CBR en todos los diseños, partiendo del suelo natural con un valor de CBR de 5.3% y el máximo valor de CBR fue de 12.89% al adicionar 22% de cenizas volantes. De la misma manera se discrepa con Vilcas (2022), ya que en su investigación muestra un incremento de CBR de manera progresiva con un máximo valor de CBR de 20.83% superando al suelo natural el cual tiene un valor de 4.6%.

VI. CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos en la investigación indican de manera clara y precisa que la inclusión de ladrillo pulverizado y cenizas volantes tiene un efecto positivo en las características de la subrasante en Moquegua-2023. Los diversos tratamientos exhibieron mejoras notables en la capacidad de carga, compactación y resistencia del suelo. Al alcanzar densidades máximas de hasta 2.066 gr/cm^3 , contenido de humedad óptimo del 8.2%, y valores de California Bearing Ratio (CBR) que superan al estándar, como en el caso de C-15%+15% con un CBR de 82.8 a 2 pulgadas, se evidencia una mejora sustancial en la calidad del suelo, ya que el diseño estándar alcanza un valor máximo de 76%. Estos descubrimientos respaldan la viabilidad de emplear estos materiales para fortalecer las propiedades geotécnicas de la subrasante en proyectos de construcción en Moquegua-2023.
2. La inclusión de ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la subrasante demuestra ser una estrategia efectiva para reducir el porcentaje de contenido de humedad. Tratamientos específicos, como C-20%+10% y C-20%+20%, presentaron valores más bajos de contenido de humedad, variando entre 1.86% y 1.83%, en contraste con el estándar de referencia que registra un valor de 4.27%. Estos resultados señalan que la combinación de estos materiales puede tener un impacto positivo al controlar y disminuir la humedad en la subrasante, lo cual es crucial para mejorar la estabilidad y resistencia del suelo en las condiciones particulares de Moquegua-2023.
3. La adición de ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la subrasante de Moquegua-2023 resulta en valores inferiores a los límites de consistencia. Tratamientos como C-20%+20% y C-15%+15% exhibieron reducciones significativas en los límites líquido y plástico, con valores de 23.45 LL, 16.98 LP y 23.44 LL, 18.19 LP respectivamente, en comparación con el estándar de referencia. Estos descubrimientos indican que la combinación de estos materiales puede disminuir eficazmente la plasticidad del suelo, lo cual puede ser beneficioso para proyectos de construcción y pavimentación al mejorar la maleabilidad y estabilidad del terreno en Moquegua-2023.

4. Nuestros resultados indican que, al introducir ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la subrasante, se observa un aumento en la máxima densidad seca. Tratamientos particulares, como C-20%+10%, muestran valores notables de 2.066 g/cm^3 , superando la densidad del patrón de referencia el cual es de 1.98 g/cm^3 . Estos hallazgos sugieren que la combinación de estos materiales puede mejorar eficazmente la capacidad de compactación del suelo, siendo la proporción C-20%+10% la más destacada en este aspecto.

5. La inclusión de ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la subrasante conlleva a una mejora en el CBR, como evidencian los distintos tratamientos examinados. En ambas profundidades evaluadas (1 pulgada y 2 pulgadas), los valores obtenidos consistentemente superan los del estándar de referencia. Destaca especialmente el tratamiento C-15%+15%, que exhibe un notable CBR de 82.8% a 2 pulgadas. Estos resultados respaldan la afirmación de que la introducción de ladrillo pulverizado y cenizas volantes impacta positivamente en la capacidad de carga del suelo, proporcionando rendimientos mejorados en comparación con las condiciones convencionales.

VII. RECOMENDACIONES

Basándonos en los resultados obtenidos, recomendamos la consideración de la incorporación de ladrillo pulverizado y cenizas volantes para mejorar las propiedades geotécnicas de la subrasante en proyectos de construcción en Moquegua-2023. Los tratamientos exhibieron mejoras significativas en la capacidad de carga, compactación y resistencia del suelo, respaldando la viabilidad de utilizar estos materiales.

Sugerimos la utilización de ladrillo pulverizado y cenizas volantes como una estrategia efectiva para controlar y reducir la humedad en la subrasante. Tratamientos específicos, como C-10%+10% y C-15%+15%, demostraron valores más bajos de contenido de humedad, entre 7% y 8.2%, en comparación con el estándar de referencia. Esta práctica es crucial para mejorar la estabilidad y resistencia del suelo en las condiciones particulares de Moquegua-2023.

Para proyectos de construcción y pavimentación, se aconseja la inclusión de ladrillo pulverizado y cenizas volantes, ya que estos materiales pueden reducir eficazmente la plasticidad del suelo. Tratamientos como C-10%+10% y C-15%+15% mostraron reducciones significativas en los límites líquido y plástico, así como en el índice plástico, sugiriendo mejoras en la maleabilidad y estabilidad del terreno en Moquegua-2023.

Consideramos recomendable la incorporación de ladrillo pulverizado y cenizas volantes para mejorar la capacidad de compactación del suelo. Tratamientos específicos, como C-20%+10%, destacaron al superar la densidad del patrón de referencia, sugiriendo que esta proporción es especialmente efectiva en mejorar la compactación del suelo.

Basándonos en los resultados del CBR, sugerimos la inclusión de ladrillo pulverizado y cenizas volantes para mejorar la capacidad de carga del suelo. Todos los tratamientos evaluados superaron consistentemente al patrón de referencia, destacando el tratamiento C-15%+15% con un notable CBR de 82.8 a 2 pulgadas. La elección de la proporción debe ajustarse según los requisitos específicos del proyecto.

REFERENCIAS

A comparative study of red brick powder and lime as soft soil stabilizer. Salimah, A, et al. 2022. 2022, F1000Res, Vol. 10, pp. 1-20.

Adnan, M, et al. 2023. Soil stabilization using waste “Bagasse ash and lime”: A review. 2023.

Ajibade, Benjamin and Hayes, Catherine. 2022. Using LEGO® Serious Play® Methodology in supporting Nigerian nursing students' sociocultural transitions to UK higher education: A phenomenological research study. s.l. : Nurse Education Today, 119, 2022.

Al, Asmaa and Yagho. 2023. Swelling and collapse behavior of unsaturated expansive subgrades stabilized with recycled glass. 2023.

Alanya, Cesar. 2020. Estabilización de suelos arcillosos incorporando cenizas de madera, originadas por ladrilleras artesanales, en la red vial vecinal Antarumi – Macachacra, Ayacucho. s.l. : Universidad Cesar Vallejo, 2020.

Alemshet et al.,. 2023. Amelioration Effect of Fly Ash and Powdered Ground Steel Slag for Improving Expansive Subgrade Soil. s.l. : Journal of Engineering, 2023.

Alemshet, Dereje, et al. 2023. Amelioration Effect of Fly Ash and Powdered Ground Steel Slag for Improving Expansive Subgrade Soil. s.l. : Journal of Engineering, 2023. pp. 1-9.

Álvarez, Galarza. 2022. Aplicación de ceniza orgánica en la estabilización de subrasantes arcillosas. s.l. : Universidad Peruana de los Andes, 2022.

Amakye, Samuel, Abbey, Samuel and Booth, Colin. 2022. Road pavement defect investigation using treated and untreated expansive road subgrade materials with varying plasticity index. s.l. : Transportation Engineering, 9, 1-16, 2022.

Amena, Shelema. 2021. Experimental study on the effect of plastic waste strips and waste brick powder on strength parameters of expansive soils. s.l. : Heliyon, 7(11), 2021.

—. 2022. Utilizing solid plastic wastes in subgrade pavement layers to reduce plastic environmental pollution. s.l. : Cleaner Engineering and Technology, 7, 1-6, 2022.

Ayala, Guillermo, Rosadio, Aldo and Durán, Gary. 2019. Estudio del efecto de adición de ceniza proveniente de ladrilleras artesanales en la estabilización de suelos arcillosos para pavimentos. s.l. : LACCEI, 1(1), 1-8, 2019.

Baadiga et al. 2023. Evaluation of pavement design input parameters of biaxial and triaxial geogrid stabilized flexible pavements overlying soft subgrades. s.l. : Cleaner Materials, 2023.

Bárbaro et al. 2021. Polvo de ladrillo como sustrato para techos verdes extensivos. s.l. : Chilean journal of agricultural & animal sciences,37(1), 81-91, 2021.

Bell, Robin and Warren, Vessela. 2023. Illuminating a methodological pathway for doctor of business administration researchers: Utilizing case studies and mixed methods for applied research. s.l. : Social Sciences & Humanities Open, 7, 2023.

Blayi, R, et al. 2020. Stabilization of high-plasticity silt using waste brick powder. s.l. : SpringerLink, 2,1-12, 2020.

Cáceres, Samuel and Quispe, Germán. 2018. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. 2018. pp. 225-234.

Chen, Xiao and Wang, Hao. 2023. Impact of sea level rise on asphalt pavement responses considering seasonal groundwater and moisture gradient in subgrade. s.l. : Transportation Geotechnics, 40, 1-13, 2023.

Chu, X, et al. 2023. Sensitivity analysis of pavement response to subgrade moisture variations. 2023.

De la Cruz, Sleyther. 2022. Determinación de las características físico-mecánicas del suelo de la ciudad de Huacho, Lima, Perú. s.l. : Revista Ciencia UNEMI, 15(39), 60-64, 2022.

Debbarma, Khumber, Saha, Suranjit and Sarkar, Partha. 2022. Application of vinyl acrylic co-polymer on subgrade and sub base pavement stabilization. s.l. : Materialstoday: Proceedings, 1-7, 2022.

Efecto de mejora de las cenizas volantes y la escoria de acero molida en polvo para mejorar el suelo de subrasante expansivo. Alemshet, Dereje, et al. 2023. 2023, Journal of Engineering, pp. 1-9.

Fernández et al. 2021. Metodología de la investigación científica y tecnología. s.l. : ColloQUIUM, 2021.

Fernández, Cayetano, Hernadez, Jose and Granero, Jose. 2020. Comprender para Cuidar. Avances en Investigación cualitativa en Ciencias de la Salud. s.l. : Universidad de Almería, 2020.

Fonseca, Kattia, Becerra, Yafanor and Muñoz, Socrates. 2020. Uso de estabilizadores para suelos arcillosos: Una revisión literaria. 2020. pp. 54-69.

Getaneh, Assefa, Fufa, Fekadu and Hussen, Abubekir. 2020. Suitability of Gypsum and Crushed Waste Brick Mix for Stabilization of Weak Subgrade Soil. s.l. : International Journal of Transportation Engineering and Technology. 6(4),111-117, 2020.

Ghorbani, Hossein, et al. 2022. An innovative ballasted track utilizing stabilized clayey subgrade. 2022.

Gutiérrez, Wilfredo. 2021. Mecánica de suelos aplicada a vías de transporte. s.l. : Marcombo, 2021.

Gutiérrez, Wilson. 2023. Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado. s.l. : Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(2), 2023.

Haddadi, Amin, Hosseini, Ali and Johansen, Agnar. 2017. Pursuing Value Creation in Construction by Research -A Study of Applied Research Methodologies. s.l. : Procedia Computer Science, 121 : 1080-1087, 2017.

Hadi et al. 2023. Metodología de la Investigación. s.l. : Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú, 2023.

Hidalgo et al. 2023. Ground Improvement by Construction and DemolitionWaste (CDW) Soil Mixture Replacement. s.l. : Buildings, 2023.

Khan et al. 2022. Potential application of over-burnt brick and fly ash for sustainable inverted pavement structure. s.l. : Construction and Building Materials, 2022.

Kumar et al. 2023. Subgrade soil stabilization using geosynthetics: A critical review. s.l. : MaterialStoday: Proceeding, 2023.

Liu, Zhen, Gu, Xingyu and Ren, Hua. 2023. Rutting prediction of asphalt pavement with semi-rigid base: Numerical modeling on laboratory to accelerated pavement testing. 2023.

Mamanchura, Edgar. 2022. Influencia del uso de cenizas volantes en la estabilización de suelos para la pavimentación en la Av. Alfonso Ugarte, distrito de San Antonio – Moquegua, 2021. s.l. : Universidad Continental, 2022.

Mamani, Griselda, et al. 2023. Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú. 2023. pp. 1-7.

Manual de Ensayo de Materiales. MTC. 2016. 2016, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Mellado, Bruna, et al. 2020. Using RQDA in Qualitative Data Analysis: A Tool For Researching Chronic Pelvic Pain Using Thematic Analysis. s.l. : Qualitative Research: practices and challenges, 9 : 153 - 170, 2020.

Mimbela et al. 2021. Uso de ladrillos triturados en concreto. Una revisión literaria. s.l. : Politécnica, 17(34), 2021. pp. 82-100.

Montes et al. 2021. Evaluación del desempeño de los pavimentos rígidos en Costa Rica. s.l. : Infraestructura Vial: 23 (42) : 56-60, 2021.

—. 2021. Investigación educativa: técnicas para el recojo y análisis de la información. s.l. : Pontificia Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2021.

MTC. 2014. Manual de Carreteras, Suelos geología, geotecnia y pavimentos. s.l. : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014.

—. 2014. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección: Suelos y Pavimentos. s.l. : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014.

Municipalidad Provincial Mariscal Nieto. 2004. Conociendos los suelos de Moquegua. Moquegua : PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres), 2004.

Norgaard, Birgitte , et al. 2022. A systematic review of meta-research studies finds substantial methodological heterogeneity in citation analyses to monitor evidence-based research. s.l. : Journal of Clinical Epidemiology, 150 : 126 - 141, 2022.

Novillo, Indira, et al. 2018. Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. s.l. : TEMAS AGRARIOS, 23(2), 177-187, 2018.

Prieto, L, et al. 2019. Evaluación mecánica y ambiental del uso de ceniza volante con activación alcalina como alternativa de reemplazo total del cemento en la elaboración de tabletas prefabricadas. s.l. : Información tecnológica, 30(3), 67-82, 2019.

Quincho et al. 2022. Metodología de la investigación científica: El sentido crítico, ante todo con uno mismo. s.l. : Instituto de Innovación Ciencia y Tecnología INUDI Perú, 2022.

Ran, Wuping, et al. 2023. Mechanical properties of the semi-rigid subgrade of roads for the replacement cement with pyrolysis residues of oil sludge. s.l. : Construction and Building Materials, 367, 2023.

Randhawa, Karanbir and Chauhan, Rajiv. 2022. Stabilizing black cotton soil in subgrade with municipal solid waste incineration ash for lowering greenhouse gas emission: A review. s.l. : Materialstoday: Proceedings, 50(5), 1145-1151, 2022.

Romero et al. 2021. Metodología de la Investigación. s.l. : EDICUMBRE, 2021.

Ruiz, Carlos and Valenzuela, Marisel. 2022. Metodología de la Investigación. s.l. : Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, 2022.

Sergeeva, Natalya, Ninan, Johan and Oswald, David. 2022. Call for papers for the Special paper collection: Novel research methodologies, methods and data in project studies. s.l. : Project Leadership and Society, 3, 2022.

Shaaban, Mostafa. 2021. Sustainability of Excavation Soil and Red Brick Waste in Rammed Earth. s.l. : Civil Engineering and Architecture, 9(3), 789-798, 2021.

Shan et al. 2023. A comparative study on various admixture used for stabilization of loose soil. s.l. : International Journal of Engineering, Management & Technology (IJEMT), 2(2), 7-18, 2023.

Silva, Fábio, et al. 2022. Analysis of the influence of tropical soil classification methods on railway subgrades according to repeated load triaxial (RLT) and light weight deflectometer (LWD) tests. s.l. : Case Studies in Construction Materials,17, 1-13, 2022.

Stabilization of high-plasticity silt using waste brick powder. Blayi, R, et al. 2020. 2020, SpringerLink, Vol. 2.

Suitability of Gypsum and Crushed Waste Brick Mix for Stabilization of Weak Subgrade Soil. Getaneh, Assefa, Fufa, Fekadu and Hussien, Abubekir. 2020. 4, 2020, International Journal of Transportation Engineering and Technology, Vol. 6, pp. 111-117.

Ullah, Aizaz, Boumezerane, D and Ahmad, Fawad. 2023. Subgrade improvement with mixed lime and cement as additives. Materials Today: Proceedings : s.n., 2023.

Vilcas, Ever. 2022. Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas. s.l. : Universidad Peruana de Ingeniería civil, 2022.

Wilches, Fernando, Burbano, Jorge and Sierra, Edilberto. 2020. Subgrade soils characterization data, for correlation of geotechnical variables on urban roads in northern Colombia. s.l. : Data in Brief, 21,1-7, 2020.

Ye et al. 2022. Mechanical properties of track-asphalt concrete-subgrade bed structure system under both temperature and train loading. s.l. : Construction and Building Materials, 340, 2022.

Zhang, Lisong, Lewsey, Jim and McAllister, David. 2022. Comparative effectiveness research considered methodological insights from simulation studies in physician's prescribing preference. s.l. : Journal of Clinical Epidemiology, 148 : 74 - 80, 2022.

Zimar, Z, et al. 2022. Application of coal fly ash in pavement subgrade stabilisation: A review. s.l. : Journal of Environmental Management, 312, 1-18, 2022.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

Titulo: Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante via Malecon Ribereño - Moquegua-2023					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDCION
VARIABLE INDEPENDIENTE					
Uso de ladrillos pulverizado y cenizas volantes	El ladrillo pulverizado consiste en una mezcla de finas partículas de ladrillo rotos (Bárbaro et al., 2021). Y las cenizas volantes presenta características similares al cemento lo cual hacen que sea un sustituto parcial de este (Cáceres, et al., 2018).	Los materiales de ladrillo pulverizado y cenizas volantes permiten mejorar las propiedades de soporte de la subrasante	Dosificacion	10%, 15% y 20%	Razon
			Clasificacion	Granulometria	Razon
VARIABLE DEPENDIENTE					
Propiedades de la subrasante	Estas propiedades hacen referencia a determinadas características de la capa subrasante de un pavimento, que se encuentra por debajo de la capa final o capa de rodadura. (Ran, et al., 2023).	Las propiedades de la subrasante se mejoran en base a su estabilización mediante materiales cementicios	Contenido de Humedad	% de Humedad	Razon
			Límites de consistencia	Limete Liquido. Limite Plastico. Indice de Plasticidad.	Razon
			Máxima densidad Seca	Proctor modificado	Razon
			Capacidad portante	CBR	Razon

Anexo 2. Matriz de consistencia

Titulo: Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante via Malecon Ribereño - Moquegua-2023							
Problema	Objetivo	Hipotesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodologia
Problema general	Objetivo general	Hipotesis general	Variable Independiente				
¿Cómo influye el uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023?	Demostrar cómo el uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes influye en las propiedades de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023.	El uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes influye positivamente en las propiedades de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023.	Uso de ladrillos pulverizado y cenizas volantes	Dosificacion	10%, 15% y 20%	Balanza	Tipo de investigación: Aplicada
				Clasificacion	Granulometria (%)	Tamiz Granulometrico	Nivel de la investigación: Explicativo
Problema especificos	Objetivos especificos	Hipotesis especificas	Variable Dependiente				
¿Cómo influye el ladrillo pulverizado y cenizas volantes en el contenido de humedad de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023?	Determinar la influencia del ladrillo pulverizado y cenizas volantes en el contenido de humedad de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023.	El uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes influye positivamente en el contenido de humedad de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023.	Propiedades de la subrasante	Contenido de Humedad	Porcentaje de Humedad	Ensayo de humedad (%)	Diseño de la investigación: Experimental
							Enfoque de la investigación: Cuantitativo
¿Cómo influye el ladrillo pulverizado y cenizas volantes en los límites de consistencia de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023?	Analizar la influencia del ladrillo pulverizado y cenizas volantes en los límites de consistencia de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023.	El uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes influye positivamente en la consistencia de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023.		Límites de consistencia	Limete Liquido. Limite Plastico. Indice de Plasticidad.	Ensayos de Limites de Atterberg 8NTP 339.129)	Población y muestra: La población estará determinada por los 8.7 Km de la vía Malecón Ribereño
¿Cómo influye el ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la máxima densidad seca de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023?	Establecer la influencia del ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la máxima densidad seca de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023.	El uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes incrementa la máxima densidad seca en la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023.		Máxima densidad Seca	Proctor modificado	Ensayo de Proctor Modificado (NTP 339.127)	. La muestra estará determinada por las calicatas y ensayos que se realizarán de mecánica de suelos al incorporar Ladrillo Pulverizado (LP) y Nanosílice (Ns) en la subrasante.
¿Cómo influye el ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la capacidad portante de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023?	Definir la influencia del ladrillo pulverizado y cenizas volantes en la capacidad portante de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023.	El uso de ladrillo pulverizado y cenizas volantes influye positivamente en la mejora de la densidad maxima de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua, 2023.		Capacidad Portante	CBR	Ensayo de CBR (NTP 339.145)	Muestreo No Probabilistico

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos.

Guía de observación: Catalogación de calicatas			n 1
Lugar		Código	
Descripción		Coordenadas (UTM)	
Croquis			
Registro fotográfico			
Observaciones			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / AS TMD-422)

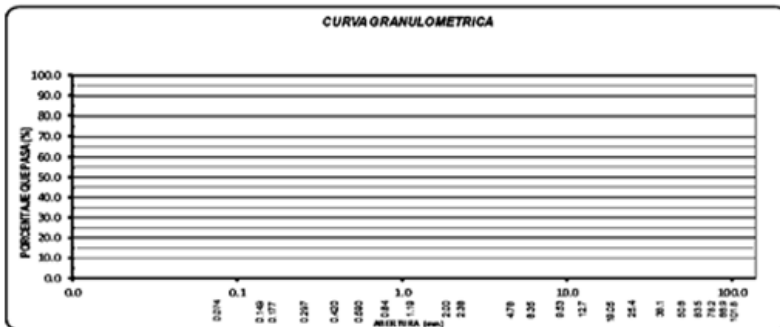
Tesista:

Fecha:

DATOS DE LA MUESTRA

TAMICES		PESO RET.	%RET PARCIAL	% RET ACUMUL.	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Plg.	ABERT. mm					
4"	101.600					
3 1/2"	88.900					
3"	76.200					CARACTERÍSTICAS
2 1/2"	63.500					% Grava = %
2"	50.800					% Arena = %
1 1/2"	38.100					% Fino #200 = %
1"	25.400					CLASIFICACIÓN
3/4"	19.050					Límite Líquido= %
1/2"	12.700					Límite plástico= %
3/8"	9.525					Índice de Plas.= %
1/4"	6.350					CLASIFICACIÓN AASHTO =
#4	4.750					CLASIFICACIÓN SUCS =
#8	2.380					
#10	2.000					
#16	1.190					
#20	0.840					
#30	0.590					
#40	0.420					
#50	0.295					PESO DEL MATERIAL
#60	0.250					Peso Inicial= gr
#80	0.180					
#100	0.149					
#140	0.105					
#200	0.074					
<200						

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / AS TM D-2216)

Tesista:

Fecha:

DATOS DE LA MUESTRA

1.- Contenido de Humedad Muestra Integral

Ensayo N°			
Recipiente N°			
Tara (gr)			
Tara + muestra humedad (gr)			
Tara + muestra seca (gr)			
Peso del agua contenida (gr)			
Peso de la muestra seca (gr)			
Contenido de Humedad (%)			
Contenido de Humedad Promedio (%)			

OBSERVACIONES:

LÍMITES DE CONSISTENCIA (MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)



Tesista:

Fecha:

DATOS DE LA MUESTRA

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° CAPSULA	ID		
TARA+ SUELO HÚMEDO	(gr)		
TARA+ SUELO SECO	(gr)		
PESO DE AGUA	(gr)		
TARA	(gr)		
PESO DEL SUELO SECO	(gr)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		
NÚMERO DE GOLPES			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° CAPSULA	ID		
TARA+ SUELO HÚMEDO	(gr)		
TARA+ SUELO SECO	(gr)		
PESO DE AGUA	(gr)		
TARA	(gr)		
PESO DEL SUELO SECO	(gr)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		
NÚMERO DE GOLPES			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	
ÍNDICE DE PLAS. (%)	

OBSERVACIONES:

PROCTOR (MTC E-115, 116 / NTP. 339.138 / ASTM D-1557)



Tesista:

Fecha:

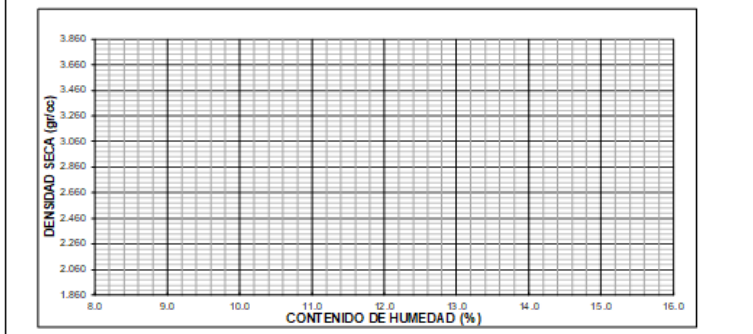
DATOS DE LA MUESTRA

Muestra N°	Diámetro Molde	Vol. Molde	N°Capas
	Método	Peso Molde	N°Golpes

ENSAYOS N°	1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.			
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.			
Peso Volumétrico Húmedo	gr.			
Recipiente Número				
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.			
Peso Suelo Seco + Tara	gr.			
Tara	gr.			
Peso del agua	gr.			
Peso del Suelo Seco	gr.			
Contenido de Agua	%			
Densidad Seca del Suelo	gr/cc			

RESULTADOS	
Densidad Máxima Seca (gr/cm3)	Humedad óptima (%)

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

Anexo 4. Validación de Datos

Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante Avenida Principal San Antonio - Moquegua-2023.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing. *Sismir Abdi Quirope Huamani*

Presente:

Asunto: Validación de Instrumentos.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL LIMA NORTE**, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi proyecto de investigación y con lo cual optare el Título de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: "**Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante Avenida Principal San Antonio - Moquegua-2023.**" Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención. Hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de variables.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


Bach. Jimenez Marca, Kelly Ayme
D.N.I. 74133456



Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante Avenida Principal San Antonio - Moquegua-2023.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing.

Presente: *Iván Huberto Argente Lévano*

Asunto: Validación de Instrumentos.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL LIMA NORTE**, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi proyecto de investigación y con lo cual optare el Título de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: "**Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante Avenida Principal San Antonio - Moquegua-2023.**" Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención. Hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de variables.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


Bach. Jimenez Marca, Kelly Ayme
D.N.I. 74133456


Iván Huberto Argente Lévano
Ingeniero Civil
CIP. 113072

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Definición conceptual:

Variable independiente: Ladrillo pulverizado y ceniza volante.

Según Bárbaro et al., (2021) menciona que el polvo de ladrillo conocido también como escombro fino o cascote picado, consiste en una mezcla de finas partículas de ladrillo rotos, de desecho entre otros residuos de albañilería. Es un material por lo general elaborado en plantas de ladrilleras artesanales o industriales, así como también en construcción o en locales de comercialización de este producto.

Dimensiones:

Dosificación:

Según Adnan et al., (2023) este es un proceso detallado que consiste en seleccionar material mediante una tecnología o un sistema, distribuyendo material en cantidades precisas con fines de incorporarlo en un compuesto o conjunto.

Clasificación:

Según Wilches et al. (2020) la clasificación de un suelo se define por el SUCS o por la AASHTO que son sistemas diferentes pero que brindan la característica final de un suelo con usos en la ingeniería civil; si bien se conocen que son sistemas de EE. UU su uso también es válido y de alta demanda en diferentes países

Ensayo de granulometría:

Según Silva et al., (2022) menciona que con el fin de expresar una clasificación de suelos se determina el tamaño de los granos de una muestra en general, mediante el proceso de pasar los granos por diferentes tamices con aberturas variadas y poder así conocer si es un agregado fino o grueso y sus porcentajes de composición.

Tratamiento

Por lo general se consideran tratamientos de trituración en ladrillos residuales, realizan métodos como zarandeo, máquinas trituradoras, equipos para pulverizar entre otros. Respecto a las cenizas volantes estas son procedentes de procesos de combustión ya sea con un fin de obtener un material acabado o con la idea de conseguir la ceniza de

carbón mineral. A estos se le realizan clasificaciones, ensayos para conocer su característica antes de ponerlos en contacto con el suelo.

Definición operacional:

Variable dependiente: Subrasante.

Según Zimar et al. (2022) la subrasante hace mención a suelos en estado natural generalmente compactados, con el objetivo de colocar capas superiores y recibir las cargas de manera transferida. Por lo general con esta capa está compuesta de suelo natural existe presencia de arcillas o limos expansibles, lo que se traduce en problemas en pavimentos o estructuras reduciendo así la vida útil de éstos.

Dimensiones:

Propiedades físicas:

Según, Novillo et al. (2018) las propiedades físicas del suelo hacen referencia a las características físicas y estructurales que describen su composición, textura, estructura, densidad, permeabilidad y retención de agua. Estas propiedades son fundamentales para comprender el comportamiento del suelo y su capacidad para soportar cargas. Estas propiedades físicas del suelo son evaluadas a través de diferentes métodos y pruebas de laboratorio y campo, y son fundamentales para diseñar y gestionar adecuadamente proyectos de ingeniería civil, agricultura y conservación del suelo.

Propiedades físicas:

Según, Ran et al. (2023) estas propiedades hacen referencia a determinadas características de la capa subrasante de un pavimento, que se encuentra por debajo de la capa final o capa de rodadura, estas propiedades garantizan el funcionamiento adecuado en la estructura, propiedades tales como la resistencia, estabilidad, CBR, entre otras; así mismo la presencia de problemas para garantizar esas propiedades existen búsqueda de materiales que aporten mejoras.

% de Humedad:

Según Chen et al. (2023) este parámetro está definido por el porcentaje de humedad en el suelo, hace referencia a la cantidad de agua presente en el estrato en forma de

humedad. Esta es una propiedad importante del suelo que se realiza con el fin de evaluar las propiedades del suelo.

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco en el horno}} * 100$$

MDS

Según, Kandhawa et al. (2022) la Densidad Máxima Seca, se refiere a la densidad máxima que alcanza un suelo compactado en una condición seca, así mismo es considerado como indicador en la compacidad y capacidad portante del suelo. Esta característica del suelo es importante para el criterio de diseño con el fin de asegurar que el suelo resista las sollicitaciones a las que estara expuesta.

Límites de Atterberg

Según, Amena, (2022) menciona que el fin u objetivo de realizar un ensayo como este a los suelos, es el de poder definir las propiedades de plasticidad del estrato de tal manera que se use como un parámetro en su clasificación. Dentro de ello tenemos 3 parámetros importantes: límite líquido, plástico e índice de plasticidad.

CBR

Según, Debbarma et al. (2022) aplicar la prueba CBR implica aplicar una carga axial controlada a una muestra de suelo compactado. Luego, se mide la penetración del pistón en el suelo bajo una carga específica. Es importante destacar que el CBR es el factor principal que determina el espesor de cada capa de pavimento en cualquier diseño de pavimento.

Técnicas

Según, De la Cruz (2022) para la obtención de muestras de suelos se consideran diferentes procesos de los cuales la intervención por medio de calicatas es la más común. Las calicatas son excavaciones realizadas en el terreno para obtener muestras de suelo y realizar estudios geotécnicos. Las calicatas pueden ser de diferentes tamaños y profundidades, dependiendo de los requisitos del estudio geotécnico y el proyecto en cuestión.


Iván Huéber
Ingeniero Civil
CIP: 13472


Samuel A. Pineda
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 117537



Matriz de operacionalización de las variables

Titulo: Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante via Malecon Ribicoro - Moquegua 2023					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPELACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE					
Uso de ladrillos pulverizado y cenizas volantes	El ladrillo pulverizado consiste en una mezcla de las partículas de ladrillo rotas (Bárboo et al., 2021). Y las cenizas volantes presenta características similares al cemento lo cual hacen que sea un sustituto parcial de este (Cáceres, et al., 2018).	Los materiales de ladrillo pulverizado y cenizas volantes permiten mejorar las propiedades de soporte de la subrasante	Dosificación	10%, 15% = 20%	Razon
			Clasificación	Granulometria	Razon
VARIABLE DEPENDIENTE					
Propiedades de la subrasante	Estas propiedades hacen referencia a determinadas características de la capa subrasante de un pavimento, que se encuentra por debajo de la capa final o capa de rodadura. (Roa, et al., 2023).	Las propiedades de la subrasante se mejoran en base a su estabilización mediante materiales cementicios	Contenido de Humedad	% de Humedad	Razon
			Límites de consistencia	Límite Líquido, Límite Plástico, Índice de Plasticidad	Razon
			Máxima densidad Seca	Proctor modificado	Razon
			Capacidad portante	CBR	Razon

.....
 Iván Huberto Legaria Lezano
 Ingeniero Civil
 C.I.P. 113472

.....
 Simón A. César Huamán
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 117537

EVALUACION DE EXPERTOS

TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades fisico-mecánicas de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua-2023

EXPERTO:

Iván Roggero Levario

Se presenta a ustedes el instrumento de recolección de datos del proyecto de investigación para revisión y sugerencias

CRITERIO	OBSERVACIONES
¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	Si
¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	Si
¿Los instrumentos de recolección de datos facilitaran el logro de los objetivos de la investigación?	Si
¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	Si
¿El instrumento de recolección de datos presenta la cantidad de ítems apropiados?	Si
¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	Si
¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitara el análisis y procesamiento de los datos?	Si
¿Del instrumento de recolección de datos usted eliminara algún ítem?	No
¿Del instrumento de recolección de datos usted agregaría algún ítem?	No
¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	Si
¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	Si

SUGERENCIAS

Atentamente.

Iván Roggero Levario
Ingeniero Civil
CIP. 1134172

EVALUACION DE EXPERTOS

TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades fisico-mecánicas de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua-2023

EXPERTO:

Sismar Abd. Quirope Flacamani

Se presenta a ustedes el instrumento de recolección de datos del proyecto de investigación para revisión y sugerencias

CRITERIO	OBSERVACIONES
¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	Si
¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	Si
¿Los instrumentos de recolección de datos facilitaran el logro de los objetivos de la investigación?	Si
¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	Si
¿El instrumento de recolección de datos presenta la cantidad de ítems apropiados?	Si
¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	Si
¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitara el análisis y procesamiento de los datos?	Si
¿Del instrumento de recolección de datos usted eliminara algún ítem?	No
¿Del instrumento de recolección de datos usted agregaría algún ítem?	No
¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	Si
¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	Si

SUGERENCIAS

Atentamente.

Sismar Abd. Quirope Flacamani
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 117537

Anexo 5. Informe de ensayos de laboratorio

GEOLAB
LABORATORIO GEOTECNICO EIRL

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS Y CENIZA VOLANTE DE LA SUB RASANTE
VIA MALECON RIBEREÑO, MOQUEGUA-2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : CENIZA VOLANTE

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D2114-01-0419-0248)

TAMIZ	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
3"	76.20	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.32	99.68
N° 10	2.00	0.76	99.24
N° 20	0.84	1.76	98.24
N° 40	0.426	5.81	94.19
N° 60	0.250	8.79	91.21
N° 100	0.149	42.97	57.03
N° 200	0.074	29.84	70.16

Muestra N° : (M-01) CENIZA VOLANTE
Procedencia : CENIZA VOLANTE

SUCS : SC
AASHTO : A - 2 - 4
Du : 4.70
Cu : 1.36

Liq. Líquido : 30
Liq. Plástico : 22
Ind. Plasticidad : 8
% Grava : 0.32
% Arena : 83.06
% Fines : 16.62

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante

Curva Granulométrica

Iván Humberto Herrera Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

GEOLAB
LABORATORIO GEOTECNICO EIRL

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS Y CENIZA VOLANTE DE LA SUB RASANTE
VIA MALECON RIBEREÑO, MOQUEGUA-2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-01) CENIZA VOLANTE

HUMEDAD NATURAL
(ASTM D-2216)

Procedencia : CENIZA VOLANTE

Características

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	525.10 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	520.75 gr.
N° de Recipiente	B-9
Peso de Recipiente	166.33 gr.
Porcentaje de Humedad	1.23 %

Iván Humberto Herrera Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS Y CENIZA VOLANTE DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERERO, MOQUEGUA-2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
PROCEDENCIA : CENIZA VOLANTE
MUESTRA : (M-01) CENIZA VOLANTE

LÍMITES DE ATTERBERG
(ASTM D421 - D424)

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo N°	1	2	3
N° Recipiente	B-2	B-4	B-8
Peso Recipiente	24.66	24.27	24.45
N° Golpes	18.00	27.00	35.00
Peso Recipiente + Suelo húmedo	36.94	35.27	38.22
Peso Recipiente + Suelo seco	33.98	32.71	35.16
Humedad	31.78	30.33	28.57
Lim. Líquido	30.62	30.62	29.78

LÍMITE PLÁSTICO

Ensayo N°	1	2
N° Recipiente	B-6	B-12
Peso Recipiente	9.39	9.47
Peso Recipiente + Suelo húmedo	11.64	11.58
Peso Recipiente + Suelo seco	11.23	11.20
Humedad	22.28	21.97



ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Limite Líquido promedio	30.30 %
Limite Plástico promedio	22.12 %
Índice Plástico	8.17 %

Iván Huberto Angarita Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS Y CENIZA VOLANTE DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERERO, MOQUEGUA-2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : POLVO DE LADRILLO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D2798-04a1, D4318-02a01)

TAMIZ	Nombre	mm	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
3"		76.20	0.00	0.00	100.00
2 1/2"		63.50	0.00	0.00	100.00
2"		50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"		38.10	0.00	0.00	100.00
1"		25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"		19.05	0.00	0.00	100.00
1/2"		12.70	0.00	0.00	100.00
3/8"		9.53	0.00	0.00	100.00
N° 4		4.75	0.00	0.00	100.00
N° 10		2.00	0.18	0.18	99.82
N° 20		0.84	2.88	2.88	97.14
N° 40		0.425	11.61	14.48	85.52
N° 50		0.297	18.29	33.77	87.23
N° 100		0.149	25.03	58.69	41.31
N° 200		0.074	35.50	95.19	4.81

Muestra N° : (M-01) POLVO DE LADRILLO
Procedencia : POLVO DE LADRILLO

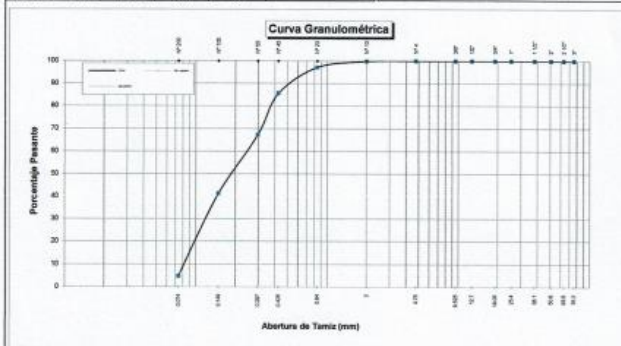
SUCS : SP L.G.
AASHTO : A-2-4

Cu : 3.00
Cc : 0.73

Lim. Líquido : 24
Lim. Plástico : 23
Ind. Plasticidad : 1

% Grava : 0.00
% Arena : 95.19
% Fines : 4.81

OBSERVACIONES :
 La muestra fue proporcionada por el solicitante



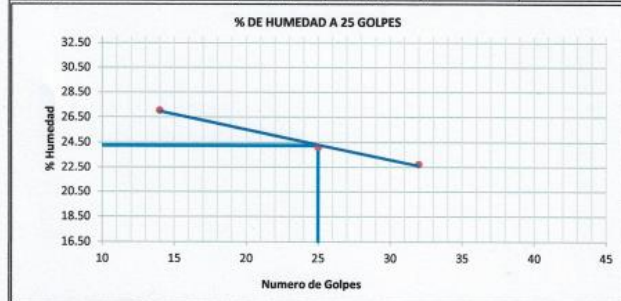
Iván Huberto Angarita Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS Y CENIZA VOLANTE DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO, MOQUEGUA-2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
PROCEDENCIA : POLVO DE LADRILLO
MUESTRA : (M-01) POLVO DE LADRILLO

LIMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423 - D424)

LÍMITE LÍQUIDO				
Ensayo N°	1	2	3	
N° Recipiente	X-2	X-5	X-9	
Peso Recipiente	24.66	13.58	24.45	
N° Golpes	14.00	25.00	32.00	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	36.45	21.97	37.99	
Peso Recipiente + Suelo seco	33.94	20.34	35.48	
Humedad	27.05	24.11	22.76	
Lim. Líquido	25.21	24.11	23.45	

LÍMITE PLÁSTICO				
Ensayo N°	1	2		
N° Recipiente	X-4	X-3		
Peso Recipiente	13.34	12.64		
Peso Recipiente + Suelo húmedo	15.46	14.65		
Peso Recipiente + Suelo seco	15.06	14.27		
Humedad	23.26	23.31		



INDICE DE PLASTICIDAD	
Límite Líquido promedio	24.26 %
Límite Plástico promedio	23.28 %
Índice Plástico	0.97 %

Iván Huberto Aguirre Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP. 113472

PROYECTO TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS Y CENIZA VOLANTE DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO, MOQUEGUA-2023
UBICACIÓN REGION MOQUEGUA
SOLICITA BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA (M-01) POLVO DE LADRILLO

HUMEDAD NATURAL
(ASTM D-2216)

Procedencia POLVO DE LADRILLO

Características

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	525.10 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	518.90 gr.
N° de Recipiente	B-9
Peso de Recipiente	166.33 gr.
Porcentaje de Humedad	1.76 %

Iván Huberto Aguirre Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP. 113472

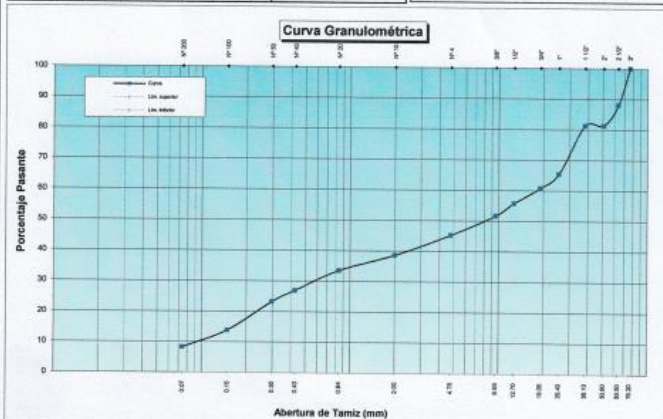
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERENO MOQUEGUA 2023
UBICACION : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-01) SUELO NATURAL

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D2216-D421-D4318-D2487)

TAMIZ	% Retenido	% Acumulado	% Pasante	ESPECIF. TECNICAS NORMA
3"	74.20	0.00	100.00	
2 1/2"	63.50	11.87	88.13	
2"	50.80	6.77	81.37	
1 1/2"	38.10	0.00	81.37	
1"	25.40	15.90	65.47	
3/4"	19.05	4.70	60.77	
1/2"	12.70	4.93	55.84	
3/8"	9.53	4.12	51.72	
Nº 4	4.76	6.45	45.27	
Nº 10	2.00	6.68	38.59	
Nº 20	0.84	5.11	33.49	
Nº 40	0.43	6.55	26.94	
Nº 50	0.30	3.66	23.28	
Nº 100	0.15	9.45	13.83	
Nº 200	0.07	5.63	8.21	

Muestra Nº : C-01 / E-02
 Procedencia : CALICATA I
 SUC3 : GP GM I.G.
 AASHTO: A - 1 - a 0.00
 Cu : 184.47
 Cc : 0.22
 Lim. Líquido : 31.41
 Lim. Plástico : 27.54
 Ind. Plasticidad : 3.87
 % Grava : 54.73
 % Arena : 37.06
 % Finos : 8.21

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Iván Huberto Aguirre Lezano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACION : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-01) SUELO NATURAL

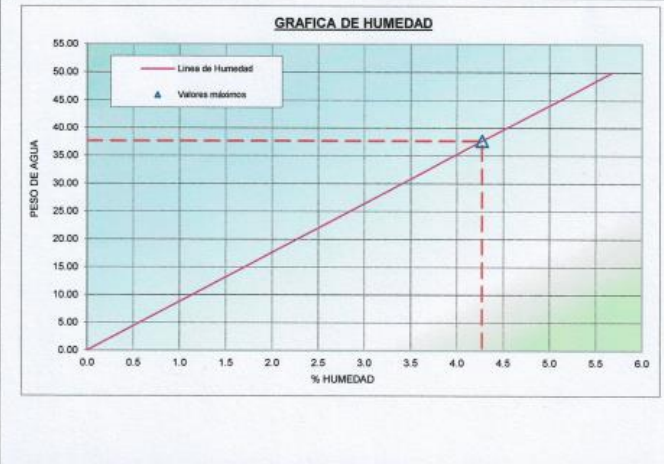
HUMEDAD NATURAL
(ASTM D-2216)

Muestra Nº : C-01 / E-02
 Procedencia : CALICATA I

Características

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	1000.00 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	962.38 gr.
Nº de Recipiente	M-1
Peso de Recipiente	81.63 gr.

Porcentaje de Humedad : **4.27 %**



Iván Huberto Aguirre Lezano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

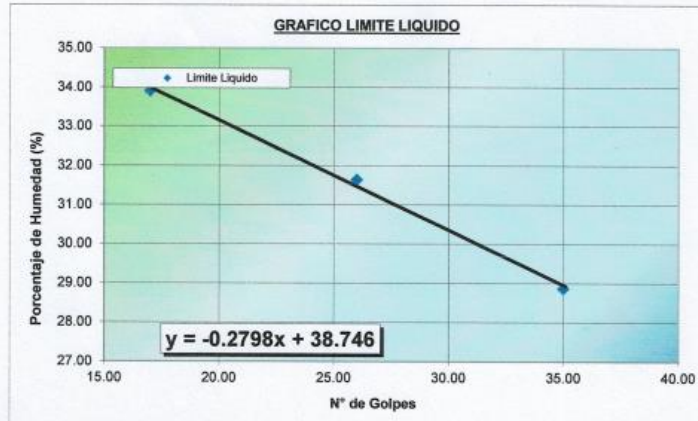
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-01) SUELO NATURAL

LÍMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423)

Muestra : C-01 / E-02
 PROCEDENCIA : CALICAIA I

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo N°	1	2	3
N° Recipiente			
Peso Recipiente	24.66	24.27	24.45
N° Golpes	17.00	26.00	35.00
Peso Recipiente + Suelo Humedo	37.14	35.17	38.02
Peso Recipiente + Suelo seco	33.98	32.55	34.98
Humedad	33.91	31.64	28.87
Lím. Líquido	32.36	31.79	30.07



Iván Huber Segarra Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-01) SUELO NATURAL

LÍMITES DE ATTERBERG
(ASTM D424)

Muestra : C-01 / E-02
 PROCEDENCIA : CALICAIA I

LÍMITE PLÁSTICO

Ensayo N°	1	2
N° Recipiente		
Peso Recipiente	9.39	9.47
Peso Recipiente + Suelo húmedo	36.94	35.27
Peso Recipiente + Suelo seco	30.98	29.71
Humedad	27.61	27.47

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Límite Líquido promedio : 31.41 %
 Límite Plástico promedio : 27.54 %

Índice Plástico : 3.87 %



Iván Huber Segarra Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERENO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-01) SUELO NATURAL

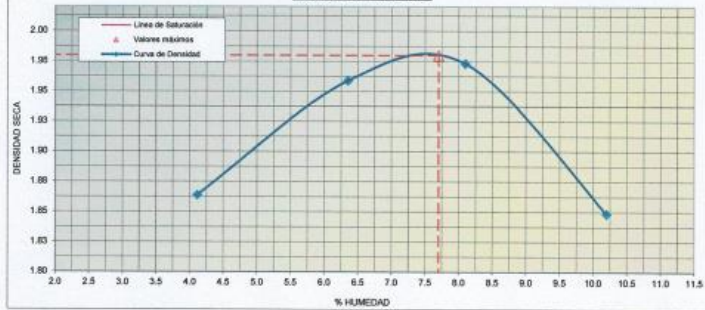
ENSAYO PROCTOR
(ASTM D-1557)

Tipo Proctor : Modificado
 Método Compactación : MEJORAR EL MATERIAL
 Muestra : C-01 / E-02
 PROCEDENCIA : CALICATA 1

N° PUNTOS	1	2	3	4	5
Peso Molde	6808.00	6808.00	6808.00	6808.00	
Volumen Molde	2150.00	2150.00	2150.00	2150.00	
Peso Suelo h. + Molde	10980.00	11287.00	11394.00	11188.00	
N° Recipiente	X-5	B-14	B-2	B-12	
Peso Recipiente	183.00	189.91	188.87	187.85	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	670.32	625.78	624.93	596.01	
Peso Recipiente + Suelo seco	651.07	599.75	592.26	558.23	
Peso Suelo húmedo	4172.00	4479.00	4586.00	4380.00	
Humedad	4.11	6.35	8.10	10.20	
Peso Volumétrico Húmedo	1.940	2.083	2.133	2.037	
Peso Volumétrico Seco	1.864	1.959	1.973	1.849	

Gs : **2.669** Densidad máxima : 1.980 Humedad óptima : 7.70

GRAFICA DE LA CURVA



Iván Huberto Guerra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERENO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-01) SUELO NATURAL

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
(AASHTO T 193, ASTM D1583, NTC 6132)

Molde N°	A		B		C	
	5	5	5	5	5	5
N° Capas	5		5		5	
Capas por capa N°	55		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	14609	11471	14170	12100	13340	11301
Peso de molde (gr)	4982	7034	4900	7864	4437	7215
Peso del suelo húmedo (gr)	9533	4437	9240	4236	8903	4086
Volumen del molde (cm³)	4472	2119	4427	2108	4472	2106
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.132	2.094	2.087	2.011	1.991	1.940
Humedad (%)	7.70	11.86	7.70	16.10	7.700	19.97
Densidad seca (gr/cm³)	1.980	1.872	1.936	1.732	1.849	1.617
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	625.78	626.55	625.78	728.70	625.78	699.15
Tarro + Suelo seco (gr)	594.03	729.10	594.03	680.20	594.03	611.10
Peso del Agua (gr)	31.15	67.49	31.15	78.50	31.15	88.05
Peso del tarro (gr)	185.91	189.92	185.91	172.58	185.91	170.31
Peso del suelo seco (gr)	404.72	599.18	404.72	487.62	404.72	440.79
Humedad (%)	7.70	11.86	7.70	16.10	7.70	19.97
Promedio de Humedad (%)	7.70	11.86	7.70	16.10	7.70	19.97

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION			
				mm	%	mm	%	mm	%		
11/11/2023	9:25 a. m.	24	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%
12/11/2023	9:25 a. m.	48	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
13/11/2023	9:25 a. m.	72	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
14/11/2023	9:25 a. m.	96	0.2	0.01	0.00%	0.2	0.01	0.00%	0.2	0.01	0.00%

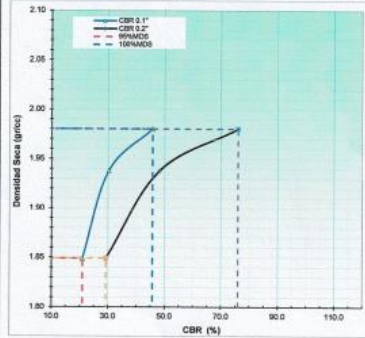
PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° A				MOLDE N° B				MOLDE N° C			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
psi	kg/cm²	libras	kg/cm²	kg/cm²	%	libras	kg/cm²	kg/cm²	%	libras	kg/cm²	kg/cm²	%
0.000		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.025		450	53.6			293	25.2			197	14.1		
0.050		680	80.7			270	23.9			156	11.4		
0.075		854	104.8			340	29.6			150	10.9		
0.100		1070	128.1	32.29	45.0	397	34.5	21.30	35.3	178	12.9	14.80	21.0
0.150		1380	161.4			511	44.7			211	15.1		
0.200	105.46	1890	165.9	80.20	75.0	650	56.8	50.80	48.3	244	17.4	20.80	29.3
0.250		1790	208.2			707	62.2			278	20.0		
0.300		1977	228.6			795	69.4			341	24.1		
0.350		2162	250.9			860	75.0			398	28.6		
0.400		2346	272.2			940	82.1			433	31.2		
0.450													
0.500													

Iván Huberto Guerra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 116472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERENO MOQUEGUA 2023
UBICACION : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-01) SUELO NATURAL

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

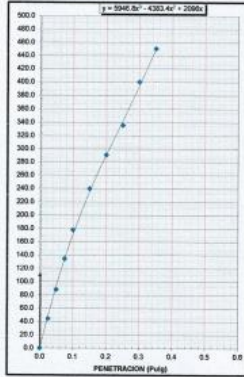


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	45.8	0.2"	76.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	21.0	0.2"	29.3

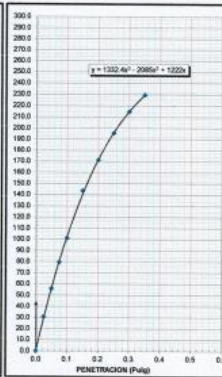
Datos de Terreno	
Densidad Maxima	1.880 %
Humedad Penetrac.	7.70 %

OBSERVACIONES:
Se debera considerar un CBR al 95% como minimo. Se recomienda revisar los parametros EG-2008.

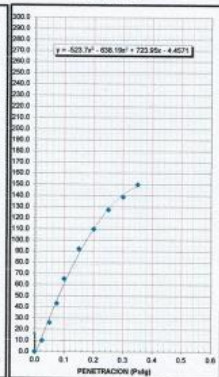
EC = 58 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Iván Huberto Angara Lévano
Ingeniero Civil
CIP. 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERENO MOQUEGUA 2023
UBICACION : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-02) SUELO NATURAL

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

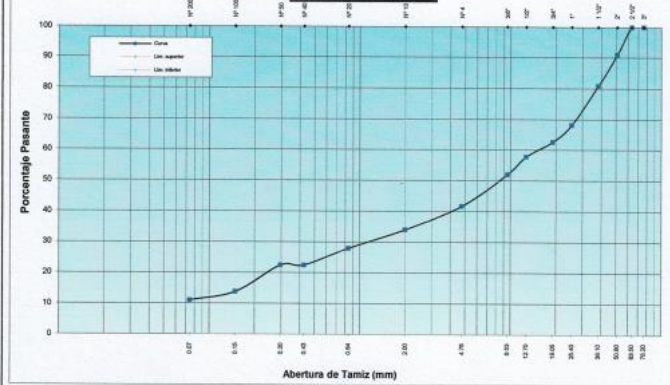
(ASTM D2216-D421-D4318-D2487)

TAMIZ Nombre mm	%	%	%	ESPECIF. TECNICAS	
				Relenido	Acumulado
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	9.12	9.12	90.88	
1 1/2"	38.10	10.03	19.15	80.85	
1"	25.40	12.60	31.75	68.25	
3/4"	19.05	5.60	37.36	62.64	
1/2"	12.70	4.92	42.28	57.72	
3/8"	9.53	5.72	48.00	52.00	
Nº 4	4.76	10.23	58.24	41.76	
Nº 10	2.00	7.76	65.99	34.01	
Nº 20	0.84	6.11	72.10	27.90	
Nº 40	0.43	5.45	77.55	22.45	
Nº 60	0.30	0.00	77.55	22.45	
Nº 100	0.15	8.65	86.20	13.80	
Nº 200	0.07	2.82	89.02	10.98	

Muestra Nº	C-01 / E-02	
Procedencia	CALICATA 2	
SUCS	GW GM	I.G.
AASHTO	A - 1 - a	0.00
Cu	231.98	
Cc	1.46	
Lim. Líquido	27.47	
Lim. Plástica	24.8	
Ind. Plasticidad	2.7	
% Grava	58.24	
% Arena	30.79	
% Finos	10.98	

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Curva Granulométrica



Iván Huberto Angara Lévano
Ingeniero Civil
CIP. 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-02) SUELO NATURAL

HUMEDAD NATURAL
(ASTM D-2216)

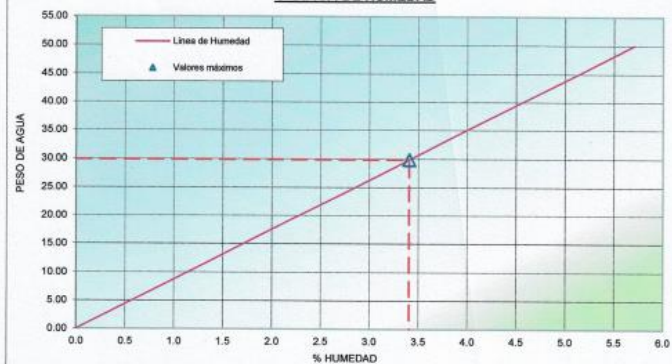
Muestra N° : C-01 / E-02
 Procedencia : CALICATA 2

Características

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	1000.00 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	970.14 gr.
N° de Recipiente	T-8
Peso de Recipiente	93.60 gr.

Porcentaje de Humedad **3.41 %**

GRAFICA DE HUMEDAD



Iván Huberto Aguirre Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP. 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-02) SUELO NATURAL

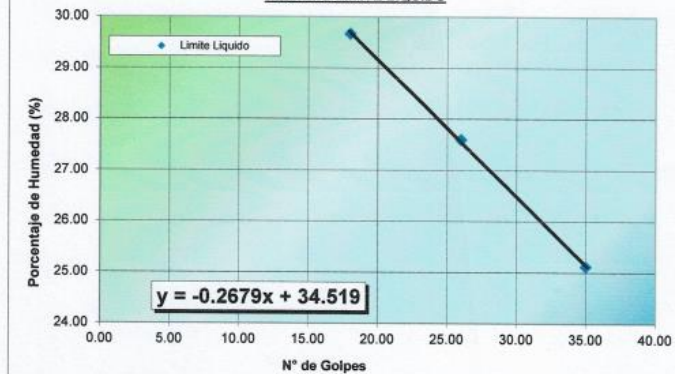
LIMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423)

Muestra : C-01 / E-02
 PROCEDENCIA : CALICATA 2

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo N°	1	2	3
N° Recipiente			
Peso Recipiente	31.37	31.17	24.16
N° Golpes	18.00	26.00	36.00
Peso de Recipiente + Suelo Humedo	46.36	49.20	37.21
Peso Recipiente + Suelo seco	42.93	45.30	34.59
Humedad	29.67	27.60	25.12
Lím. Líquido	28.52	27.73	26.16

GRAFICO LIMITE LIQUIDO



Iván Huberto Aguirre Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP. 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-02) SUELO NATURAL

LÍMITES DE ATTERBERG
(ASTM D424)

Muestra : C-01 / E-02
 PROCEDENCIA : CALICATA 2

LÍMITE PLÁSTICO

Ensayo N°	1	2
N° Recipiente		
Peso Recipiente	11.16	8.85
Peso Recipiente + Suelo húmedo	14.27	12.71
Peso Recipiente + Suelo seco	13.64	11.96
Humedad	25.40	24.12

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Límite Líquido promedio	27.5 %
Límite Plástico promedio	24.8 %

Índice Plástico : 2.7 %



Iván Huberto Espinosa Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERENO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-02) SUELO NATURAL

ENSAYO PROCTOR
(ASTM D-1557)

Tipo Proctor : Modificado
 Método Compactación : MEJORAR EL MATERIAL
 Muestra : C-01 / E-02
 PROCEDENCIA : CALICATA 2

N° PUNTOS	1	2	3	4	5
Peso Molde	6808.00	6808.00	6808.00	6808.00	
Volumen Molde	2150.00	2150.00	2150.00	2150.00	
Peso Suelo h. + Molde	11055.00	11399.00	11505.00	11311.00	
N° Recipiente	1	2	3	4	
Peso Recipiente	181.67	179.94	188.87	187.85	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	670.32	625.78	624.93	596.01	
Peso Recipiente + Suelo seco	646.12	595.45	588.19	554.57	
Peso Suelo húmedo	4247.00	4591.00	4697.00	4503.00	
Humedad	5.21	7.30	9.20	11.30	
Peso Volumétrico Húmedo	1.975	2.135	2.185	2.094	
Peso Volumétrico Seco	1.878	1.990	2.001	1.882	

Gs : 2.832 Densidad máxima : 2.010 Humedad óptima : 8.5



Iván Huberto Espinosa Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y GENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
 UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
 SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
 MUESTRA : (M-02) SUELO NATURAL

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
(MÉTODO T-193, ASTM D1883, MITG E12)

Molde N°	A		B		C	
	5		5		5	
N° Capa	56		26		12	
Golpes por capa N°	56		26		12	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Const. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	4530	11988	14750	11463	13950	11900
Peso de molde (gr)	4502	7215	4920	6951	4437	7034
Peso del suelo húmedo (gr)	10450	4783	9830	4502	9455	4465
Volumen del molde (cm ³)	4472	2106	4427	2114	4472	2119
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.332	2.271	2.227	2.177	2.114	2.106
Humedad (%)	8.50	9.49	8.50	12.34	8.500	14.23
Densidad seca (gr/cm ³)	2.149	2.075	2.053	1.938	1.948	1.945
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	624.93	917.40	624.93	821.16	624.93	925.77
Tarro + Suelo seco (gr)	590.77	853.92	590.77	749.09	590.77	833.58
Peso del Agua (gr)	34.16	63.48	34.16	72.07	34.16	92.19
Peso del tarro (gr)	188.87	183.00	188.87	165.22	188.87	185.74
Peso del suelo seco (gr)	401.90	670.92	401.90	583.87	401.90	647.84
Humedad (%)	8.50	9.49	8.50	12.34	8.50	14.23
Promedio de Humedad (%)	8.50	9.49	8.50	12.34	8.50	14.23

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		EXPANSION			EXPANSION		
				mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
12/11/2023	9:30 a. m.	24	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
13/11/2023	9:30 a. m.	48	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.01	0.00%
14/11/2023	9:30 a. m.	72	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.01	0.01%
15/11/2023	9:30 a. m.	96	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.01	0.00%	0.3	0.01	0.01%

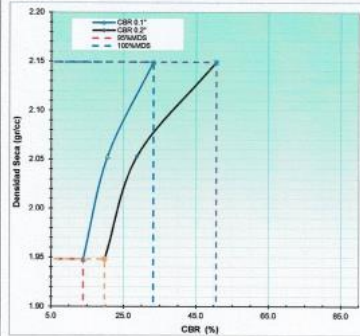
PENETRACION

PENETRACION	STAND.	MOLDE N° A				MOLDE N° B				MOLDE N° C			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Des (cm)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Des (cm)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Des (cm)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.200		0	0.0			8	0.0			8	0.0		
0.225		350	42.1			182	22.7			80	8.7		
0.250		690	82.2			448	55.1			187	23.3		
0.275		1119	129.7			825	73.6			340	41.8		
0.300	79.3	1489	186.9	23.48	33.3	812	95.3	14.50	29.6	500	62.8	9.80	
0.350		2353	294.9			1192	126.1			764	93.9		
0.400	105.46	3438	382.7	53.40	50.6	1438	160.6	30.30	28.7	849	107.7	20.90	
0.450		3877	333.3			1641	190.9			1070	125.1		
0.500		3426	396.6			1818	210.3			1179	136.5		
0.550		3886	447.3			1937	225.0			1288	147.5		
0.600		4288	492.2			2061	238.1			1369	159.5		
0.650													
0.700													

Iván Huberto Aguirre Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y GENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
 UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
 SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
 MUESTRA : (M-02) SUELO NATURAL

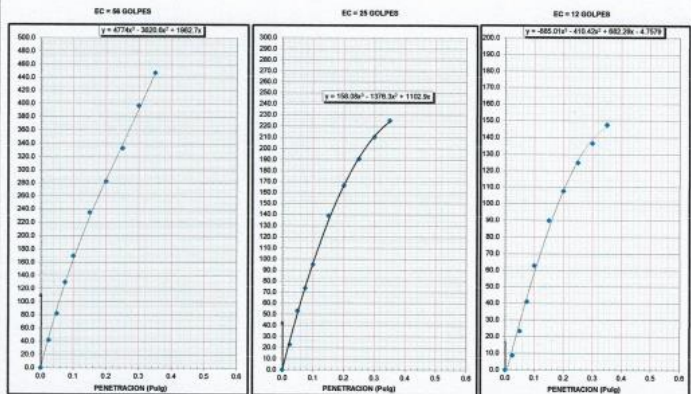
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	33.3	0.2"	90.6
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1"	13.9	0.2"	19.8

Datos de Terreno	
Densidad Máxima	2.010 %
Humedad Penetrac.	8.50 %

OBSERVACIONES:
Se debiera considerar un CBR al 95% como mínimo. Se recomienda revisar los parámetros EG-2008.



Iván Huberto Aguirre Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERENO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-03) SUELO NATURAL

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN
(ASTM D2216-D421-D4318-D2487)

TAMIZ	%	%	%	ESPECIF. TECNICAS
Nombre	mm	Retenido	Acumulado	NORMA
3"	76.20	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	6.64	6.64	93.36
2"	50.80	0.00	6.64	93.36
1 1/2"	38.10	9.57	16.21	83.79
1"	25.40	9.19	25.40	74.60
3/4"	19.05	4.88	30.28	69.72
1/2"	12.70	5.40	35.68	64.32
3/8"	9.53	6.74	42.42	57.58
Nº 4	4.76	9.59	52.01	47.99
Nº 10	2.00	9.26	61.27	38.73
Nº 20	0.84	7.29	68.56	31.44
Nº 40	0.43	6.14	74.69	25.31
Nº 60	0.30	2.92	77.62	22.38
Nº 100	0.15	10.98	88.59	11.41
Nº 200	0.07	3.46	92.05	7.95

Muestra Nº : C-01 / E-02
 Procedencia : CALICATA 3
 SUCS : GP GM A - 1 - g I.G.
 AASHTO : 0.00
 Cu : 90.06
 Cc : 0.44
 Lim. Líquido : 31.33
 Lim. Plástico : 29.33
 Ind. Plasticidad : 2.01
 % Grava : 52.01
 % Arena : 40.04
 % Finos : 7.95

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Iván Huberto Mejía Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERENO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-03) SUELO NATURAL

HUMEDAD NATURAL
(ASTM D-2216)

Muestra Nº : C-01 / E-02
 Procedencia : CALICATA 3

Características

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	1000.00 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	947.47 gr.
Nº de Recipiente	T-18
Peso de Recipiente	116.11 gr.

Porcentaje de Humedad : **6.32 %**



Iván Huberto Mejía Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

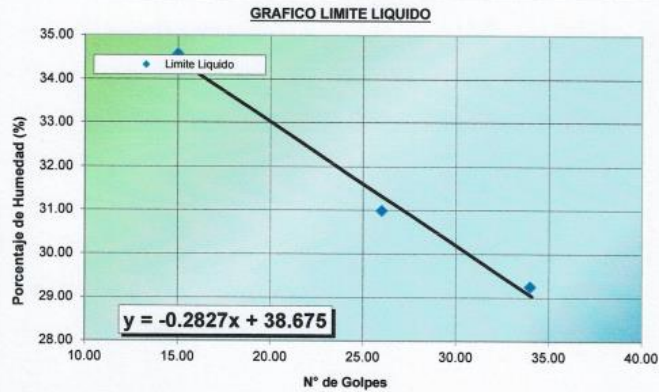
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-03) SUELO NATURAL

LIMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423)

Muestra : C-01 / E-02
 PROCEDENCIA : CALICATA 3

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo N°	1	2	3
N° Recipiente			
Peso Recipiente	31.50	31.38	24.44
N° Golpes	15.00	26.00	34.00
Peso Recipiente + Suelo Humedo	45.24	44.06	33.63
Peso Recipiente + Suelo seco	41.71	41.06	31.55
Humedad	34.57	30.99	29.25
Lím. Líquido	32.50	31.14	30.36



Iván Huberto Aguirre Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP. 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-03) SUELO NATURAL

ENSAYO PROCTOR
(ASTM D-1557)

Tipo Proctor : Modificado
 Método Compactación : MEJORAR EL MATERIAL
 Muestra : C-01 / E-02
 PROCEDENCIA : CALICATA 3

N° PUNTOS	1	2	3	4	5
Peso Molde	6808.00	6808.00	6808.00	6808.00	
Volumen Molde	2150.00	2150.00	2150.00	2150.00	
Peso Suelo h. + Molde	10650.00	11273.00	11445.00	11233.00	
N° Recipiente	0	0	0	0	
Peso Recipiente	181.67	179.94	188.87	187.85	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	670.32	625.78	624.93	596.01	
Peso Recipiente + Suelo seco	645.73	596.22	587.83	555.23	
Peso Suelo húmedo	3842.00	4465.00	4637.00	4425.00	
Humedad	5.30	7.10	9.30	11.10	
Peso Volumétrico Húmedo	1.787	2.077	2.157	2.058	
Peso Volumétrico Seco	1.697	1.939	1.973	1.853	

Gs : **2.669** Densidad máxima : **1.980** Humedad óptima : **8.50**



Iván Huberto Aguirre Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP. 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERERO MOQUEGUA 2023
UBICACION : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-03) SUELO NATURAL

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASHTO T-193 ASTM D1083, MTC E132)

Molde N°	A		B		C	
	5	5	5	5	5	5
N° Capa	56		25		12	
Colpese por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	14205	12434	13460	11902	12596	11192
Peso de molde (gr)	4932	7902	4930	6605	4437	6989
Peso del suelo húmedo (gr)	9254	4532	8630	4257	8159	4203
Volumen del molde (cm ³)	4308	2123	4427	2109	4472	2109
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.148	1.990	2.018	2.018	1.825	1.993
Humedad (%)	8.50	12.48	8.50	14.41	8.500	17.73
Densidad seca (gr/cm ³)	1.980	1.898	1.797	1.794	1.682	1.693
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	625.78	696.95	625.78	571.20	625.78	522.60
Tarro + Suelo seco (gr)	350.84	636.60	590.84	515.47	590.84	483.10
Peso del Agua (gr)	34.94	57.35	34.94	55.73	34.94	59.50
Peso del tarro (gr)	179.94	179.94	179.94	128.60	179.94	127.80
Peso del suelo seco (gr)	410.90	459.68	435.90	396.87	410.90	355.50
Humedad (%)	8.50	12.48	8.50	14.41	8.50	17.73
Promedio de Humedad (%)	8.50	12.48	8.50	14.41	8.50	17.73

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/11/2023	10:00:00	24	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%
14/11/2023	10:00:00	48	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%
15/11/2023	10:00:00	72	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
16/11/2023	10:00:00	96	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%

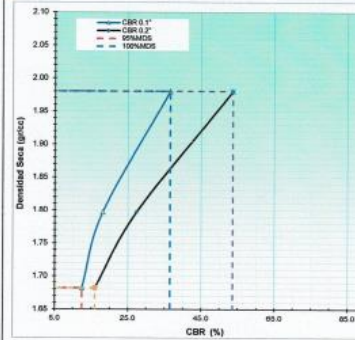
PENETRACION

PENETRACION STAND. (mm)	CARGA (kg/cm ²)	MOLDE N° A				MOLDE N° B				MOLDE N° C			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		(Des. plato)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)	(Des. plato)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)	(Des. plato)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)
0.000		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.025		318	28.4			183	19.4			50	7.5		
0.050		698	62.2			427	51.9			198	24.4		
0.075		1168	105.3			625	73.8			348	41.0		
0.100	70.3	1468	133.4	25.79	38.8	812	95.3	12.80	18.2	588	62.9	8.80	12.5
0.150		2015	234.5			1182	138.0			782	88.7		
0.200	106.46	2468	295.0	56.60	53.7	1429	165.4	28.90	27.4	919	107.7	10.90	16.0
0.250		2897	335.8			1631	185.7			1070	125.1		
0.300		3456	400.3			1789	208.1			1170	136.8		
0.350		3896	450.7			1927	223.8			1265	147.5		
0.400		4288	495.5			2041	237.0			1369	158.5		
0.450													
0.500													

Iván Huberto Argarreta Lóvano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERERO MOQUEGUA 2023
UBICACION : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : (M-03) SUELO NATURAL

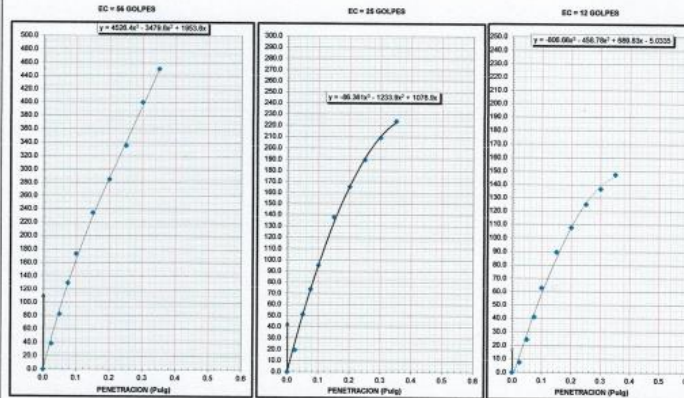
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	36.8	0.2"	53.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	12.5	0.2"	16.0

Datos de Termino	
Densidad Maxima	1.980 %
Humedad Penetrac.	8.50 %

OBSERVACIONES:
Se debera considerar un CBR al 95% como minimo. Se recomienda revisar los parametros EG-2008.13.4



Iván Huberto Argarreta Lóvano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+10%PL+10%CV

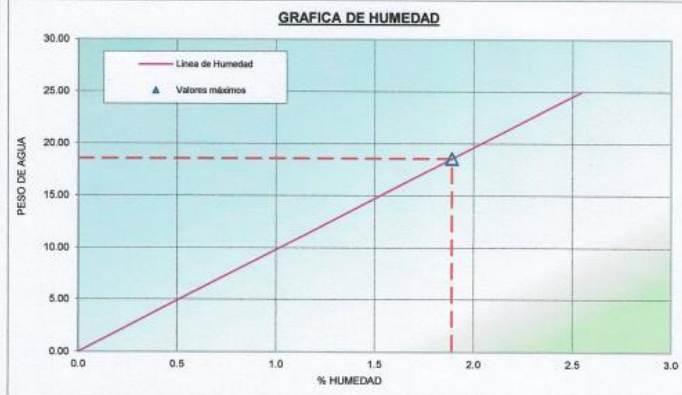
HUMEDAD NATURAL
(ASTM D-2216)

Muestra N° : 0
 Procedencia : PATRON+10%PL+10%CV

Características

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	1000.00 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	981.44 gr.
N° de Recipiente	0.00
Peso de Recipiente	0.00 gr.

Porcentaje de Humedad	1.89 %
-----------------------	--------



Iván Huberto Aguirre Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

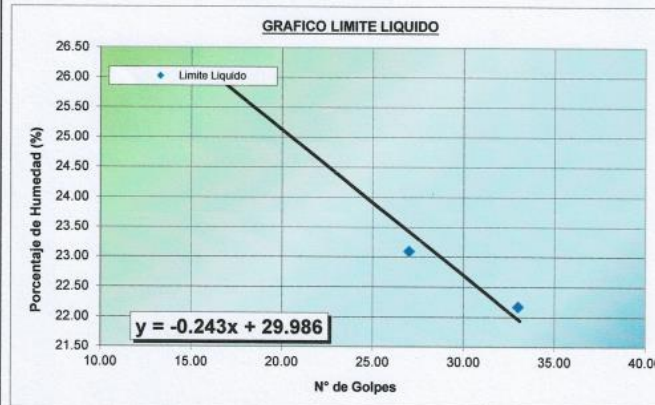
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+10%PL+10%CV

LIMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423)

Muestra
 PROCEDENCIA : PATRON+10%PL+10%CV

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo N°	1	2	3
N° Recipiente			
Peso Recipiente	31.30	31.80	31.32
N° Golpes	17.00	27.00	33.00
Peso Recipiente + Suelo Humedo	48.03	47.31	50.99
Peso Recipiente + Suelo seco	44.58	44.40	47.42
Humedad	25.98	23.10	22.17
Lím. Líquido	24.79	23.31	22.93



Iván Huberto Aguirre Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGIÓN MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+10%PL+10%CV

LÍMITES DE ATTERBERG
(ASTM D424)

Muestra
PROCEDECENCIA PATRON+10%PL+10%CV

LÍMITE PLÁSTICO

Ensayo N°	1	2
N° Recipiente		
Peso Recipiente	6.18	6.19
Peso Recipiente + Suelo húmedo	8.66	8.38
Peso Recipiente + Suelo seco	8.25	8.03

Humedad	19.81	19.02
---------	-------	-------

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Límite Líquido promedio	23.68 %
Límite Plástico promedio	19.41 %

Índice Plástico	4.26 %
------------------------	---------------



Iván Humberto Segarra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERERO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+10%PL+10%CV

ENSAYO PROCTOR
(ASTM D-1557)

Tipo Proctor : Modificado
Método Compactación : C
Muestra : 0
PROCEDECENCIA : PATRON+10%PL+10%CV

N° PUNTOS	1	2	3	4	5
Peso Molde	6808.00	6808.00	6808.00	6808.00	6808.00
Volumen Molde	2150.00	2150.00	2150.00	2150.00	2150.00
Peso Suelo h. + Molde	10856.00	11223.00	11303.00	11079.00	

N° Recipiente	1	2	3	4
Peso Recipiente	181.67	179.94	188.87	187.85
Peso Recipiente + Suelo húmedo	670.32	625.78	624.93	596.01
Peso Recipiente + Suelo seco	651.07	600.15	592.63	558.57

Peso Suelo húmedo	4048.00	4415.00	4495.00	4271.00
Humedad	4.10	6.10	8.00	10.10
Peso Volumétrico Húmedo	1.883	2.053	2.091	1.987
Peso Volumétrico Seco	1.809	1.935	1.936	1.804

Gs : 2.669 Densidad máxima : 1.950 Humedad óptima : 7.0



Iván Humberto Segarra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERENO MOQUEGUA 2023
 UBICACION : REGION MOQUEGUA
 SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
 MUESTRA : PATRON+10%PL+10%CV

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-19), ASTM D1883, MTC 6132)

Molde N°	A		B		C	
	5	5	5	5	5	5
N° Capa	66		25		12	
Colpes por capa N°	66		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11277	11445	11509	11274	11754	12058
Peso de molde (gr)	6989	6980	6679	6679	7064	7064
Peso del suelo húmedo (gr)	4288	4465	4190	4395	3690	4174
Volumen del molde (cm ³)	2072	2108	2114	2114	2106	2106
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.069	2.113	1.968	2.079	1.847	1.982
Humedad (%)	7.00	10.83	7.00	13.22	7.00	15.02
Densidad seca (gr/cm ³)	1.904	1.907	1.839	1.836	1.726	1.723
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	625.78	637.78	625.78	592.63	625.78	654.62
Tarro + Suelo seco (gr)	596.63	592.02	596.63	543.22	596.63	591.58
Peso del Agua (gr)	29.15	45.76	29.15	49.30	29.15	62.94
Peso del tarro (gr)	179.94	189.35	179.94	170.32	179.94	172.67
Peso del suelo seco (gr)	416.69	422.67	416.69	372.90	416.69	419.01
Humedad (%)	7.00	10.83	7.00	13.22	7.00	15.02
Promedio de Humedad (%)	7.00	10.83	7.00	13.22	7.00	15.02

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hc.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/11/2023	9:00 a. m.	24	0.0	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
15/11/2023	9:00 a. m.	48	0.0	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%	0.3	0.01	0.01%
16/11/2023	9:00 a. m.	72	0.0	0.00	0.00%	0.2	0.01	0.01%	0.3	0.01	0.01%
17/11/2023	9:00 a. m.	96	0.1	0.00	0.00%	0.3	0.01	0.01%	0.3	0.01	0.01%

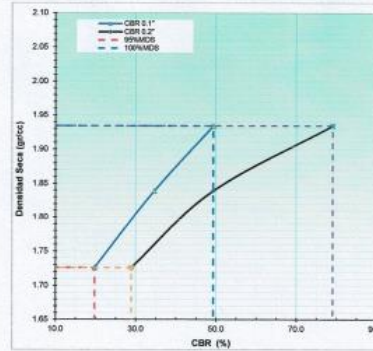
PENETRACION

PENETRACION (Psi)	CARGA STAND. (kg/cm ²)	MOLDE N° A				MOLDE N° B				MOLDE N° C			
		CARGA (kg/cm ²)	CORRECCION (kg/cm ²)	CORRECCION (%)	%	CARGA (kg/cm ²)	CORRECCION (kg/cm ²)	CORRECCION (%)	%	CARGA (kg/cm ²)	CORRECCION (kg/cm ²)	CORRECCION (%)	%
0.300		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.325		321	38.8			190	19.1			90	7.5		
0.350		701	82.6			428	50.2			199	23.7		
0.375		1191	128.6			625	73.8			340	41.0		
0.100	70.3	5489	173.4	34.70	48.4	812	85.3	24.40	34.7	530	62.8	13.00	19.0
0.150		2015	234.0			1182	138.0			704	89.8		
0.200	105.40	2458	285.0	83.40	78.1	1428	165.4	52.00	49.3	919	107.7	30.90	28.0
0.250		2997	335.0			1831	199.7			1979	125.1		
0.300		3456	400.0			1799	200.1			1179	136.6		
0.350		3996	450.7			1937	223.8			1285	147.5		
0.400		4286	493.5			2041	237.0			1399	159.5		

Iván Huberto Aguirre Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERENO MOQUEGUA 2023
 UBICACION : REGION MOQUEGUA
 SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
 MUESTRA : PATRON+10%PL+10%CV

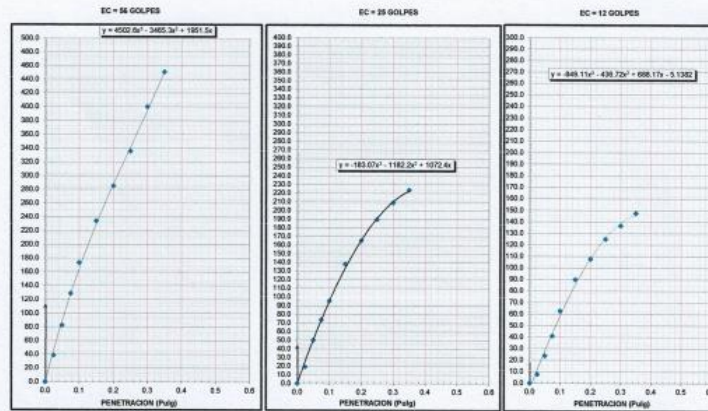
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	49.4	0.2"	79.1
C.B.R. AL 85% DE M.D.S. (%)	0.1"	19.8	0.2"	75.9

Datos de Terreno	
Densidad Máxima	1.850 %
Humedad Penetrac.	7.00 %

OBSERVACIONES:
Se deberá considerar un CBR al 95% como mínimo. Se recomienda revisar los parametros EG-2008.



Iván Huberto Aguirre Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+20%CV

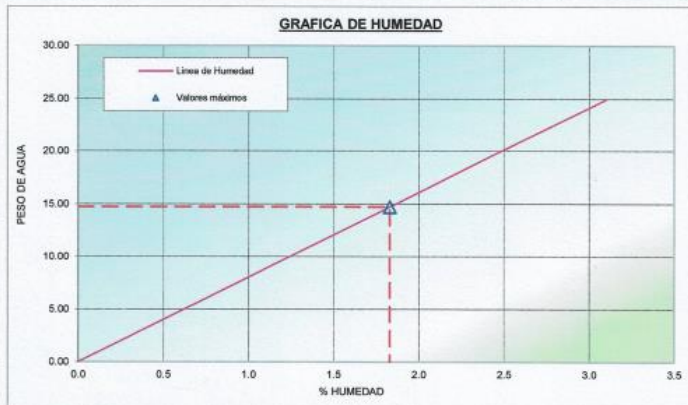
HUMEDAD NATURAL
(ASTM D-2216)

Muestra N° : 0
 Procedencia : PATRON+20%PL+20%CV

Características

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	1000.00 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	985.27 gr.
N° de Recipiente	P-14
Peso de Recipiente	180.16 gr.

Porcentaje de Humedad **1.830 %**



Iván Humberto Aguirre Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP. 113472

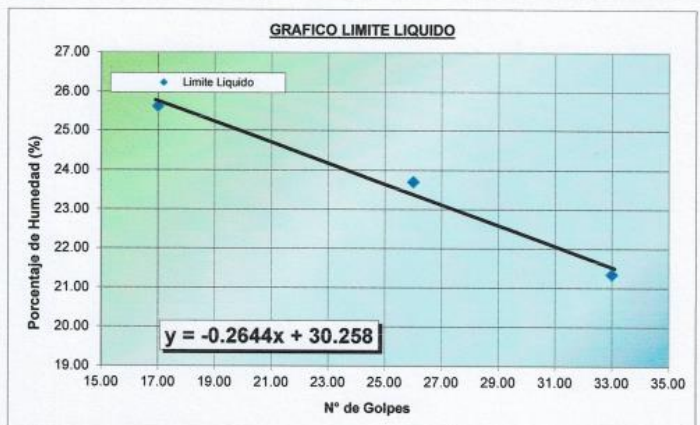
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+20%CV

LÍMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423)

Muestra
 PROCEDENCIA PATRON+20%PL+20%CV

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo N°	1	2	3	4
N° Recipiente	S-2	S-12	S-9	
Peso Recipiente	31.80	31.30	31.32	
N° Golpes	17.00	26.00	33.00	
l	47.98	47.53	51.10	
Peso Recipiente + Suelo seco	44.68	44.42	47.62	
Humedad	25.62	23.70	21.35	
Lim. Líquido	24.45	23.82	22.08	



Iván Humberto Aguirre Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP. 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+20%CV

LIMITES DE ATTERBERG
(ASTM D424)

Muestra
PROCEDENCIA PATRON+20%PL+20%CV

LÍMITE PLÁSTICO

Ensayo N°	1	2	3	4
N° Recipiente	S-12	S-2		
Peso Recipiente	6.18	6.19		
Peso Recipiente + Suelo húmedo	8.71	8.48		
Peso Recipiente + Suelo seco	8.34	8.15		

Humedad	17.13	16.84		
---------	-------	-------	--	--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Límite Líquido promedio	23.45 %
Límite Plástico promedio	16.98 %

Índice Plástico	6.47 %
-----------------	--------



Iván Huberto Aguirre Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERENO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+20%CV

ENSAYO PROCTOR
(ASTM D-1557)

Tipo Proctor : Modificado
Método Compactación : C
Muestra : 0
PROCEDENCIA : PATRON+20%PL+20%CV

N° PUNTOS	1	2	3	4	5
Peso Molde	6808.00	6808.00	6808.00	6808.00	
Volumen Molde	2150.00	2150.00	2150.00	2150.00	
Peso Suelo h. + Molde	10856.00	11170.00	11240.00	11079.00	
N° Recipiente	5	6	Y-3	19M	
Peso Recipiente	181.67	179.94	188.87	187.85	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	670.32	625.78	624.93	596.01	
Peso Recipiente + Suelo seco	651.07	596.22	587.83	555.23	
Peso Suelo húmedo	4048.00	4362.00	4432.00	4271.00	
Humedad	4.10	7.10	9.30	11.10	
Peso Volumétrico Húmedo	1.883	2.029	2.061	1.987	
Peso Volumétrico Seco	1.809	1.894	1.886	1.788	

Gs : 2.669 Densidad máxima : 1.902 Humedad óptima : 8.20



Iván Huberto Aguirre Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+20%CV

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
(AASHTO T-193, ASTM D1887, NTC E.132)

Molde N°	A		B		C	
	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11252	11378	11027	11185	11786	12014
Peso de molde (gr)	6608	8911	6881	6861	7864	7984
Peso del suelo húmedo (gr)	4444	4467	4166	4324	3902	4150
Volumen del molde (cm ³)	2159	2109	2114	2114	2108	2108
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.058	2.118	1.971	2.045	1.853	1.971
Humedad (%)	8.20	15.61	8.20	17.03	8.200	19.71
Densidad seca (gr/cm ³)	1.902	1.832	1.822	1.747	1.713	1.648
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	625.78	711.80	625.78	636.98	625.78	666.94
Tarro + Suelo seco (gr)	592.01	658.16	592.01	589.06	592.01	603.36
Peso del Agua (gr)	33.77	73.64	33.77	67.92	33.77	63.48
Peso del tarro (gr)	179.94	168.38	179.94	170.32	179.94	179.92
Peso del suelo seco (gr)	412.07	471.80	412.07	388.74	412.07	423.44
Humedad (%)	8.20	15.61	8.20	17.03	8.20	19.71
Promedio de Humedad (%)	8.20	15.61	8.20	17.03	8.20	19.71

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/11/2023	9:00 a. m.	24	0.0	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%
22/11/2023	9:00 a. m.	48	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
23/11/2023	9:00 a. m.	72	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
24/11/2023	9:00 a. m.	96	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.01	0.00%	0.2	0.01	0.01%

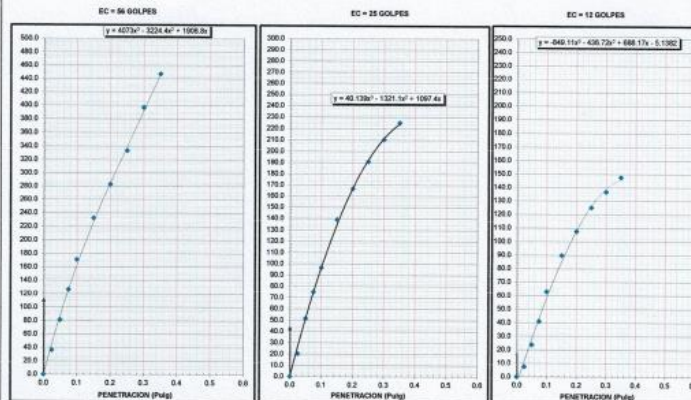
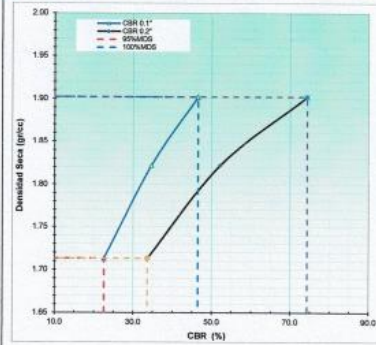
PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND kg/cm ²	MOLDE N° A				MOLDE N° B				MOLDE N° C			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Des (mm)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Des (mm)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Des (mm)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.850		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.925		391	38.5			148	20.2			50	7.5		
0.950		690	81.3			430	51.3			190	23.7		
0.975		1088	126.2			635	74.9			349	41.0		
0.990	70.3	1489	171.0	52.70	48.5	822	96.5	24.40	34.7	530	62.8	15.90	22.6
0.990	150	2561	232.3			1192	139.1			794	92.8		
0.200	105.46	3438	282.7	78.40	74.3	1430	166.6	55.00	52.2	919	107.7	35.50	33.7
0.250		3877	333.5			1641	192.9			1078	125.1		
0.300		3426	286.6			1810	212.3			1176	136.9		
0.350		3668	317.3			1937	225.0			1265	147.5		
0.400		4298	382.2			2051	238.1			1369	159.5		
0.450													
0.500													

Iván Huberto Legarra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+20%CV

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Iván Huberto Legarra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+15%CV

HUMEDAD NATURAL
(ASTM D-2216)

Muestra N° : 0
 Procedencia : PATRON+20%PL+15%CV

Características

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	1000.00 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	984.59 gr.
N° de Recipiente	P-14
Peso de Recipiente	180.16 gr.

Porcentaje de Humedad : **1.92 %**



Iván Huberto Legarra Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

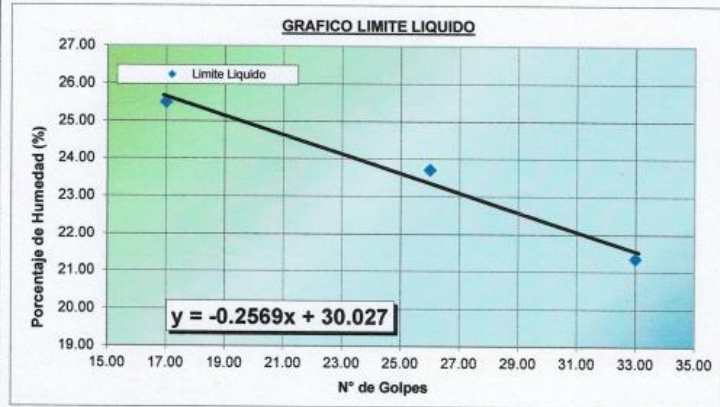
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+15%CV

LÍMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423)

Muestra
 PROCEDENCIA PATRON+20%PL+15%CV

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo N°	1	2	3	4
N° Recipiente	S-2	S - 12	S - 9	
Peso Recipiente	31.80	31.30	31.32	
N° Golpes	17.00	26.00	33.00	
l	47.98	47.53	51.10	
Peso Recipiente + Suelo seco	44.69	44.42	47.62	
Humedad	25.50	23.70	21.35	
Lím. Líquido	24.34	23.62	22.08	



Iván Huberto Legarra Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+15%CV

LÍMITES DE ATTERBERG
(ASTM D424)

Muestra
PROCEDENCIA PATRON+20%PL+15%CV

LÍMITE PLÁSTICO

Ensayo N°	1	2	3	4
N° Recipiente	S-12	S-2		
Peso Recipiente	6.18	6.19		
Peso Recipiente + Suelo húmedo	8.72	8.49		
Peso Recipiente + Suelo seco	8.32	8.12		

Humedad	18.45	19.17		
---------	-------	-------	--	--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Límite Líquido promedio	23.41 %
Límite Plástico promedio	18.81 %

Índice Plástico	5.04 %
------------------------	---------------



Iván Huberto Zegarra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBERENO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+15%CV

ENSAYO PROCTOR
(ASTM D-1557)

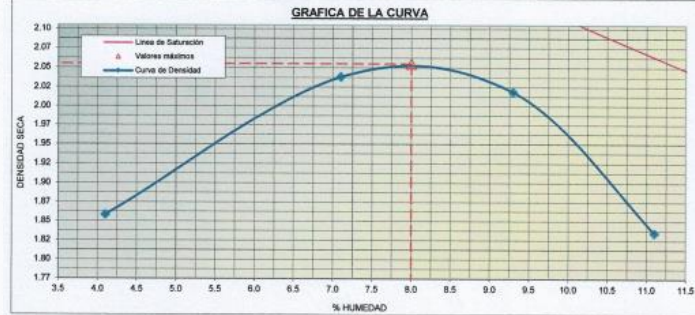
Tipo Proctor : Modificado
Método Compactación : C
Muestra : 0
PROCEDENCIA : PATRON+20%PL+15%CV

N° PUNTOS	1	2	3	4	5
Peso Molde	6808.00	6808.00	6808.00	6808.00	6808.00
Volumen Molde	2150.00	2150.00	2150.00	2150.00	2150.00
Peso Suelo h. + Molde	10956.00	11490.00	11540.00	11179.00	

N° Recipiente	5	6	Y-3	19M
Peso Recipiente	181.67	179.94	188.87	187.85
Peso Recipiente + Suelo húmedo	670.32	625.78	624.93	596.01
Peso Recipiente + Suelo seco	651.07	596.22	587.83	555.23

Peso Suelo húmedo	4148.00	4682.00	4732.00	4371.00
Humedad	4.10	7.10	9.30	11.10
Peso Volumétrico Húmedo	1.929	2.178	2.201	2.033
Peso Volumétrico Seco	1.853	2.033	2.014	1.830

Gs :	2.669	Densidad máxima :	2.050	Humedad óptima :	8.00
------	-------	-------------------	-------	------------------	------



Iván Huberto Zegarra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
 UBICACION : REGION MOQUEGUA
 SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
 MUESTRA : PATRON+20%PL+15%CV

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1882, MTC E-132)

Molde N°	A		B		C	
	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11597	11378	11327	11185	11100	12014
Peso de molde (gr)	6808	6911	6891	6861	7864	7864
Peso del suelo húmedo (gr)	4789	4467	4466	4324	3302	4150
Volumen del molde (cm ³)	2159	2109	2114	2114	2106	2106
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.218	2.118	2.113	2.045	1.568	1.971
Humedad (%)	8.00	15.61	8.20	17.03	8.200	19.71
Densidad seca (gr/cm ³)	2.054	1.852	1.953	1.747	1.449	1.646
Tarso N°						
Tarso + Suelo húmedo (gr)	625.78	711.80	625.78	650.98	625.78	689.94
Tarso + Suelo seco (gr)	592.74	638.16	592.01	569.66	592.01	602.58
Peso del Agua (gr)	33.04	73.64	33.77	81.32	33.77	87.36
Peso del tarso (gr)	179.94	198.36	179.94	179.94	179.94	179.92
Peso del suelo seco (gr)	412.80	471.80	412.07	398.74	412.07	423.64
Humedad (%)	8.00	15.61	8.20	17.03	8.20	19.71
Promedio de Humedad (%)	8.00	15.61	8.20	17.03	8.20	19.71

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION			
				mm	%	mm	%	mm	%		
21/11/2023	9:00 a. m.	24	0.0	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%
23/11/2023	9:00 a. m.	48	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
23/11/2023	9:00 a. m.	72	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
24/11/2023	9:00 a. m.	96	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.01	0.00%	0.2	0.01	0.01%

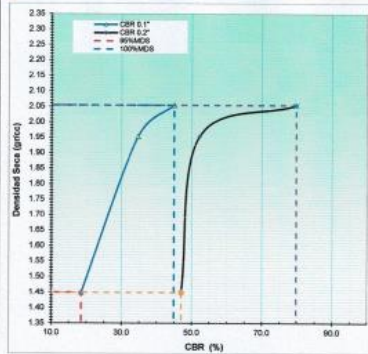
PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° A				MOLDE N° B				MOLDE N° C			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		kg/cm ²	kg/cm ²	mm	%	kg/cm ²	kg/cm ²	mm	%	kg/cm ²	kg/cm ²	mm	%
0.500		8	0.0			8	0.0			8	0.0		
0.625		391	36.5			160	20.2			60	7.5		
0.650		890	81.3			436	51.3			186	23.7		
0.675		1680	156.2			635	74.9			349	41.0		
0.100	70.3	1489	171.0	51.82	45.0	822	95.5	24.40	54.7	839	92.6	13.04	18.5
0.150		2991	252.3			1192	139.1			794	89.6		
0.200	195.46	3938	392.7	84.20	79.8	1430	166.6	55.00	52.2	819	107.7	40.00	47.0
0.250		3977	333.3			1641	193.0			1076	125.1		
0.300		3438	396.6			1810	219.2			1176	136.8		
0.350		3948	447.3			1937	228.0			1266	147.3		
0.400		4356	492.2			2091	238.1			1389	159.5		
0.450													
0.500													

Iván Huber Negarín Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
 UBICACION : REGION MOQUEGUA
 SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
 MUESTRA : PATRON+20%PL+15%CV

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	45.0	0.2"	79.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	18.5	0.2"	47.0

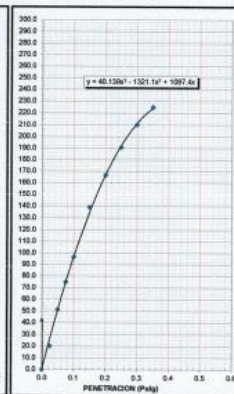
Datos de Terreno	
Densidad Máxima	2.050 %
Humedad Penetrac.	8.00 %

OBSERVACIONES:
Se debiera considerar un CBR al 95% como mínimo. Se recomienda revisar los parámetros EG-3008.

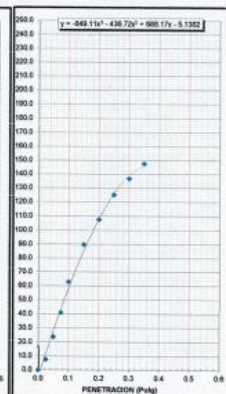
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Iván Huber Negarín Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+10%CV

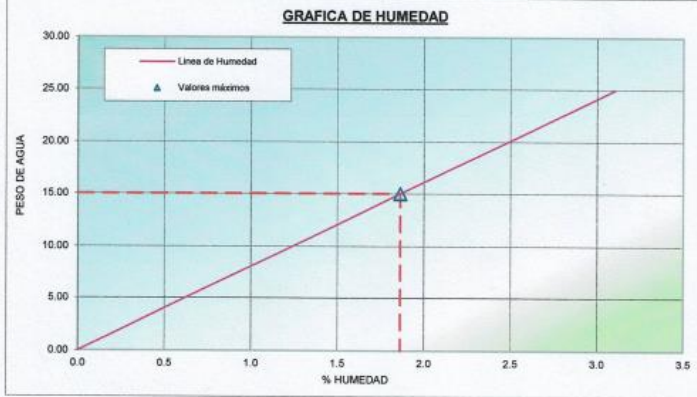
HUMEDAD NATURAL
(ASTM D-2216)

Muestra N° : 0
 Procedencia : PATRON+20%PL+10%CV

Características

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	1000.00 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	985.00 gr.
N° de Recipiente	P-14
Peso de Recipiente	180.16 gr.

Porcentaje de Humedad **1.86 %**



Iván Huberto Legarra Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP. 113472

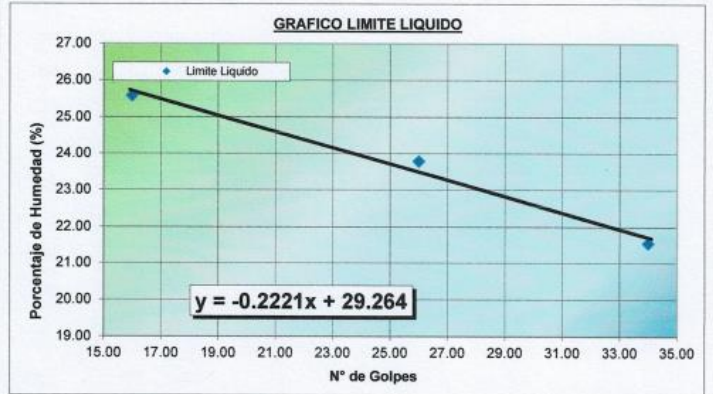
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+10%CV

LÍMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423)

Muestra
 PROCEDENCIA PATRON+20%PL+10%CV

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo N°	1	2	3	4
N° Recipiente	S-2	S-12	S-9	
Peso Recipiente	31.80	31.30	31.32	
N° Golpes	16.00	26.00	34.00	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	47.99	47.54	51.13	
Peso Recipiente + Suelo seco	44.69	44.42	47.62	
Humedad	25.58	23.78	21.55	
Lím. Líquido	24.24	23.89	22.37	



Iván Huberto Legarra Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP. 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+10%CV

LÍMITES DE ATTERBERG
(ASTM D424)

Muestra
PROCEDENCIA PATRON+20%PL+10%CV

LÍMITE PLÁSTICO

Ensayo N°	1	2	3	4
N° Recipiente	5-12	5-2		
Peso Recipiente	6.18	6.19		
Peso Recipiente + Suelo húmedo	8.72	8.49		
Peso Recipiente + Suelo seco	8.32	8.12		

Humedad	18.59	19.22		
---------	-------	-------	--	--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Límite Líquido promedio	23.50 %
Límite Plástico promedio	18.91 %

Índice Plástico 4.61 %



Iván Huber Vegara Lévano
Ingeniero Civil
CIP/ 113472

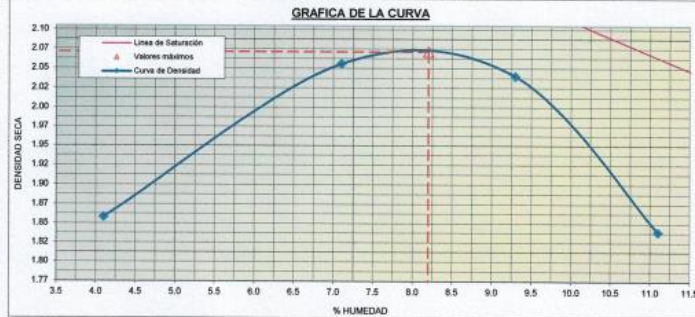
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+10%CV

ENSAYO PROCTOR
(ASTM D-1557)

Tipo Proctor : Modificado
 Método Compactación : C
 Muestra : 0
 PROCEDENCIA : PATRON+20%PL+10%CV

N° PUNTOS	1	2	3	4	5
Peso Molde	6808.00	6808.00	6808.00	6808.00	6808.00
Volumen Molde	2150.00	2150.00	2150.00	2150.00	2150.00
Peso Suelo h. + Molde	10956.00	11530.00	11590.00	11189.00	
N° Recipiente	5	6	Y-3	19M	
Peso Recipiente	181.67	179.94	188.87	187.85	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	670.32	625.78	624.93	596.01	
Peso Recipiente + Suelo seco	651.07	596.22	587.83	555.23	
Peso Suelo húmedo	4148.00	4722.00	4782.00	4381.00	
Humedad	4.10	7.10	9.30	11.10	
Peso Volumétrico Húmedo	1.929	2.196	2.224	2.038	
Peso Volumétrico Seco	1.853	2.051	2.035	1.834	

Gs : 2.669 Densidad máxima : 2.066 Humedad óptima : 8.20



Iván Huber Vegara Lévano
Ingeniero Civil
CIP/ 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
UBICACION : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+10%CV

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E-133)

Molde N°	A		B		C	
	5	5	5	5	5	5
N° Capa	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11925	11378	11427	11185	11298	11114
Peso de molde (gr)	6808	6911	6901	6904	7064	7064
Peso del suelo húmedo (gr)	4817	4467	4506	4324	3402	3250
Volumen del molde (cm ³)	2159	2109	2114	2114	2108	2108
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.231	2.119	2.180	2.045	1.615	1.543
Humedad (%)	8.20	15.61	8.20	17.03	8.200	19.71
Densidad seca (gr/cm ³)	2.062	1.832	1.996	1.747	1.493	1.289
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	625.84	711.80	625.78	636.98	625.78	688.84
Tarro + Suelo seco (gr)	592.05	638.16	592.01	599.09	592.01	603.36
Peso del Agua (gr)	33.79	73.64	33.77	67.92	33.77	85.48
Peso del tarro (gr)	179.34	166.35	179.94	170.32	179.94	179.92
Peso del suelo seco (gr)	412.11	471.80	412.07	398.74	412.07	423.44
Humedad (%)	8.20	15.61	8.20	17.03	8.20	19.71
Promedio de Humedad (%)	8.20	15.61	8.20	17.03	8.20	19.71

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION		
				mm	%	mm	%	mm	%	
21/11/2023	9:00 a. m.	24	0.0	0.00	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%
22/11/2023	9:00 a. m.	48	0.1	0.00	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
23/11/2023	9:00 a. m.	72	0.1	0.00	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
24/11/2023	9:00 a. m.	96	0.1	0.00	0.2	0.01	0.00%	0.2	0.01	0.01%

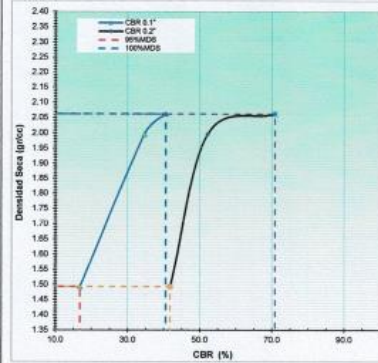
PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° A				MOLDE N° B				MOLDE N° C			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	%	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	%	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.025		361	36.5			160	31.2			50	7.5		
0.050		648	61.3			430	51.3			190	25.7		
0.075		1090	126.2			635	74.8			346	41.0		
0.100	70.3	1489	171.6	28.55	42.6	822	99.5	24.40	34.7	520	62.8	11.04	16.8
0.150		2091	232.3			1192	138.1			754	85.8		
0.200	105.46	2408	282.7	74.73	76.8	1438	166.8	55.00	52.2	919	107.7	44.10	41.8
0.250		2877	323.3			1641	190.9			1070	125.1		
0.300		3425	395.6			1918	210.3			1170	135.6		
0.350		3866	447.3			1937	225.0			1265	147.5		
0.400		4396	492.2			2061	238.1			1389	158.5		
0.450													
0.500													

Iván Huber Legarra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
UBICACION : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+20%PL+10%CV

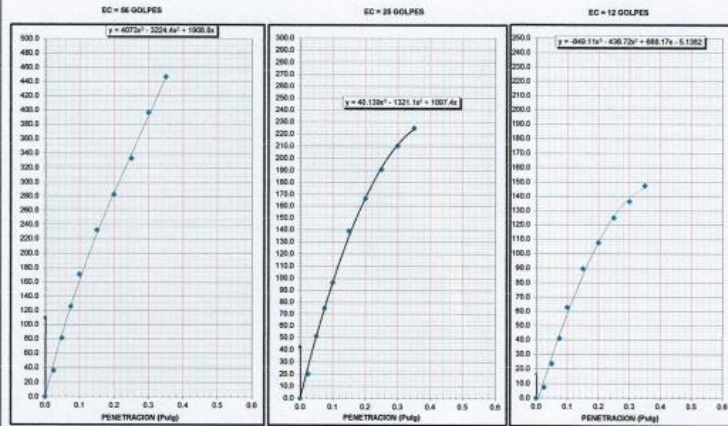
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.1*	46.6	6.2*	70.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	6.1*	16.8	6.2*	41.8

Datos de Terreno	
Densidad Maxima	2.066 %
Humedad Penetrac.	8.20 %

OBSERVACIONES:
Se deberá considerar un CBR al 95% como mínimo. Se recomienda revisar los parametros EG-2008.



Iván Huber Legarra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+15%PL+20%CV

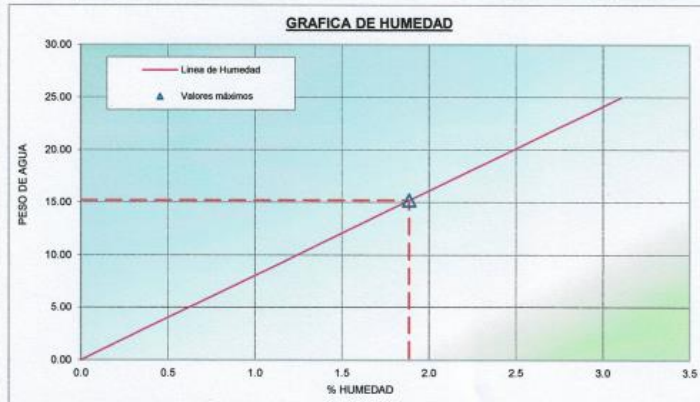
HUMEDAD NATURAL
(ASTM D-2216)

Muestra N° : 0
 Procedencia : PATRON+15%PL+20%CV

Características

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	1000.00 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	984.82 gr.
N° de Recipiente	P-14
Peso de Recipiente	180.16 gr.

Porcentaje de Humedad	1.89 %
-----------------------	--------



Iván Huberto Segarra Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

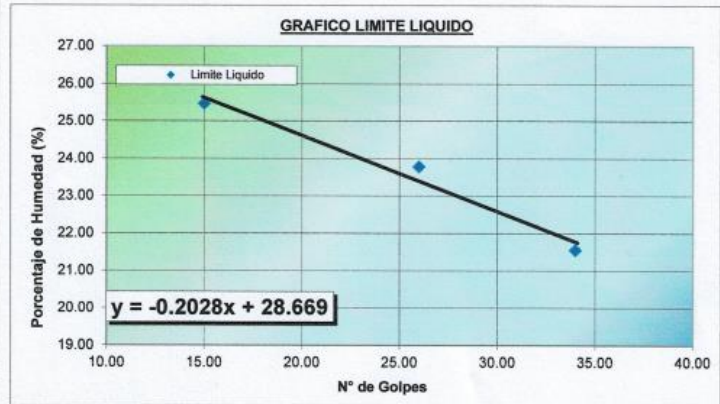
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+15%PL+20%CV

LIMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423)

Muestra
 PROCEDENCIA PATRON+15%PL+20%CV

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo N°	1	2	3	4
N° Recipiente	S-2	S-12	S-9	
Peso Recipiente	31.80	31.30	31.32	
N° Golpes	15.00	26.00	34.00	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	47.98	47.54	51.13	
Peso Recipiente + Suelo seco	44.69	44.42	47.62	
Humedad	25.47	23.78	21.55	
Lím. Líquido	23.94	23.89	22.37	



Iván Huberto Segarra Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+15%PL+20%CV

LIMITES DE ATTERBERG
(ASTM D424)

Muestra
PROCEDENCIA PATRON+15%PL+20%CV

LÍMITE PLASTICO

Ensayo N°	1	2	3	4
N° Recipiente	S-12	S-2		
Peso Recipiente	6.18	6.19		
Peso Recipiente + Suelo húmedo	8.72	8.49		
Peso Recipiente + Suelo seco	8.31	8.12		

Humedad	19.19	19.22		
---------	-------	-------	--	--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Límite Líquido promedio	23.40 %
Límite Plástico promedio	19.21 %

Índice Plástico	4.69 %
------------------------	---------------



Iván Huberto Separra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

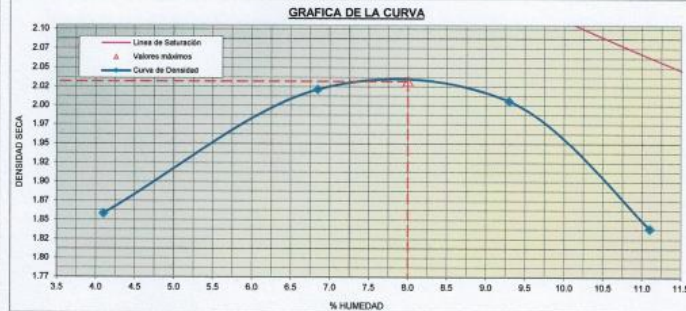
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+15%PL+20%CV

ENSAYO PROCTOR
(ASTM D-1557)

Tipo Proctor : Modificado
Método Compactación : C
Muestra : 0
PROCEDENCIA : PATRON+15%PL+20%CV

N° PUNTOS	1	2	3	4	5
Peso Molde	6808.00	6808.00	6808.00	6808.00	
Volumen Molde	2150.00	2150.00	2150.00	2150.00	
Peso Suelo h. + Molde	10956.00	11440.00	11510.00	11189.00	
N° Recipiente	5	6	Y-3	19M	
Peso Recipiente	181.67	179.94	188.87	187.85	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	670.32	625.78	624.93	596.01	
Peso Recipiente + Suelo seco	651.07	597.22	587.83	555.23	
Peso Suelo húmedo	4148.00	4632.00	4702.00	4381.00	
Humedad	4.10	6.84	9.30	11.10	
Peso Volumétrico Húmedo	1.929	2.154	2.187	2.038	
Peso Volumétrico Seco	1.853	2.016	2.001	1.834	

Gs : 2.669 Densidad máxima : 2.027 Humedad óptima : 8.00



Iván Huberto Separra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
UBICACION : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+15%PL+20%CV

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E133)

Molde N°	A		B		C	
	6	5	5	5	5	5
N° Capa	66					
Colpes por capa N°	25					
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11543	11378	11307	11325	11366	11114
Peso de molde (gr)	9808	9911	9961	9964	7964	7964
Peso del suelo húmedo (gr)	4735	4467	4446	4424	3502	3250
Volumen del molde (cm ³)	2159	2100	2114	2114	2106	2106
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.193	2.118	2.103	2.093	1.663	1.543
Humedad (%)	8.00	15.61	8.00	17.03	7.730	19.71
Densidad seca (gr/cm ³)	2.031	1.832	1.947	1.788	1.544	1.289
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	625.00	711.80	625.00	636.98	625.00	686.94
Tarro + Suelo seco (gr)	592.06	638.16	592.06	599.06	593.05	603.36
Peso del Agua (gr)	32.95	73.64	32.95	67.92	31.95	83.48
Peso del tarro (gr)	176.94	168.36	179.94	170.32	179.94	179.92
Peso del suelo seco (gr)	412.11	471.80	412.11	398.74	413.11	423.44
Humedad (%)	8.00	15.61	8.00	17.03	7.73	19.71
Promedio de Humedad (%)	8.00	15.61	8.00	17.03	7.73	19.71

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION			
				mm	%	mm	%	mm	%		
21/11/2023	9:00 a.m.	24	0.0	0.00	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%		
22/11/2023	9:00 a.m.	48	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
23/11/2023	9:00 a.m.	72	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
24/11/2023	9:00 a.m.	96	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.01	0.00%	0.2	0.01	0.01%

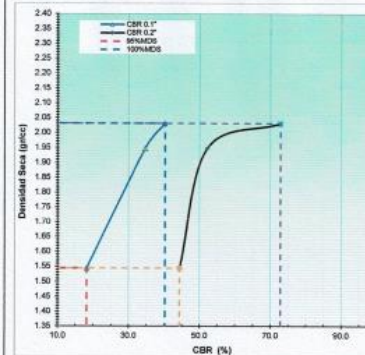
PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°													
		A				B				C					
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION		
0.000	0	0.0		0	0.0		0	0.0		0	0.0		0	0.0	
0.025	301	36.5		190	20.2		89	7.5							
0.050	699	81.3		430	51.3		190	23.7							
0.075	1089	126.2		638	74.8		348	41.0							
0.100	1489	171.0	28.35	43.3	822	95.5	24.40	34.7	608	62.8	12.61	16.2			
0.150	2061	232.3		1192	136.1		794	66.8							
0.200	2438	282.7	76.84	72.9	1439	166.6	55.00	52.2	919	107.7	46.60	44.4			
0.250	2877	333.3		1841	190.9		1070	123.1							
0.300	3428	396.6		1919	219.3		1170	136.6							
0.350	3886	447.3		1937	225.0		1268	147.5							
0.400	4256	492.2		2091	238.1		1369	158.5							
0.450															
0.500															

Iván Huberto Vega Lévano
Ingeniero Civil
CIP. 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
UBICACION : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+15%PL+20%CV

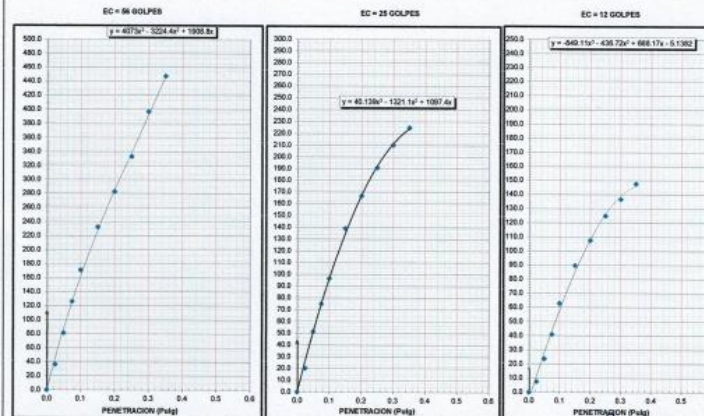
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	a.1"	40.3	a.2"	72.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	a.1"	19.2	a.2"	44.4

Datos de Terreno	
Densidad Máxima	2.027 %
Humedad Penetrac.	8.00 %

OBSERVACIONES:
Se debiera considerar un CBR al 95% como mínimo. Se recomienda revisar los parametros EG-2008.



Iván Huberto Vega Lévano
Ingeniero Civil
CIP. 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+15%PL+15%CV

HUMEDAD NATURAL
(ASTM D-2216)

Muestra N° : 0
 Procedencia : PATRON+15%PL+15%CV

Características

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	1000.00 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	984.45 gr.
N° de Recipiente	P-14
Peso de Recipiente	180.16 gr.

Porcentaje de Humedad **1.93 %**



Iván Huberto Vergara Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

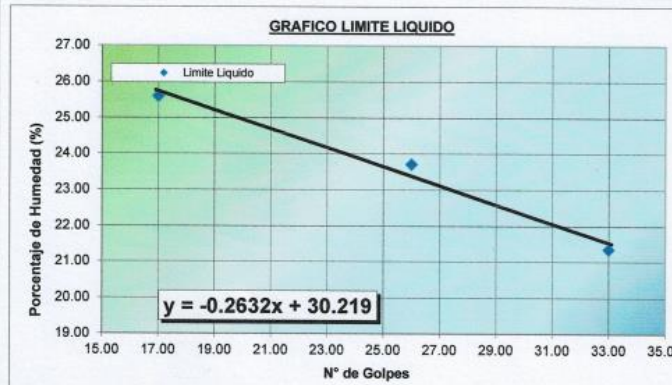
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+15%PL+15%CV

LÍMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423)

Muestra
 PROCEDENCIA PATRON+15%PL+15%CV

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo N°	1	2	3	4
N° Recipiente	S-2	S-12	S-9	
Peso Recipiente	31.80	31.30	31.32	
N° Golpes	17.00	26.00	33.00	
l	47.98	47.53	51.10	
Peso Recipiente + Suelo seco	44.68	44.42	47.62	
Humedad	25.60	23.70	21.35	
Lím. Líquido	24.43	23.82	22.08	



Iván Huberto Vergara Lévano
 Ingeniero Civil
 CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+15%PL+15%CV

LÍMITES DE ATTERBERG
(ASTM D424)

LÍMITE PLÁSTICO	Muestra PROCEDENCIA PATRON+15%PL+15%CV				
	Ensayo N°	1	2	3	4
N° Recipiente	S-12	S-2			
Peso Recipiente	6.18	6.19			
Peso Recipiente + Suelo húmedo	8.71	8.48			
Peso Recipiente + Suelo seco	8.32	8.13			
Humedad	18.22	18.16			

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Límite Líquido promedio	23.44 %
Límite Plástico promedio	18.19 %

Índice Plástico : 4.22 %



Iván Huberto Egarrá Lévano
Ingeniero Civil
CIP 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+15%PL+15%CV

ENSAYO PROCTOR
(ASTM D-1557)

Tipo Proctor : Modificado
Método Compactación : C
Muestra : 0
PROCEDENCIA : PATRON+15%PL+15%CV

N° PUNTOS	1	2	3	4	5
Peso Molde	6808.00	6808.00	6808.00	6808.00	
Volumen Molde	2150.00	2150.00	2150.00	2150.00	
Peso Suelo h. + Molde	10854.00	11530.00	11340.00	11079.00	
N° Recipiente	5	6	Y : 3	19M	
Peso Recipiente	181.67	179.94	188.87	187.85	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	670.32	625.78	624.93	596.01	
Peso Recipiente + Suelo seco	651.07	596.22	587.83	555.23	
Peso Suelo húmedo	4048.00	4722.00	4552.00	4271.00	
Humedad	4.10	7.10	9.30	11.10	
Peso Volumétrico Húmedo	1.883	2.196	2.117	1.987	
Peso Volumétrico Seco	1.809	2.051	1.937	1.788	

Gs : 2.669 Densidad máxima : 2.052 Humedad óptima : 7.50



Iván Huberto Egarrá Lévano
Ingeniero Civil
CIP 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+15%PL+15%CV

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
(AASHTO T-193, ASTM D1463, MITC E132)

Molde N°	A		B		C	
	5	5	5	5	5	5
N° Capa	56		28		12	
Golpes por capa N°	56		28		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11602	11378	11427	11195	11796	12014
Peso de molde (gr)	6808	6911	6861	6861	7054	7054
Peso del suelo húmedo (gr)	4794	4467	4566	4334	3002	4150
Volumen del molde (cm3)	2109	2109	2114	2114	2106	2106
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.220	2.118	2.160	2.045	1.853	1.971
Humedad (%)	7.50	15.61	7.76	17.03	7.500	16.71
Densidad seca (gr/cm3)	2.065	1.832	2.004	1.747	1.724	1.646
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	626.13	711.80	626.13	636.66	626.13	686.94
Tarro + Suelo seco (gr)	595.01	638.16	594.01	609.06	595.01	603.36
Peso del Agua (gr)	31.12	73.64	32.12	67.62	31.12	83.49
Peso del tarro (gr)	179.94	166.36	179.94	170.32	179.94	179.92
Peso del suelo seco (gr)	415.07	471.80	414.07	396.74	415.07	423.44
Humedad (%)	7.50	15.61	7.76	17.03	7.50	16.71
Promedio de Humedad (%)	7.50	15.61	7.76	17.03	7.50	16.71

EXPANSION

FECHA	HORA	TEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/11/2023	9:00 a. m.	24	0.0	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%
22/11/2023	9:00 a. m.	48	0.1	0.00	0.00%	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
23/11/2023	9:00 a. m.	72	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%	0.2	0.00	0.00%
24/11/2023	9:00 a. m.	96	0.1	0.00	0.00%	0.2	0.01	0.00%	0.2	0.01	0.01%

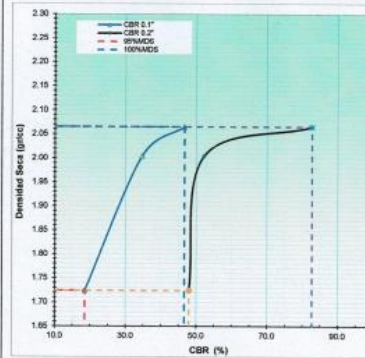
PENETRACION

PENETRACION	CARGA STANO. kg/cm2	MOLDE N° A				MOLDE N° B				MOLDE N° C			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dier (siv)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dier (siv)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dier (siv)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.500	0	0.0			0	0.0			0	0.0			
0.525	301	38.5			166	20.2			66	7.5			
0.550	690	81.3			430	51.3			190	23.7			
0.575	1080	128.2			635	74.9			340	41.0			
0.550	1480	171.0	32.80	40.7	822	96.5	24.40	34.7	530	62.8	13.04	15.5	
0.550	2001	252.0			1192	139.1			764	89.8			
0.200	105.48	1438	282.7	67.30	82.8	1430	166.6	55.50	52.2	919	107.7	50.90	45.0
0.250		2077	333.3			1641	192.9			1070	125.1		
0.300		3420	396.6			1810	210.3			1170	138.8		
0.350		3860	447.3			1937	225.0			1265	147.5		
0.400		4290	492.2			2051	238.1			1389	159.5		
0.450													
0.500													

Iván Huberto Legarra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL USO DEL LADRILLO PULVERIZADO Y CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUB RASANTE VIA MALECON RIBEREÑO MOQUEGUA 2023
UBICACIÓN : REGION MOQUEGUA
SOLICITA : BACH. KELLY AYME JIMENEZ MARCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
MUESTRA : PATRON+15%PL+15%CV

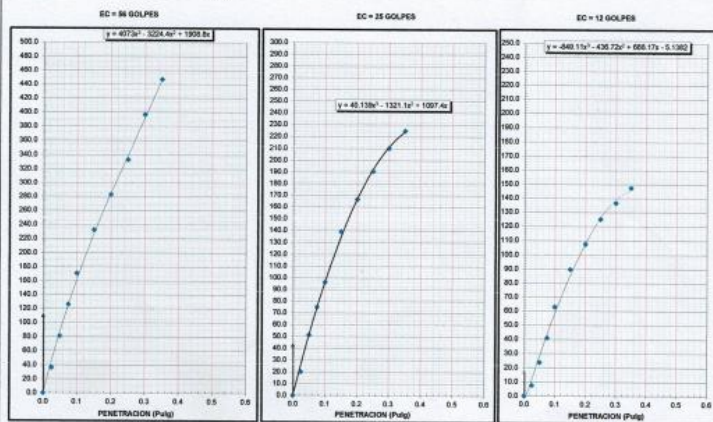
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.1"	46.7	6.2"	82.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	6.1"	18.5	6.2"	48.0

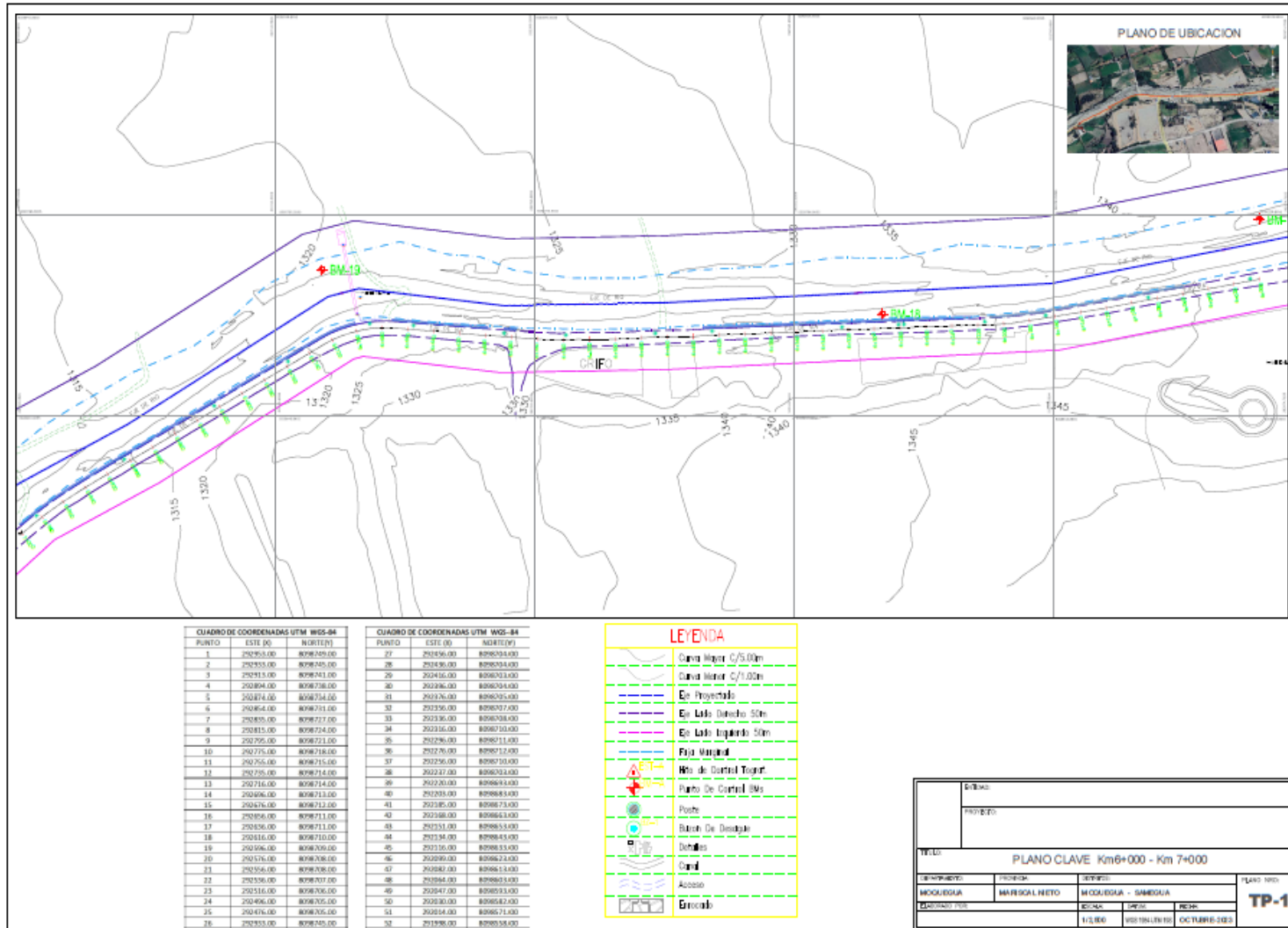
Datos de Terreno	
Densidad Maxima	2.052 %
Humedad Penetrac.	7.50 %

OBSERVACIONES:
Se debiera considerar un CBR al 95% como minimo. Se recomienda revisar los parametros EG-2008.



Iván Huberto Legarra Lévano
Ingeniero Civil
CIP: 113472

Anexo 6. Levantamiento topográfico



Anexo 7. Certificado de Laboratorio



CERTIFICADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

La gerencia de GEOLAB E.I.R.L. LABORATORIO GEOTECNICO EIRL.

Certifica:

Que la Bach. **KELLYAYME JIMENEZ MARCA**, identificada con DNI 74133456, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, realizara sus ensayos de laboratorio de su tesis: Influencia del uso del ladrillo pulverizado y ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante vía Malecón Ribereño, Moquegua-2023. A partir del 20 de octubre hasta el 15 de diciembre 2023.

Se expide el presente certificado a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente


Iván Huberto Legarra Levario
Ingeniero Civil
CIP. 113472

Anexo 8. Calibración de materiales



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

001041



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

001041

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de:	Longitud y Angulo	Expediente:	2021-001041
Equipo:	Molde Proctor Modificado	Fecha de Calibración:	22/12/2021
Marca/Fabricante:	METROTEST	Código identificación:	MP-01
Modelo:	MS-40	Intervalo de indicación:	No indica
Número de Serie:	649	Nº de Páginas:	2 págs.
Procedencia:	Perú		

Cliente: SERVICIOS GENERALES ARAGON S.A.C.
Dirección: MZA. R.LOTE. 10 P.J. PARQUE INDUSTRIAL MOQUEGUA - ILO - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es valido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica unicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un unico número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Arequipa, 22 Diciembre 2021



Responsable de Calidad



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
DANIELA AZOSTA PONCE
GERENTE DE LABORATORIO
29826185
DAICOM S.A.C.

Página 1 de 2

Método de Calibración

Calibración efectuada según:	PCD- 032; Procedimiento para la Calibración de Moldes y Martillos de Ensayo de Materiales
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard 500kN-mm ³ , MTC E 116-2000 y la Norma ASTM C143

Condiciones Ambientales

	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	22.50	0.20	°C
Humedad Relativa	24.85	0.10	%RH

Trazabilidad

La trazabilidad de los medidos se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL/PERU o en laboratorios acreditados internacionalmente en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Patrones de Referencia

Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Termohigrómetro de indicación Digital	LH-105-2021
LD-060	Cinta Métrica con LI: 0.07 um	000123
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación Digital	L-0446-2021

Expresión de Resultados

Diámetro promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación máxima y mínima permitida (mm)
151.72	0.027	150.11 a 153.24
Altura promedio medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación máxima y mínima permitida (mm)
162.5	0.029	161.0 a 163.75

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calcula de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicado por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***

Página 2 de 2

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 - Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perilla, Cercado, Arequipa - Perú
Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 - Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perilla, Cercado, Arequipa - Perú
Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

001042



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

001042

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de:	Longitud y Ángulo	Expediente:	2021-001042
Equipo:	Martillo Proctor Modificado	Fecha de Calibración:	22/12/2021
Marca/Fabricante:	METROTEST	Código identificación:	No indica
Modelo:	MS-41	Intervalo de Indicación:	No indica
Número de Serie:	547	N° de Páginas:	2 págs.
Procedencia:	Perú		
Cliente:	SERVICIOS GENERALES ARAGON S.A.C		
Dirección:	MZA. R LOTE 10 P J PARQUE INDUSTRIAL MOQUEGUA - ILO - ILO		

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Arequipa, 22 diciembre 2021



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
DANIEL ACOSTA PONCE
GERENTE DE LABORATORIO
29620105
DAICOM S.A.C.

Página 1 de 2

Método de Calibración			
Calibración efectuada según:	PCD-032: Procedimiento para la Calibración de Motos y Martillos de Ensayo de Materiales		
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557		

Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	21.20	0.20	°C
Humedad Relativa	24.55	0.50	%RH

Trazabilidad
La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Termohigrómetro de Indicación Digital	LH-105-2021
LD-090	Cinta Métrica con U: 0.07 um	000123
LD-082	Calibrador Pie de Rey de Indicación Digital	L-0446-2021
LD-049	Balanza METLER TOLEDO	LM-000142

Expresión de Resultados		
Dámetro promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máxima permitido (mm)
50.670	0.023	50.655 a 50.815
Altura de caída promedio medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máxima permitido (mm)
455.770	0.410	455.120 a 458.25
Peso Promedio medido (kg)	Incertidumbre (kg)	Desviación mínima y máxima permitido (kg)
4.550	0.029	4.511 a 4.591

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***

Página 2 de 2



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACION PT - LT - 024 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

- Expediente 2514
- Solicitante TEJADA PACHECO NICOLAS FACTOR
- Dirección URB. MEYLAN SECC. 1 MZA. LOTE. 1-F AL COSTADO TIENDA FLORES 4TO PISO MOQUEGUA - ILO - ILO.
- Equipo HORNO DE SECADO
Marca PERUTEST
Modelo PT-H136
N° de serie 0153
Procedencia Perú
Identificación No indica
Ubicación No indica

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 200 °C	0 °C a 200 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	Digital	Digital

- Fecha de calibración 2022-07-16

Fecha de Emisión

Jefe de Laboratorio

2022-07-16

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



Revisión 00

RT03-F01

913 028 621 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624
www.perutest.com.pe

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACION PT - LT - 024 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 7

6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

Avenida Chillon lote 50 b - Comas - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,0 °C	21,0 °C
Humedad relativa	56 %	58 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	Termómetro digital con 10 sensores tipo K (CH10 al CH10) con incertidumbre en el orden de 0,10 °C a 0,12 °C	LT-0377-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALBRADO**
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La tensión eléctrica del equipo es 227 VAC.
- La carga para la medición consistió de 2 recipientes conteniendo muestras.



Revisión 00

RT03-F01

913 028 621 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624
www.perutest.com.pe

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION PT - LT - 024 - 2022

Página 3 de 7

11. Resultados de la medición

Temperatura ambiental promedio 21.0 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110 °C

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T _{max} - T _{min} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	107.0	107.6	110.4	112.3	111.6	110.8	112.4	111.8	114.0	111.9	112.9	111.5	6.4
02	107.0	107.6	110.5	112.3	111.7	110.7	112.6	111.9	113.9	111.9	113.3	111.6	6.3
04	107.0	107.4	110.8	112.5	111.2	110.6	112.8	112.3	114.0	111.9	113.2	111.7	6.6
06	107.0	107.7	110.7	112.7	111.7	110.5	113.0	111.9	113.7	112.2	113.4	111.7	6.0
08	107.0	107.5	110.7	112.7	112.2	111.2	112.5	111.8	113.8	113.3	113.2	111.9	6.3
10	107.0	107.1	110.9	112.2	111.3	110.9	112.6	111.8	113.7	113.4	113.5	111.7	6.6
12	107.0	107.3	111.2	112.3	111.6	110.7	112.7	111.3	113.6	113.4	113.8	111.8	6.5
14	107.0	107.7	110.7	112.5	111.7	110.2	112.8	111.4	113.3	112.2	113.2	111.6	5.6
16	107.0	107.8	110.8	112.8	111.8	110.6	112.8	111.7	113.9	112.1	113.5	111.8	6.1
18	107.0	107.7	110.9	112.9	111.6	110.5	112.4	111.8	113.7	112.3	113.6	111.7	6.0
20	107.0	107.6	110.9	112.7	111.7	110.6	112.3	111.3	114.0	112.1	113.3	111.6	6.4
22	107.0	107.7	111.2	112.7	111.8	110.2	111.8	111.4	113.7	112.3	114.1	111.7	6.4
24	107.0	107.6	110.2	112.9	112.2	110.4	112.8	111.7	113.8	112.3	113.1	111.7	6.2
26	107.0	107.7	110.6	113.0	111.8	110.7	112.8	111.8	113.6	112.3	112.8	111.7	5.9
28	107.0	107.7	110.7	112.7	111.5	110.6	112.4	111.9	113.7	112.1	113.1	111.6	6.0
30	107.0	107.5	110.3	112.5	111.7	110.0	113.1	111.4	113.4	111.8	113.0	111.5	5.9
32	107.0	107.6	110.5	113.0	111.3	110.9	113.4	111.8	113.6	111.9	113.1	111.7	6.0
34	107.0	107.4	110.7	113.2	111.7	110.8	112.6	112.0	113.7	112.3	113.1	111.7	6.3
36	107.0	107.3	110.3	113.3	111.4	110.6	113.0	111.9	114.0	111.9	113.5	111.7	6.7
38	107.0	107.7	110.6	113.2	111.2	110.2	113.1	112.0	113.2	111.8	112.8	111.6	5.5
40	107.0	107.6	110.7	112.9	111.7	110.4	112.8	111.8	113.7	111.6	113.1	111.6	6.1
42	107.0	107.3	110.5	112.7	111.6	110.5	113.3	111.9	114.0	112.2	113.2	111.7	6.7
44	107.0	107.1	110.7	112.1	111.7	110.5	113.4	111.3	113.3	112.1	113.4	111.5	6.3
46	107.0	107.2	112.6	113.0	111.4	110.2	112.6	111.7	113.7	111.7	113.5	111.7	6.5
48	107.0	107.5	111.2	112.3	111.7	110.5	112.8	111.8	114.3	111.9	113.4	111.7	6.8
50	107.0	107.7	111.3	112.5	111.4	110.6	112.3	112.0	113.5	111.8	113.5	111.6	5.8
52	107.0	107.8	110.9	112.3	111.2	110.2	112.5	111.7	114.0	112.1	113.2	111.6	6.2
54	107.0	107.7	110.8	112.5	111.7	110.1	112.4	111.5	113.7	111.7	113.4	111.5	6.0
56	107.0	107.6	110.6	112.9	111.8	110.2	112.6	111.8	114.6	112.0	113.5	111.7	7.0
58	107.0	107.7	110.5	112.3	111.2	110.8	113.0	111.5	113.5	112.1	113.6	111.6	5.9
60	107.0	107.5	110.2	112.5	111.4	110.1	112.8	111.7	113.4	111.6	114.1	111.5	6.8
T. PROM		107.5	110.7	112.6	111.6	110.5	112.7	111.7	113.7	112.2	113.3	111.7	
Temp. máxima		107.8	112.6	113.3	112.2	111.2	113.4	112.3	114.6	113.4	114.1		
Temp. mínima		107.1	110.2	112.1	111.2	110.0	111.8	111.3	113.2	111.6	112.8		
DTT		0.7	2.4	1.2	1.0	1.2	1.6	1.0	1.4	1.8	1.3		

Revisión 00

913 028 621 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624
www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC



Revisión 00

913 028 621 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624
www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION PT - LT - 024 - 2022

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	114.6	0.4
Mínima Temperatura medida	107.1	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6.2	0.1
Estabilidad medida	1.2	0.05
Uniformidad medida	7	0.3

T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T_{max} : Temperatura máxima.
T_{min} : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a ± 1/2 DTT



RTD3-F01



PERUTEST S.A.C.

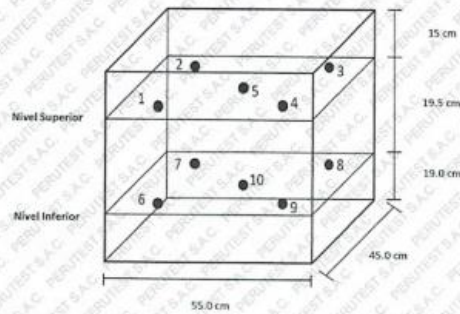
VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION PT - LT - 024 - 2022

Página 5 de 7

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
 Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1.5 cm por encima de carga
 Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1.5 cm por debajo de la parrilla inferior
 Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 4.5 cm de las paredes laterales y a 4.5 cm del frente y fondo del equipo

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.



Revisión 00

RT03-F01

913 028 621 - 913 028 622
 913 028 623 - 913 028 624
 www.perutest.com.pe

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
 ventas@perutest.com.pe
 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

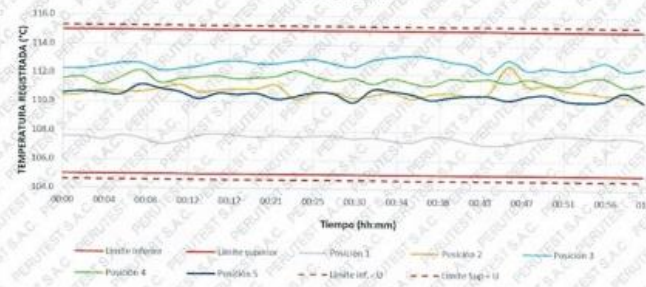
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION PT - LT - 024 - 2022

Página 6 de 7

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



Revisión 00

RT03-F01

913 028 621 - 913 028 622
 913 028 623 - 913 028 624
 www.perutest.com.pe

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
 ventas@perutest.com.pe
 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Area de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION PT - LT - 024 - 2022

Página 7 de 7

FOTOGRAFIA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

913 028 621 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624
www.perutest.com.pe

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de:	Presión y Fuerza	Expediente:	3098-3890
Equipo:	Prensa Mecánica	Fecha de Calibración:	25/07/2023
Marca/Fabricante:	HIGH WEIGHT	Alcance:	100000 Kgf
Modelo:	315-X5	Número de Serie:	0215495
Resolución:	10 Kgf	Cód. identificación:	No indica
Procedencia:	PERÚ	N° de Páginas:	3 págs.

Cliente: GEOLAB LABORATORIO GEOTECNICO E.I.R.L.
Dirección: URB. MEYLAN SECC. 1 MZA. LOTE. 1 F MOQUEGUA - ILO - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
AGOSTA PONCE ANTONIO
DANIEL
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 26/08/2023 11:23:29-0500

Arequipa, 25 Julio 2023

Página 1 de 3

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558089649 - Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perflita, Cercado, Arequipa - Perú
Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



2023-2390

2023-2390

Método de Calibración	
Calibración efectuada según:	Norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos, PíO1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión. Verificación y Calibración del sistema de medida de fuerza" 2006.
Método:	Medición de Comparación Directa

Lugar de Calibración	
Laboratorio de Fuerza DAICOM S.A.C. Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perilita, Cercado, Arequipa - Perú	

Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	20.65	0.50	°C
Humedad Relativa	34.70	-2.20	%RH

Trazabilidad	
La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025.	
Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: Newton (N). Se usará kilogramos-fuerza (kg-f), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).	

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
LD-001	Termohigrómetro de indicación Digital	LH-105
LD-093	Celdas de Carga patrón	000676
LD-009	Manómetro digital 10000 psi	PR22-C-0617

Expresión de Resultados

%	Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascendente)			
	Patrón de Referencia		Patrón de Referencia			
	F1	F1	F1	F2	F3	Fpromedio
	Kgf	kg-f	kg-f	kg-f	kg-f	kg-f
10.00	10000.00	10032.13	10032.13	10032.32	10030.00	10031.48
20.00	20000.00	20063.45	20063.45	20063.84	20060.00	20062.43
30.00	30000.00	30096.87	30096.87	30096.26	30090.00	30094.38
40.00	40000.00	40128.89	40128.89	40128.59	40120.00	40125.83
50.00	50000.00	50161.58	50161.58	50160.48	50150.00	50157.35
60.00	60000.00	60192.57	60192.57	60193.04	60180.00	60188.54
70.00	70000.00	70224.53	70224.53	70225.04	70210.00	70219.86
80.00	80000.00	80256.61	80256.61	80256.99	80240.00	80251.20
90.00	90000.00	90288.44	90288.44	90288.88	90270.00	90282.44
100.00	100000.00	100320.47	100320.47	100320.71	100300.00	100313.73
Retorno a Cero			0.0000	0.000	0.00	

Medición en el Equipo		Errores encontrados en el sistema de Medición			Resol. Relativa	Incertidumbre U (k=2)
F1	F1	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	%	%
Kgf	kg-f	%	%	%		
10000.00	10032.13	-0.27	0.1000	-0.2000	0.0140	0.7000
20000.00	20063.45	-0.16	0.0200	-0.2000	0.0140	0.7000
30000.00	30096.87	-0.30	0.0800	0.0600	0.0200	0.7000
40000.00	40128.89	-0.32	0.0700	0.0700	0.0210	0.7000
50000.00	50161.58	-0.22	0.0600	-0.0600	0.0140	0.7000
60000.00	60192.57	-0.22	0.0700	0.0200	0.0130	0.7000
70000.00	70224.53	-0.18	0.0600	0.0500	0.0120	0.8000
80000.00	80256.61	-0.20	0.0600	0.0500	0.0120	0.8000
90000.00	90288.44	-0.21	0.0600	0.0200	0.0200	0.8000
100000.00	100320.47	-0.22	0.0500	-0.0200	0.0200	0.9000

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de Incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Página 2 de 3

*** Fin de Calibración ***

Página 3 de 3



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



2023-2269

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de: **Humedad/Presión** Nro. Certificado: **2023-2269**

Equipo: Medidor de Humedad Fecha de Calibración: 15/06/2023

Marca/Fabricante: ELE Internacional Resolución Humedad Rel.: 0.1 %RH

Modelo: MC-321 Intervalo de Indicación: 0 a 20 %RH

Número de Serie: 26579

Tipo: Analógico Cód. Identificación: No indica

Procedencia: USA Nº de Páginas: 3 págs.

Cliente: GEOLAB

Dirección: URB. COSTA AZUL B-5 AMPLIACION - MOQUEGUA - ILO.

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido sólo para el instrumento o equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
 ACOSTA PONCE ANTONIO
 DANIEL
 Métrico: Soy el autor del documento
 Fecha: 16/06/2023 17:50:34-0500

Metodo de Calibración	
Calibración efectuada según:	TH - 007; Procedimiento para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad en aire, Ed. 1, CEM España
Método:	Método de comparación con termómetros patrón en medios isotermos de temperatura y humedad controlada.

Lugar de Calibración	
Laboratorio de Calibración DAICOMLAB Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perla, Cercado, Arequipa - Perú	

Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	20.55	0.30	°C
Humedad Relativa	28.85	1.70	%RH

Trazabilidad	
La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025.	
Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: grados Celsius (°C). Usar %RH en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).	

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
LD-001	Termohigrómetro de Indicación Digital	LH-105
LD-006	Manómetro de Indicación Digital	E2381-3994A



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



2023-2269

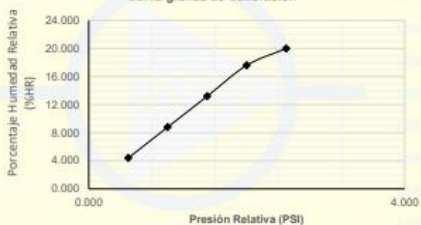
Expresión de Resultados

HUMEDAD RELATIVA

Rango	Valor del Instrumento	Valor del Patrón	Corrección	Incertidumbre U
%RH	%RH	%RH	%RH	%RH
10.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	5.000	5.010	0.010	0.02
	10.000	10.020	0.020	0.03
20.00	2.000	2.010	0.010	0.02
	10.000	10.050	0.050	0.04
	20.000	20.060	0.060	0.05

Gráfico de Resultados

Curva gráfica de Calibración



Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***

Página 3 de 3

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 – Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perla, Cercado, Arequipa - Perú
Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de:	Masa	Expediente:	2023-002268
Instrumento:	Balanza	Fecha de Calibración:	15/06/2023
Marca/Fabricante:	OHAUS		
Modelo:	R31P30	Tipo:	Electrónico
Número de Serie:	83390304558	Clasificación:	No automático
Código identificación:	No indica	División de Escala real (d):	1 g
Procedencia:	China	División de Verificación de escala (e):	1 g
Clase de exactitud:	II	Capacidad Maxima:	N° de Páginas: 4 págs.
Ciente:	GEOLAB		
Dirección:	URBANIZACION COSTA AZUL B-5 AMPLIACION - MOQUEGUA - ILO		

Este Certificado de Calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido sólo para el instrumento o equipo calibrado, los cuales se refieren al momento y las condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma digital y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
ACOSTA PONCE ANTONIO DANIEL
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 16/06/2023 17:49:59-0500

Página 1 de 4

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 – Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perla, Cercado, Arequipa - Perú
Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



2023-002268

Método de Calibración	
Calibración Efectuada según :	PC - 011 ; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II, 4 Edición, abril 2010, SNM-INDECOPI
Método :	Método de comparación de las indicaciones de la Balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (Pesas Patrón).

Lugar de Calibración
DAICOMLAB, Laboratorio de Calibración Calle Paucarpata 405, Urb. La Perflta, Cercado, Arequipa.

Trazabilidad
La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL-PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: Kilogramo (kg), gramo(g), y miligramos (mg), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Patrón utilizado	Certificado de calibración
LD-001	Termohigrómetro de Indicación Digital	LH-105
LD-020 a LD-047	Pesas F1 : 1 mg a 5 kg	M-0005
LD-016 y LD-017	Pesas M1 : 5 kg y 10 kg	M-0006
LD-013 al LD-015, LD-018 y LD-019	Pesas M1 : 1 kg a 20 kg	PE22-C-0400

Estabilización Térmica			
Temp. Superficial de la Pesa (°C)	19.7	Temp. Local (°C)	20.1
Tiempo de estabilización (h)	1		

Inspección Visual			
Ajuste a cero:	TIENE	Escala:	NO TIENE
Oscilación libre:	TIENE	Cursor:	NO TIENE
Plataforma:	TIENE	Nivelación:	TIENE
Sistema de traba:	NO TIENE		

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de Incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Página 2 de 4

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 – Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perflta, Cercado, Arequipa - Perú
 Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
 E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com

2023-002268

Datos de Calibración

Ensayo de Repetibilidad		
	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20	21.5
H.R. (%)	15	16.2

L1=	15	kg	L2=	30	kg
I	ΔL	E	I	ΔL	E
kg	g	g	kg	g	g
14.99	2	-11.5	29.990	4	-13.5
15	2	-1.5	29.990	4	-13.5
14.99	2	-11.5	29.990	4	-13.5
15	2	-1.5	30.000	4	-3.5
14.99	2	-11.5	29.990	4	-13.5
15	2	-1.5	29.990	4	-13.5
15	2	-1.5	30.000	4	-3.5
14.99	2	-11.5	30.000	4	-3.5
14.99	2	-11.5	29.990	4	-13.5

Ensayo de Excentricidad

Posición de las cargas		
2	5	
3	4	

	Inicial	Final
Temperatura °C	19.8	19.8
H.R. (%)	55.6	55.7

Posición	Determinación del Eo				Determinación del Error Corregido Ec					EMP
	CARGA	I	ΔL	Eo	CARGA	I	ΔL	E	Ec	
1	0.1	kg	g	g	10	2	-1.5	0	2	g
		g	2.00	-1.50						
2	0.1	kg	g	g	10	2	-1.5	0	2	g
		g	2.00	-1.50						
3	0.1	kg	g	g	10	2	-1.5	0	2	g
		g	2.00	-1.50						
4	0.1	kg	g	g	10	2	-1.5	0	2	g
		g	2.00	-1.50						
5	0.1	kg	g	g	10	2	-1.5	0	2	g
		g	2.00	-1.50						

Página 3 de 4

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 – Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perflta, Cercado, Arequipa - Perú
 Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
 E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



2023-002268

Ensayo de Pesaje

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19.7	19.9
H.R (%)	55.4	55

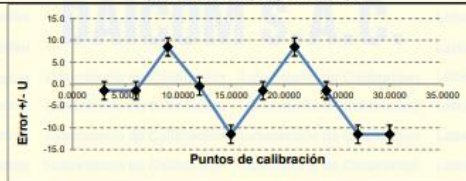
Carga	Carga Creciente				Carga Decreciente				EMP ±
	I	ΔL	E	Ec	I	ΔL	E	Ec	
kg	kg	g	g	g	kg	g	g	g	g
0.01	0.050	5	(*)						
3	3.000	2	-1.5	-37.00	2.990	2.00	-11.50	-47.00	20
6	6.000	2	-1.5	-37.00	5.990	2.00	-11.50	-47.00	30
9	9.010	2	8.5	-27.00	8.990	2.00	-11.50	-47.00	30
12	12.001	2	-0.5	-36.00	12.000	2.00	-1.50	-37.00	50
15	14.990	2	-11.5	-47.00	15.000	2.00	-1.50	-37.00	50
18	18.000	2	-1.5	-37.00	17.990	2.00	-11.50	-47.00	70
21	21.010	2	8.5	-27.00	21.010	2.00	8.50	-27.00	70
24	24.000	2	-1.5	-37.00	24.000	2.00	-1.50	-37.00	80
27	26.990	2	-11.5	-47.00	27.000	2.00	-1.50	-37.00	90
30	29.990	2	-11.5	-47.00	30.000	2.00	-1.50	-37.00	100

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

R corregida =	$R - (-1.33916304759925E-06 \cdot R)$	
Incertidumbre Expandida (k=2) =	$2 \times \sqrt{33.5000027777778 + 4.0878678840239E-12 \cdot R^2}$	R ²

Leyenda:
 EMP : Error Máximo Permisido
 I : Lectura de la balanza
 E : Error encorchado
 Eo : Error en cero (*)
 Ec : Error corregido (E - Eo)
 ΔL : Carga incrementada
 R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración

GRÁFICO DE ENSAYO DE PESAJE



*** Fin de Calibración ***

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN DE OPERATIVIDAD

Laboratorio de: Longitud y Ángulo Expediente: **2023-001567**

Instrumento: Cuzuela Casagrande Fecha de Calibración: 02/09/2022
 Marca/Fabricante: TAMIEQUIPOS LTDA
 Modelo: TCP005 Tipo de Sistema: Manual Mecánico (incl. Espátula)
 Número de Serie: 931
 Contador: No Aplica Copa: Torneada en bronce
 Cód. Identificación: No indica Ranurado: Con Acero INOX
 Procedencia: Colombia N° de Páginas: 3 págs.

Cliente: GEOLAB
 Dirección: URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO

El laboratorio de Calibración DAICOM S.A.C custodia, conserva y mantiene sus patrones de las unidades de medida; calibra, verifica realiza mediciones y certificaciones metrologías a solicitud de los interesados o clientes, promueve la aplicación de la metrología formal en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de medida del Perú (SLUMP).

La Verificación de los equipos o instrumentos se ha completado mediante pruebas y ensayos respectivos que garantiza su operatividad. El contenido de los datos es válido sólo para el instrumento o equipo verificado y se refieren al momento de la verificación y de las condiciones en que se realizaron las mediciones.

Este certificado de Operatividad sin firma digital y sello carece de validez, contiene un único número de identificación del laboratorio DAICOM S.A.C., y se colocará una identificación adherida al equipo o instrumento verificado asignada por el laboratorio.



Firmado digitalmente por:
 ACOSTA PONCE ANTONIO
 DANIEL
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 05/08/2022 08:53:30-0500



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



2022-001587

Método de Servicio			
Verificación efectuada según :	Norma de Ensayo NORMA ASTM D-4318 / AASHTO T-89-1996		
Lugar de Servicio			
Dirección:	DAICOMLAB, Laboratorio de Calibración Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perla, Cercado, Arequipa - Perú		
Condiciones Ambientales			
	Medida	Variación Local ΔT	Unidades
Temperatura Ambiental	21.7	0.4	°C
Humedad Relativa	19.55	0.1	%RH
Equipos de Trabajo			
Código	Descripción	Nro. de Certificado	
LD-001	Termohigrómetro de Indicación Digital	LH-105	
LD-002	Calibrador Pie de Rey de Indicación Digital	L-0446	

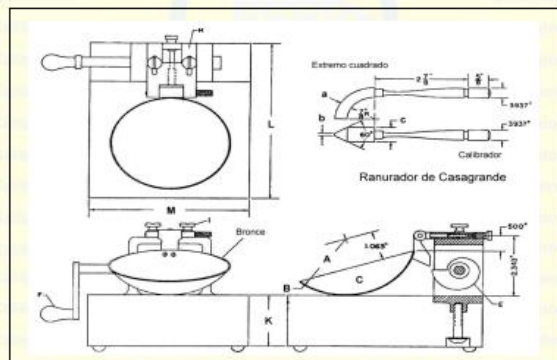


Diagrama 1.: Equipo Manual Casagrande para límite líquido

2022-001587

Registro de Servicio												
Aparato de Límite Líquido												
Conjunto de la cazuela												
Dimensiones	A			B			C					
Descripción	Radio de la copa			Espesor de la Copa			Profundidad de la copa					
Sistema Métrico (mm)	53			2.1			27.0					
Tolerancia (mm)	2.0			0.1			1.0					
Sistema Inglés (pulg)	2.087			0.083			1.063					
Tolerancia (pulg)	0.079			0.004			0.039					
Medidas del equipo (mm)	53.25	53.31	53.43	2.10	2.10	2.10	26.70	26.71	26.98			
Estado	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
Base												
Dimensiones	A			K			L			M		
Descripción	Copa desde la guía hasta la base			Espesor			Largo			Ancho		
Sistema Métrico (mm)	47.0			50.0			150.0			125.0		
Tolerancia (mm)	1.5			5.0			5.0			5.0		
Sistema Inglés (pulg)	1.850			1.969			5.906			4.921		
Tolerancia (pulg)	0.059			0.197			0.197			0.197		
Medidas del equipo (mm)	47.25	47.35	47.41	50.35	50.32	50.62	151.40	151.25	151.36	125.42	125.37	125.34
Estado	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Ranurador												
Extremo curvado												
Dimensiones	a			b			c					
Descripción	Espesor			Borde cortante			Ancho					
Sistema Métrico (mm)	10.0			2.0			13.5					
Tolerancia (mm)	0.1			0.1			0.1					
Sistema Inglés (pulg)	0.394			0.079			0.531					
Tolerancia (pulg)	0.004			0.004			0.004					
Medidas del equipo (mm)	10.00	10.00	10.00	2.00	2.00	2.00	13.34	13.36	13.55			
Estado	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
Recomendaciones :												
1 No requiere dar reparación y/o dar de baja, ya que el equipo se encuentra operativo.												

** Fin de Documento **



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

2022-001572

Laboratorio de:	Longitud y Ángulo	Expediente:	2022-001572
Equipo:	TAMIZ DE ENSAYO MANUAL	Fecha de Calibración:	02/09/2022
Marca/Fabricante:	PINZUAR	Código Identificación:	No indica
Modelo:	GRANOTEST	Díámetro / Malla :	19.0 mm / 3/4 in
Número de Serie:	37400	Nº de Páginas:	2 págs.

Cliente: GEOLAB
Dirección: URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es validos solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un unico número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Método de Calibración	
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557

Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	21.30	0.05	°C
Humedad Relativa	27.20	0.20	%RH

Trazabilidad
 La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Termohigrómetro	LH-105
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0448
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289870
LD-060	Cinta Métrica con U: 0.07 um	

Expresión de Resultados

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
19.000	18.850	0.173
Abertura Maxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
19.010	18.150	0.167
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
3.410	3.310	0.141

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2006). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***

Página 2 de 2



Firmado digitalmente por:
 AGOSTA PONCE ANTONIO DANIEL
 Activo: Soy el autor del documento
 Fecha: 05/09/2022 08:40:16-0500

Página 1 de 2

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 – Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perлита, Cercado, Arequipa - Perú
 Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
 E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 – Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perлита, Cercado, Arequipa - Perú
 Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
 E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de:	Longitud y Ángulo	Expediente:	2022-001573
Equipo:	TAMIZ DE ENSAYO MANUAL	Fecha de Calibración:	02/09/2022
Marca/Fabricante:	TECNICAS CP	Código Identificación:	No indica
Modelo:	No indica	Número de Serie:	30451
Número de Serie:	30451	Dímetro / Malla :	75 mm / 3 in
Procedencia:	Perú	N° de Páginas:	2 págs.

Cliente: GEOLAB
Dirección: URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es validos solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un unico número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
 ACOSTA PÓNCHE ANTONIO DANIEL
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 05/09/2022 08:49:32-0500

2022-001573

Método de Calibración	
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compacción de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557

Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	21.50	0.20	°C
Humedad Relativa	27.25	0.10	%RH

Trazabilidad
 La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025.
 Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Termohigrómetro	LH-105
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0446
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289870
LD-060	Cinta Métrica con U: 0.07 um	

Expresión de Resultados

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
75.000	75.340	0.261
Abertura Maxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
77.780	77.240	0.329
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
6.300	6.250	0.100

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %.
 La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de Incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

2022-001574

Laboratorio de:	Longitud y Angulo	Expediente:	2022-001574
Equipo:	TAMIZ DE ENSAYO MANUAL	Fecha de Calibración:	02/09/2022
Marca/Fabricante:	ETI	Código Identificación:	No indica
Modelo:	No indica	Dímetro / Malla :	63 mm / 2 1/2 in
Número de Serie:	30451	N° de Páginas:	2 págs.
Procedencia:	España		
Ciente:	GEOLAB		
Dirección:	URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO		

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es valido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un unico número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
 ACOSTA PONCE ANTONIO DANIEL
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 05/09/2022 08:40:46-0500

Método de Calibración			
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11		
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557		
Condiciones Ambientales			
	Medio	Variación Local $\Delta T \pm$	Unidades
Temperatura Ambiental	21.55	0.10	°C
Humedad Relativa	27.20	0.20	%RH
Trazabilidad			
La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).			
Patrones de Referencia			
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.	
LD-001	Termohigrómetro	LH-105	
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0446	
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289870	
LD-060	Cinta Métrica con U: 0.07 um		
Expresión de Resultados			

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
63.000	63.230	0.214
Abertura Maxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
65.440	65.620	0.190
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
5.600	5.660	0.110

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 % . La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de Incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

2022-001575

Laboratorio de: Longitud y Ángulo **Expediente:** **2022-001575**

Equipo: TAMIZ DE ENSAYO MANUAL **Fecha de Calibración:** 02/09/2022
Marca/Fabricante: TECNICAS CP
Modelo: No indica **Código Identificación:** No indica
Número de Serie: 30147 **Diámetro / Malla :** 50 mm / 2 in

Procedencia: Perú **N° de Páginas:** 2 págs.

Cliente: GEOLAB
Dirección: URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válidos solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un unico número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
 ACOSTA PONCE ANTONIO DANIEL
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 05/09/2022 08:40:58-0500

Página 1 de 2

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 – Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perilla, Cercado, Arequipa - Perú
Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - **Internet:** www.daicomsac.com

Método de Calibración	
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557

Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	21.35	-0.10	°C
Humedad Relativa	27.20	0.20	%RH

Trazabilidad
 La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Termohigrómetro	LH-105
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0446
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289870
LD-060	Cinta Métrica con U: 0.07 um	

Expresión de Resultados

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
50.000	50.230	0.214
Abertura Maxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
52.060	52.450	0.279
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
5.050	5.130	0.126

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***

Página 2 de 2

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 – Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perilla, Cercado, Arequipa - Perú
Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - **Internet:** www.daicomsac.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de: Longitud y Angulo **Expediente:** **2022-001577**

Equipo: TAMIZ DE ENSAYO MANUAL **Fecha de Calibración:** 02/09/2022
Marca/Fabricante: TECNICAS CP
Modelo: No indica **Código Identificación:** No indica
Número de Serie: 30115 **Diámetro / Malla :** 25 mm / 1 in

Procedencia: Perú **N° de Páginas:** 2 págs.

Ciente: GEOLAB
Dirección: URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
ACOSTA PONCE ANTONIO
DANIEL
Método: Soy el autor del documento
Fecha: 05/09/2022 08:50:37-0500

Página 1 de 2

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 – Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perilla, Cercado, Arequipa - Perú
Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com

2022-001577

Método de Calibración		
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11	
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557	
Condiciones Ambientales		
	Media	Variación Local ΔT ±
Temperatura Ambiental	22.55	0.30
Humedad Relativa	27.20	0.20
		Unidades
		°C
		%RH
Trazabilidad		
La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).		
Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Termohigrómetro	LH-105
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0446
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	883/289870
LD-060	Cinta Métrica con U: 0.07 um	
Expresión de Resultados		

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
25.000	25.450	0.300
Abertura Maxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
26.240	26.360	0.155
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
3.550	3.530	0.063

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***

Página 2 de 2

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 – Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perilla, Cercado, Arequipa - Perú
Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de:	Longitud y Angulo	Expediente:	2022-001576
Equipo:	TAMIZ DE ENSAYO MANUAL	Fecha de Calibración:	02/09/2022
Marca/Fabricante:	ORION RCP	Código Identificación:	No indica
Modelo:	No indica	Diámetro / Malla :	12.5 mm / 1/2 in
Número de Serie:	15143	Nº de Páginas:	2 págs.
Procedencia:	Perú		
Cliente:	GEOLAB		
Dirección:	URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO		

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es valido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un unico número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
 ACOSTA PONCE ANTONIO DANIEL
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 05/09/2022 08:50:52-0500

2022-001576

Método de Calibración			
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11		
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557		
Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	22.25	-0.10	°C
Humedad Relativa	27.20	0.20	%RH
Trazabilidad			
La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMF).			
Patrones de Referencia			
	Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
	LD-001	Termohigrómetro	LH-105
	LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0446
	LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289870
	LD-060	Cinta Métrica con U: 0.07 um	
Expresión de Resultados			

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
12.500	12.560	0.110
Abertura Maxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
13.250	13.310	0.110
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
2.500	2.610	0.148

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %.
 La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de: Longitud y Angulo **Expediente:** **2022-001579**

Equipo: TAMIZ DE ENSAYO MANUAL **Fecha de Calibración:** 02/09/2022
Marca/Fabricante: Tecnicas CP
Modelo: No indica **Código Identificación:** No indica
Número de Serie: 30161 **Diámetro / Malla :** 9.5 mm / 3/8 in

Procedencia: Perú **N° de Páginas:** 2 págs.

Cliente: GEOLAB
Dirección: URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es validos solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un unico número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
 ACOSTA PONCE ANTONIO DANIEL
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 05/09/2022 08:51:00-0500

2022-001579

Método de Calibración	
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557

Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	22.35	-0.10	°C
Humedad Relativa	26.85	0.10	%RH

Trazabilidad
 La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025.
 Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMF).

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Termohigrómetro	LH-105
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0446
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289870
LD-060	Cinta Métrica con U: 0.07 um	

Expresión de Resultados

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
9.500	9.580	0.126
Abertura Maxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
10.110	10.310	0.200
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
2.250	2.610	0.268

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de Incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de: Longitud y Ángulo Expediente: **2022-001580**

Equipo: TAMIZ DE ENSAYO MANUAL Fecha de Calibración: 02/09/2022
 Marca/Fabricante: PINZUAR
 Modelo: GRANOTEST Código Identificación: No indica
 Número de Serie: 40417 Diámetro / Malla : 4.75 mm / No. 4
 Procedencia: Colombia N° de Páginas: 2 págs.

Cliente: GEOLAB
 Dirección: URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
 AGOSTA PONCE ANTONIO DANIEL
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 05/09/2022 08:51:26-0500

2022-001580

Método de Calibración	
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compacción de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E. 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557

Condiciones Ambientales			
	Medio	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	21.30	0.00	°C
Humedad Relativa	27.20	0.20	%RH

Trazabilidad
 La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Termohigrómetro	LH-105
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0446
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289670
LD-060	Cinta Métrica con U: 0.07 um	

Expresión de Resultados

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
4.750	4.780	0.077
Abertura Maxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
5.120	5.180	0.110
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
1.600	1.500	0.141

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de:	Longitud y Angulo	Expediente:	2022-001591
Equipo:	TAMIZ DE ENSAYO MANUAL	Fecha de Calibración:	02/09/2022
Marca/Fabricante:	PINZUAR	Código Identificación:	No indica
Modelo:	GRANOTEST	Dímetro / Malla :	2 mm / No. 10
Número de Serie:	35366	N° de Páginas:	2 págs.
Procedencia:	Colombia		
Cliente:	GEOLAB		
Dirección:	URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO		

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
ACOSTA PONCE ANTONIO
DANIEL
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 05/09/2022 09:51:47:0500

Página 1 de 2

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 - Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perilita, Cercado, Arequipa - Perú
Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com

2022-001591

Método de Calibración			
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11		
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557		
Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local $\Delta T \pm$	Unidades
Temperatura Ambiental	20.50	0.40	°C
Humedad Relativa	27.20	0.20	%RH
Trazabilidad			
La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).			
Patrones de Referencia			
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.	
LD-001	Termohigómetro	LH-105	
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-046	
LD-065	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289670	
LD-060	Cinta Métrica con U: 0.07 μ m		
Expresión de Resultados			

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
2.000	2.100	0.141
Abertura Máxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
2.200	2.400	0.200
Malla (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.905	1.100	0.197

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***

Página 2 de 2

DAICOM S.A.C. - RUC: 20558088649 - Dirección: Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perilita, Cercado, Arequipa - Perú
Teléfonos: RPC: (0051) 992 324 297, (0051) 054 526346
E-Mail: laboratorio@daicomsac.com - Internet: www.daicomsac.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de: Longitud y Angulo Expediente: **2022-001562**

Equipo: TAMIZ DE ENSAYO MANUAL Fecha de Calibración: 02/09/2022
 Marca/Fabricante: PINZUAR
 Modelo: GRANOTEST Código Identificación: No indica
 Número de Serie: 32469 Diámetro / Malla : 850µm / Nro. 20

Procedencia: Colombia N° de Páginas: 2 págs.

Cliente: GEOLAB
 Dirección: URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es validos solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un unico número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
 ACOSTA PONCE ANTONIO DANIEL
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 05/09/2022 08:52:50-0500



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



2022-001562

Método de Calibración	
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557

Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	20.35	0.10	°C
Humedad Relativa	27.15	0.10	%RH

Trazabilidad
 La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Termohigrómetro	LH-105
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0446
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289870
LD-060	Cinta Métrica con U-0.07 um	

Expresión de Resultados

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.850	0.950	0.141
Abertura Maxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.964	1.250	0.239
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.505	1.200	0.373

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de: Longitud y Angulo **Expediente:** **2022-001583**

Equipo: TAMIZ DE ENSAYO MANUAL **Fecha de Calibración:** 02/09/2022
Marca/Fabricante: TECNICAS CP
Modelo: No indica **Código Identificación:** No indica
Número de Serie: 30173 **Diámetro / Malla :** 425µm / No. 40
Procedencia: Perú **N° de Páginas:** 2 págs.

Ciente: GEOLAB
Dirección: URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
 ACOSTA PONCE ANTONIO DANIEL
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 05/09/2022 08:52:20-0500

2022-001583

Método de Calibración			
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11		
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557		
Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	20.15	-0.10	°C
Humedad Relativa	27.10	0.00	%RH
Trazabilidad			
La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).			
Patrones de Referencia			
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.	
LD-001	Termohigrómetro	LH-105	
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0446	
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289870	
LD-060	Cinta Métrica con U: 0.07 mm		
Expresión de Resultados			

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.425	0.450	0.071
Abertura Máxima (µm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.498	0.540	0.082
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.280	0.360	0.126

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



2022-001584

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de:	Longitud y Angulo	Expediente:	2022-001584
Equipo:	TAMIZ DE ENSAYO MANUAL	Fecha de Calibración:	02/09/2022
Marca/Fabricante:	W.S. TYLER	Código Identificación:	No indica
Modelo:	No indica	Díámetro / Malla :	250µm / No. 60
Número de Serie:	20131	Nº de Páginas:	2 págs.
Procedencia:	EE. UU.		
Cliente:	GEOLAB		
Dirección:	URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO		

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válidos solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un unico número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
ACOSTA PONCE ANTONIO
DANIEL
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 05/08/2022 08:52:37-0500

Método de Calibración	
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557

Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	20.15	-0.10	°C
Humedad Relativa	27.10	0.00	%RH

Trazabilidad	
La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).	

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Termohigrómetro	LH-105
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0446
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	663/289870
LD-060	Cinta Métrica con U. 0.07 um	

Expresión de Resultados

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.250	0.290	0.089
Abertura Maxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.302	0.330	0.075
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.160	0.210	0.100

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de: Longitud y Ángulo **Expediente:** **2022-001585**

Equipo: TAMIZ DE ENSAYO MANUAL **Fecha de Calibración:** 02/09/2022

Marca/Fabricante: TECNICAS CP **Código Identificación:** No indica

Modelo: No indica **Diámetro / Malla :** 150µm / No. 100

Número de Serie: 30180

Procedencia: Perú **N° de Páginas:** 2 págs.

Cliente: GEOLAB

Dirección: URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-5 AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
 ACOSTA PONCE ANTONIO DANIEL
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 05/09/2022 09:52:52-0500

2022-001585

Método de Calibración			
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11		
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compacción de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557		
Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	20.25	-0.10	°C
Humedad Relativa	27.25	0.30	%RH
Trazabilidad			
La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERÚ o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).			
Patrones de Referencia			
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.	
LD-001	Termohigrómetro	LH-105	
LD-082	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0446	
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289870	
LD-060	Cinta Métrica con U: 0.07 um		
Expresión de Resultados			

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.150	0.170	0.063
Abertura Maxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.188	0.220	0.080
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.100	0.120	0.063

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO A2LA-USA CON CERTIFICADO #6556.01
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de:	Longitud y Ángulo	Expediente:	2022-001596
Equipo:	TAMIZ DE ENSAYO MANUAL	Fecha de Calibración:	02/09/2022
Marca/Fabricante:	PINZUAR	Código Identificación:	No indica
Modelo:	GRANOTEST	Diámetro / Malla :	75µm / No. 200
Número de Serie:	58741	Nº de Páginas:	2 págs.
Procedencia:	Colombia		
Cliente:	GEOLAB		
Dirección:	URBANIZACIÓN COSTA AZUL B-S AMPLIACIÓN - MOQUEGUA - ILO		

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISQIEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento o equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Firmado digitalmente por:
 ACOSTA PONCE ANTONIO DANIEL
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 05/09/2022 09:53:13-0500

2022-001596

Método de Calibración	
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557

Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	20.35	0.10	°C
Humedad Relativa	27.15	0.10	%RH

Trazabilidad
 La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Termohigrómetro	LH-105
LD-062	Calibrador Pie de Rey de indicación digital	LD-0446
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289870
LD-060	Cinta Métrica con U: 0.07 µm	

Expresión de Resultados

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.075	0.077	0.020
Abertura Maxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.077	0.078	0.014
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.050	0.054	0.028

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

001035

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de: Longitud y Ángulo Expediente: 2021-001035

Equipo: TAMIZ DE ENSAYO MANUAL Fecha de Calibración: 22/12/2021

Marca/Fabricante: FORNEY

Modelo: Nro. 10 Código identificación: No indica

Número de Serie: 106S8F933662 Diámetro / Malla : 2.00 mm / 0.0787 in

Procedencia: USA Nº de Páginas: 2 págs.

Cliente: SERVICIOS GENERALES ARAGON S.A.C.

Dirección: MZA R. LOTE 10 P. J. PARQUE INDUSTRIAL MOQUEGUA - ILO - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGGD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C. se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración actual declarados.

Arequipa, 22 diciembre 2021

Responsable del Laboratorio

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
DANIEL ACOSTA PONCE
GERENTE DEL LABORATORIO
29626165
DAICOM S.A.C.

Página 1 de 2



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

001035

Método de Calibración	
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM D-1567

Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	21.66	0.30	°C
Humedad Relativa	25.05	0.50	%RH

Trazabilidad

La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Termostatómetro	LH-105-2021
LD-090	Cinta Métrica con U: 0.07 um	000123
LD-082	Calibrador Pie de Rey de Indicación digital	LD-0446-2021
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683269870

Expresión de Resultados

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
2.000	1.970	0.077
Abertura Máxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
2.000	2.030	0.077
Malla (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.900	0.880	0.053

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2008). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que el nivel de confianza sea aproximadamente 95.45%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*** Fin de Calibración ***

Página 2 de 2



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

001047



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

001047

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de:	Longitud y Angulo	Expediente:	2021-001047
Equipo:	TAMIZ DE ENSAYO MANUAL	Fecha de Calibración:	28/12/2021
Marca/Fabricante:	ELE Internacional	Código Identificación:	No indica
Modelo:	Nro. 3/4"	Diámetro / Malla :	19.0 mm / 0.750 in
Número de Serie:	165311119	Nº de Páginas:	2 págs.
Procedencia:	USA		
Cliente:	SERVICIOS GENERALES ARAGON S.A.C.		
Dirección:	MZA. R LOTE. 10 P.J. PARQUE INDUSTRIAL MOQUEGUA - ILO - ILO		

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es valido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Arequipa, 28 Diciembre 2021

Responsable de Laboratorio

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
DANIEL ACOSTA PONCE
GERENTE DE LABORATORIO
29626165
DAICOM S.A.C.

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de:	Longitud y Angulo	Expediente:	2021-001047
Equipo:	TAMIZ DE ENSAYO MANUAL	Fecha de Calibración:	28/12/2021
Marca/Fabricante:	ELE Internacional	Código Identificación:	No indica
Modelo:	Nro. 3/4"	Diámetro / Malla :	19.0 mm / 0.750 in
Número de Serie:	165311119	Nº de Páginas:	2 págs.
Procedencia:	USA		
Cliente:	SERVICIOS GENERALES ARAGON S.A.C.		
Dirección:	MZA. R LOTE. 10 P.J. PARQUE INDUSTRIAL MOQUEGUA - ILO - ILO		

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es valido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Arequipa, 28 Diciembre 2021

Responsable de Laboratorio

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
DANIEL ACOSTA PONCE
GERENTE DE LABORATORIO
29626165
DAICOM S.A.C.

Página 1 de 2



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

001083



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

001083

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de: Longitud y Angulo Expediente: 2022-001083

Equipo: TAMIZ DE ENSAYO MANUAL Fecha de Calibración: 18/01/2022
 Marca/Fabricante: ELE Internacional
 Modelo: Nro. 20 Código Identificación: No indica
 Número de Serie: 01339629 Diámetro / Malla: 850 µm / 0.0335 in

Procedencia: USA Nº de Páginas: 2 págs.

Cliente: SERVICIOS GENERALES ARAGON S.A.C.
 Dirección: MZA. R LOTE. 10 P.J. PARQUE INDUSTRIAL MOQUEGUA - ILO - ILO

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C. se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

DAICOM S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Arequipa, 18 Enero 2022

Responsible del Laboratorio

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
 DANIEL ACOSTA PONCE
 GERENTE DE LABORATORIO
 29626165
 DAICOM S.A.C.

Página 1 de 2

Método de Calibración	
Calibración efectuada según:	Norma ASTM E-11
Método:	Se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales asentamiento EM 2000, Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando energía Standard MTC E 115-2000 y la Norma ASTM-D-1557

Condiciones Ambientales			
	Media	Variación Local ΔT ±	Unidades
Temperatura Ambiental	24.90	0.50	°C
Humedad Relativa	37.90	0.40	%RH

Trazabilidad
 La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades son: milímetro (mm), metro (m), en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado Calib.
LD-001	Térmohigrómetro	LH-106-2021
LD-000	Cinta Métrica con U' 0.07 mm	000123
LD-082	Calibrador Pie de Rey de Indicación digital	LD-0448-2021
LD-068	Juego de bloques de calibración planoparalelos	683/289670

Expresión de Resultados

Abertura Promedio Tamiz (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.840	0.841	0.014
Abertura Máxima (mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.855	0.820	0.084
Malla(mm)	Lectura Patrón (mm)	Incertidumbre (mm)
0.327	0.320	0.081

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción: 1ª Ed. Sept. 2009). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que el nivel de confianza es aproximadamente 95.45 %. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

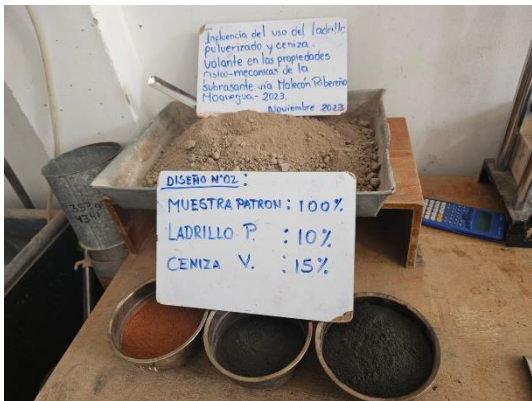
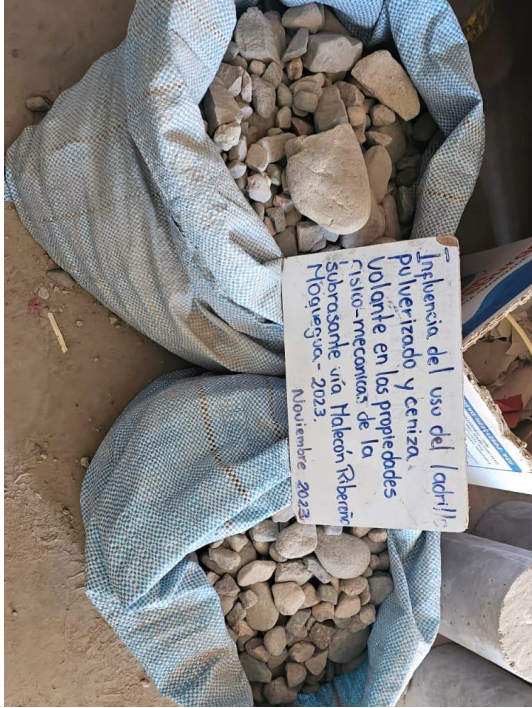
*** Fin de Calibración ***

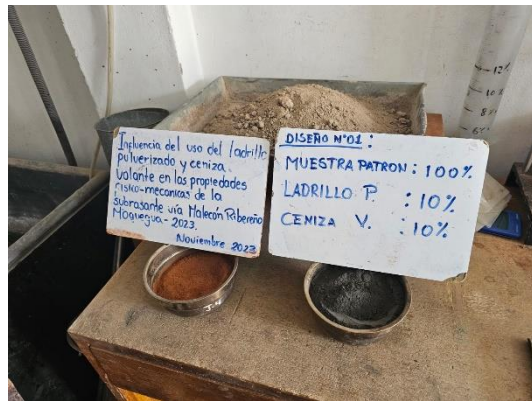
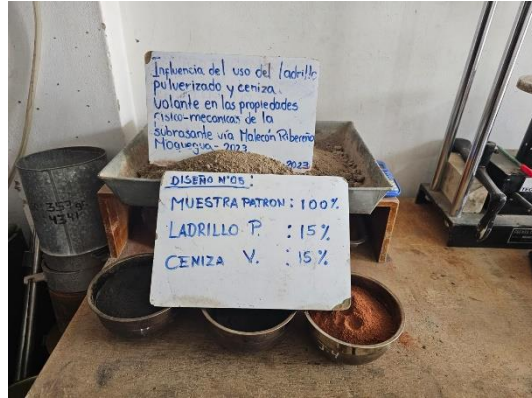
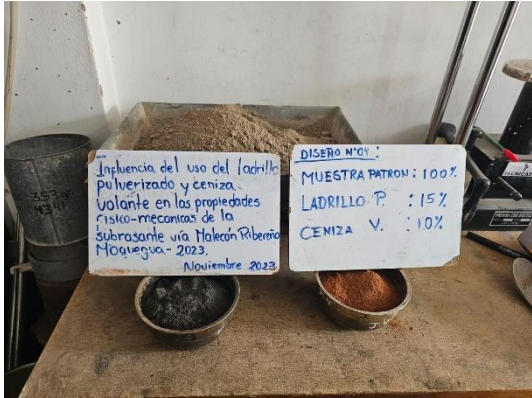
Página 2 de 2

Anexo 9. Panel fotográfico

Caracterización de agregados







Límites de consistencia





Contenido de humedad



Ensayo de CBR

