



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando
óxido de magnesio, Jr. Bolívar km 1, Huarochirí 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero civil

AUTORES:

Canto Pereyra, Samuel Alfredo (orcid.org/0000-0002-8699-6114)

Quijandria Cueto, Jhonatan Renato (orcid.org/0000-0002-5380-7313)

ASESOR:

Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario (orcid.org/0000-0001-6774-8839)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

A mis queridos padres Amador y Elena por su amor, apoyo y demostrarme que todo se puede lograr con esfuerzo y perseverancia.

A mis queridas hijas Belinda y Belén por ser mi motivación de seguir adelante y mantener la unión familiar.

Canto Pereyra, Samuel Alfredo

A mi querida madre Carmen Teresa por su amor, paciencia y su lucha; gracias por ser mi motivación más grande y enseñarme a ser todo un guerrero.

A mis queridos hijos Anjali y Dominick por ser mi fortaleza y motivarme a seguir adelante, pese a los momentos difíciles.

Quijandria cueto, Jhonatan Renato

Agradecimientos

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome, guiándome y dándome fortaleza para continuar.

Al asesor de tesis el Dr. Fernández Díaz Carlos Mario, quien con sus conocimientos y amplia experiencia nos ha guiado para hacer posible este proyecto y lograr el objetivo más esperado que es la titulación ingeniera civil.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, FERNÁNDEZ DÍAZ CARLOS MARIO, 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 Completa titulada: "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando oxido de magnesio, Jr. Bolívar km 1, Huarochirí 2023", cuyos autores son QUIJANDRIA CUETO JHONATAN RENATO, CANTO PEREYRA SAMUEL ALFREDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, 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 Completa 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, 12 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
FERNÁNDEZ DÍAZ CARLOS MARIO DNI: 09026248 ORCID: 0000-0001-6774-8839	Firmado electrónicamente por: CMFERNANDEZD el 21-12-2023 15:21:32

Código documento Trilce: TRI - 0694568



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CANTO PEREYRA SAMUEL ALFREDO, QUIJANDRIA CUETO JHONATAN RENATO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando oxido de magnesio, Jr. Bolívar km 1, Huarochirí 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
QUIJANDRIA CUETO JHONATAN RENATO DNI: 42366056 ORCID: 0000-0002-5380-7313	Firmado electrónicamente por: JQUIJANDRIAC el 21-12-2023 21:34:09
CANTO PEREYRA SAMUEL ALFREDO DNI: 47610373 ORCID: 0000-0002-8699-6114	Firmado electrónicamente por: SCANTOPERE el 21-12-2023 21:34:16

Código documento Trilce: INV - 1396451

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor	iv
Declaratoria de originalidad del autor(es)	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de gráficos y figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA	21
3.1 Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	21
3.3. Población, muestra y muestreo	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimientos	23
3.6. Métodos de análisis de datos	23
3.7. Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	36
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES	41
VIII.REFERENCIAS	42
ANEXOS:	48

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Análisis Granulométrico calicata 1</i>	25
Tabla 2: <i>Análisis Granulométrico calicata 2</i>	26
Tabla 3: <i>Análisis Granulométrico calicata 3</i>	27
Tabla 4: <i>Limites de consistencia calicata 1</i>	28
Tabla 5: <i>Limites de consistencia calicata 2</i>	28
Tabla 6: <i>Limites de consistencia calicata 3</i>	29
Tabla 7: <i>Clasificación de Suelos Calicata 1</i>	29
Tabla 8: <i>Clasificación de Suelos calicata 2</i>	30
Tabla 9: <i>Clasificación de Suelos calicata 3</i>	30
Tabla 10: <i>Densidad seca</i>	31
Tabla 11: <i>Contenido humedad</i>	33
Tabla 12: <i>Resistencia</i>	34
Tabla 13: <i>CBR AL 100% - 95%</i>	35

Índice de gráficos y figuras

Figura 1	67
<i>Análisis de Granulometría</i>	67
Figura 2	67
<i>Moldes para las pruebas</i>	67
Figura 3	68
<i>Límites de consistencia (Atterberg)</i>	68
Figura 4	68
<i>Uso del horno</i>	68
Figura 5	69
<i>Proctor</i>	69
Figura 6	69
<i>CBR</i>	69

Resumen

Hoy en día, con el rápido desarrollo y crecimiento de la construcción en la infraestructura en el país, hay mucho menos recursos de tierra disponibles. En el proceso de la construcción de edificios, a menudo se encuentran cimientos de suelo blando con menor resistencia, el estudio con un enfoque cuantitativo cuyo objetivo fue examinar cómo afectó la adición de óxido de magnesio en la estabilización de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023, se realizarán las pruebas en el laboratorio al suelo en cuestión donde se procederá a compactar en unos moldes metálicos normados, se sumergieron en agua durante un tiempo estimado y fue sometida a punzonamiento con el uso de un pistón bajo la norma ASTM / AASHTO / MTC teniendo en cuenta que a la muestra base se le adiciona óxido de magnesio al 1%, 2%, 3% 4% y 5% teniendo las nuevas mezclas modificadas. Se realizaron 36 muestras siendo consideradas en el presente estudio como la población, solamente 16 muestras contaron con el óxido de magnesio, con la presente investigación evidencian que al usar óxido de magnesio el diseño al 5% se obtiene el mayor valor de CBR al 95% determinando una mejor resistencia de la subrasante.

Palabras clave: Suelo cohesivo, CBR, proctor.

Abstract

Today, with the rapid development and growth of infrastructure construction in the country, there are much fewer land resources available. In the process of building construction, soft soil foundations with lower resistance are often found, the study with a quantitative approach whose objective was to examine how the addition of magnesium oxide affected the stabilization of a cohesive soil for subgrade, Huarochiri 2023, tests will be carried out in the laboratory on the soil in question where it will be compacted in standardized metal molds, immersed in water for an estimated time and subjected to punching with the use of a piston under the ASTM / AASHTO / standard. MTC taking into account that magnesium oxide was added to the base sample at 1%, 2%, 3%, 4% and 5%, having the new modified mixtures. 36 samples were made, being considered in this study as the population, only 16 samples had magnesium oxide, with the present investigation it is evident that by using magnesium oxide the design at 5% the highest CBR value is obtained at 95%. determining better subgrade resistance.

Keywords: Cohesive soil, CBR, proctor.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, con el rápido desarrollo de la construcción de infraestructura, hay menos recursos de tierra disponibles. En el proceso de construcción de edificios, a menudo se encuentran cimientos de suelo blando con menor resistencia. El cemento y la cal se utilizan a menudo con el fin de que se mejore la capacidad de carga del cimiento de suelo blando para que satisfagan las necesidades de diferentes campos de la ingeniería, como carreteras, pendientes y construcción residencial. Sin embargo, el suelo blando tiene muchas propiedades de ingeniería indeseables, como alta compresibilidad y porosidad y propiedades obvias de tixotropía y fluencia, que requieren una gran cantidad de cemento para solidificar la base del suelo blando. Además, el CO₂ producido por la producción de cemento representa entre el 5% y el 7% de la cantidad total de CO₂ generado por el hombre (Wang et al., 2021). Los suelos de arcilla generalmente presentan rigidez en estado seco, pero esta rigidez disminuye al saturarse. Las arcillas más suaves se caracterizan por tener una resistencia a la compresión baja y propensión a hundirse excesivamente. Este declive en resistencia causado por la humedad puede ocasionar daños significativos en estructuras y cimientos de edificios (Akbaz, Guney, Asghar & Shojaei, 2017). La infraestructura, incluidas las carreteras, los pavimentos de aeródromos y los ferrocarriles, construidos en suelos que son de naturaleza expansiva y que poseen propiedades mecánicas débiles, pueden sufrir graves dificultades. Tales suelos débiles son susceptibles a grandes deformaciones permanentes y comportamiento incontrolado de contracción y oleaje, reduciendo así la vida útil de la infraestructura (Reddy, Akula, Kim, Little & Rushing, 2023). El uso de cemento como estabilizador tendrá un efecto adverso en el medio ambiente. Una es que la fabricación de cemento es el causante del 5% al 7% de lo que se emite en gases de carbono. Otra es que el suelo cementado generalmente aparece como altamente alcalino, lo que no sirve para la calidad del agua subterránea y la vegetación. Además de esto, el suelo estabilizado con cemento (como el suelo subrasante) en las zonas costeras siempre está sujeto a humectación por agua de mar que contiene sulfato, donde existe una alta posibilidad de levantamiento inducido por sulfato (Yao, Wang, Li, Zhang & Wang, 2019). Por otro lado, las redes de carreteras en el planeta se van en un desarrollo como nunca. Se estima que se construirán

alrededor de 4,7 millones de kilómetros de carreteras en todo el mundo para 2050. El Banco Asiático de Desarrollo anticipa que se requeriría una inversión anual de \$1.5 millones por año para construir nuevos proyectos de infraestructura en lo que corresponde a las regiones del Pacífico y el Asia; esto muestra una tremenda expansión industrial vial. Se sabe que en India esta 2da. red de caminos más extensos del orbe, esto es con 6,2 millones de kilómetros de la red total de carreteras accesibles. Con la implementación de los programas y políticas gubernamentales más recientes, el desarrollo de carreteras está creciendo rápidamente, creando una tremenda demanda de agregados naturales. Muchos estados están experimentando una escasez de agregados naturales y los están importando de estados y naciones vecinas. Esto ha aumentado considerablemente el costo de la construcción de carreteras, exigiendo el uso de agregados no tradicionales mientras se mantiene la calidad (Shanmugasundaram & Shanmugam, 2023). Los suelos altamente plásticos exhiben propiedades de ingeniería generalmente indeseables bajo la aplicación de la carga. Tienden a tener bajas resistencias al corte y a perderlas aún más cuando se humedecen u otras perturbaciones físicas. Como resultado, este suelo plástico es muy propenso a fallar por corte debido a la carga constante a lo largo del tiempo y no se considera un buen material para cimientos (Srilatha, Praveen & Narayana, 2018). Las cimentaciones oscilantes pueden reducir la deriva máxima y residual de la plataforma y disminuir la demanda de las capacidades de momento y cortante de la base de la columna, en comparación con el principio de diseño de cimentación de base fija (Sharma & Deng, 2020) por lo tanto el suelo que contiene las partículas de limo y arcilla muestra signos considerables de angustia acompañados de pérdida de resistencia del suelo durante las estaciones lluviosas y contracción durante el verano. El suelo de algodón negro es uno de esos tipos de suelo que pierde su fuerza durante la temporada de lluvias debido a su comportamiento expansivo. La mezcla de suelo se vuelve inadecuada para fines de ingeniería cuando la muestra falla en el cizallamiento, la trituración y exhibe un asentamiento excesivo y los estudios previos también se centran en la misma (Kiran & Praveen, 2020) además el comportamiento del suelo expansivo representa una grave amenaza para muchas estructuras suprayacentes, incluidas las carreteras y las estructuras ligeramente cargadas (Lu, Zhao, Xian & Yao,

2020). También con Wang, Chunfeng & Yue (2020) han investigado la influencia de la tipología del terreno y su rugosidad en lo relacionado con la resistencia al corte de la interfase suelo-hormigón, realizaron un estudio de pruebas de corte de la interfaz arena-acero de Yongdinghe con diferentes rugosidades, encontrando que el modo de falla plástica perfecta elástica ocurre a lo largo de la interfaz suave, mientras que la localización de la deformación ocurre en una interfaz rugosa acompañada de un fuerte ablandamiento por deformación y dilatación a granel; llevaron a cabo pruebas de corte dirigido de la interfaz arena-acero y encontraron que existe un valor crítico de rugosidad relativa tal que la resistencia al corte máximo o la medida del ángulo de fricción ya no pueden aumentar fácilmente cuando la rugosidad relativa lo excede, descubriendo que el espesor de la zona de corte es de 8 a 14 veces el tamaño promedio de las partículas en la prueba de corte de la interfaz arena-concreto.

La problemática para investigar nos marca lo importante que es escoger el método investigativo a utilizar. Valles (1999), dice que el método es la ruta que se usa con la finalidad de llegar al logro de un fin u objetivo, dicho esto planteamos la problemática general: ¿Cómo afecta la adición de óxido de magnesio en la estabilización de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023? Problemáticas específicas a) ¿Cómo contribuye la adición de óxido de magnesio en la máxima densidad seca de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023? b) ¿Cómo ayuda la adición de óxido de magnesio en el óptimo contenido de humedad de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023? c) ¿Cómo influye la adición de óxido de magnesio en la resistencia relativa de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023?

El objetivo general es lo que pretendemos lograr de forma general (Valles, 1999), dicho esto se plantea el objetivo general: Examinar cómo afecta la adición de óxido de magnesio en la estabilización de un suelo cohesivo para subrasante, Lima 2023, objetivos específicos 1) Analizar cómo contribuye la adición de óxido de magnesio en la máxima densidad seca de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023, 2) Determinar cómo ayuda la adición de óxido de magnesio en el óptimo contenido de humedad de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023, 3) Estudiar cómo influye la adición de óxido de magnesio en la resistencia relativa de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Muhammad, Siddiqua & Latifi (2018), su estudio experimental se realizó en la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles, Okanagan, Canadá, buscó evaluar el novedoso concepto de utilizar un activador alcalino, junto con cloruro de magnesio ($MgCl_2$), para activar los componentes de sílice y alúmina de la arena limosa, realizaron pruebas de compactación y resistencia a la compresión libre (UCS) para evaluar las propiedades mecánicas del suelo estabilizado, procedimientos de compactación (PROCTOR), los resultados de UCS de una mezcla de muestra que contenía una proporción de activador alcalino (silicato de sodio/hidróxido de sodio) de 0,5, un activador alcalino a $MgCl_2$ (L/S) relación de 0,7 y 3 % de $MgCl_2$, por peso seco del suelo fue la mezcla óptima para mejorar la resistencia de la arena limosa cuando se curó durante 28 días, la relación solución de alcalinización a $MgCl_2$ y el porcentaje de $MgCl_2$ por el peso seco del suelo, los resultados de FESEM y EDS identificaron un nuevo cemento producto que se desarrolla entre las partículas del suelo, el gráfico FTIR ilustró la presencia de una nueva absorción, en la banda de $1.632-1.636\text{ cm}^{-1}$, que fue identificada como la enlace Mg-OH, se concluyó que el uso de aditivo químico mejoró la capacidad de compresión y la resistencia del suelo significativamente.

Seco, del Castillo, Espuelas, Marcelino & García (2020), su estudio experimental se realizó en el departamento de Ingeniería, Universidad pública de Navarra, Pamplona, España, buscó analizar la capacidad de los aditivos basados en óxido de magnesio para estabilizar un yeso de baja capacidad de carga, realizaron pruebas de UCS, lixiviación y XRD, se obtuvieron valores de estabilización con 5% y 10% de aditivos de Mg, mejoró las propiedades mecánicas del yeso margoso, suelo hasta valores habituales obtenidos con cal en otros suelos, valores de UCS que los de Mg, lo que demuestra un mayor estabilizador, las combinaciones PC-8+GGBS y MCB100+GGBS superaron los resultados obtenidos por la combinación CL-90-S, demostrando una mayor capacidad de los aditivos de Mg que la cal para activar el GGBS, las pequeñas diferencias de UCS obtenida con las dosis del 5% y 10% puntiagudas destaca la conveniencia de la dosis más baja para la estabilización de este suelo, se concluyó se demostraron que conveniencia de la estabilización de suelos sulfatados con Mg Aglutinantes a base de cemento para la construcción de subrasantes de carreteras.

Zhongyao et al. (2022), su estudio experimental se realizó en el laboratorio de ingeniería geotécnica y subterránea del ministerio de Educación, Universidad pública de Tongji, Shanghai, China, buscó analizar este polivinilo el alcohol (PVA) y el óxido de magnesio activado (MgO) se utilizan para mejorar el suelo arenoso y los efectos de la dosis y la edad de curado de los modificadores sobre las propiedades mecánicas del suelo arenoso, realizaron pruebas en ensayos geotécnicos según las “Normas para Ensayos Geotécnicos Métodos”, se examinó la resistencia a la compresión de muestras usando una prensa eléctrica y el instrumento de permeabilidad vertical TST-55. Se logro ver que las muestras iban en aumento con el agregado progresivo de PVA, alcanzando su punto máximo con un 12% de PVA, variando desde 25,46 kPa hasta 1115,36 kPa. A medida que aumentaban los tiempos de curado, también lo hacía la capacidad de resistir compresión de las muestras de polivinil alcohol modificadas, junto con la inclusión de óxido de magnesio activo, lo que mejoró la durabilidad en ciclos de humedad y sequedad. La parte efectiva de la solución de PVA representaba solo el 5,23%, aproximadamente un 0,6% del peso de la arena, impactando mínimamente en la mejora de su permeabilidad. Aunque los resultados fueron positivos, el uso excesivo de óxido de magnesio podría causar fisuras en el cemento debido a una reacción continua, sugiriendo la necesidad de más investigaciones en este campo.

Wang et al. (2021), el estudio experimental se realizó en con el fin de explorar el efecto de modificación del tiempo de carbonización en suelo de cemento modificado con nano-MgO, ejecutaron ensayos de resistencia a compresión libre del suelo de cemento modificado con nano-MgO con tiempos de carbonización de 0 h, 6 h, 1 d, 2 d y 4 d. llevado a cabo. Lo que se obtuvo para los tiempos de carbonización, la capacidad de resistir compresión fue de 440,69 Pa, 547,33 kPa, 818,25 kPa, 724,10 kPa y 489,18 kPa, respectivamente, que es 23,3; 13,3; 50,2; 41,5; y 15,1% superior a la del suelo de cemento sin nano-MgO. Por lo tanto, bajo cinco contenidos de nano-MgO, la carbonización 2 d puede aumentar significativamente la tensión máxima de MCS y su ductilidad.

Lu, Zhao, Xian & Yao (2020), el estudio experimental se realizó con el objetivo estudiar el Módulo Resiliente Dinámico de Suelo expansivo tratado con cal. Se realizaron

pruebas triaxiales dinámicas para investigar la influencia del contenido de humedad, el grado de compactación, el esfuerzo del desviador cíclico y la presión de confinamiento en suelos expansivos tratados con cal. El suelo expansivo fue tratado por cal con el contenido del 5% por peso seco del suelo para reducir la propiedad de hinchamiento para luego, la relación de expansión libre del suelo expansivo tratado con cal fue inferior al 40% y cambia al suelo cohesivo no hinchable. Los resultados indican Un aumento del 2% en el contenido de humedad contribuirá a una disminución de aproximadamente el 25% en el módulo dinámico de resiliencia, el aumento de la presión de confinamiento en 10 kPa dará como resultado el aumento de aproximadamente un 10% en el módulo dinámico de resiliencia. Finalmente, los resultados calculados del modelo UT-Austin para el módulo elástico dinámico muestran una buena concordancia con los resultados de la prueba.

Reddy, Akula, Kim, Little & Rushing (2023), este estudio experimental fue realizado con el objetivo investigar el comportamiento de suelos estabilizados bajo carga cíclica. Se usaron como estabilizadores de suelo: Cal hidratada contiene 98 % de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como estabilizador primario, los estabilizadores secundarios incluyeron metacaolín (pureza: 97,5 %-100 %), silicato de sodio líquido $(\text{SiO})_2/\text{NaO} = 3,22$, y cemento Portland Tipo I. Se desarrolló el método de prueba de barrido de deformación cíclico. Se observó en los valores de COV fueron generalmente inferiores al 15 % para el caso conforme y menos del 20 % para el caso rígido y el método identificó dos amplitudes de deformación críticas: una que indica el inicio de un comportamiento no lineal significativo y la otra que representa la falla de las muestras. Ambas amplitudes de deformación fueron claramente diferentes de los casos cuando se variaron los métodos de estabilización. Finalmente, la prueba de UCS convencional se puede utilizar como una prueba eficiente para evaluar suelos con diferentes estrategias de estabilización.

Yao, Wang, Li, Zhang & Wang (2019) el estudio experimental fue realizado en la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Shaoxing, Shaoxing, Zhejiang China. Tuvo como objetivo analizar la efectividad de nano-MgO en las propiedades de resistencia y las características de la microestructura del suelo blando estabilizado con cemento. Se aplicó la prueba de compresión no confinada (UCS) bajo en ISO / TS 17892.

Resultados con efecto de contenido de cemento se muestra que el estrés posterior a la falla del suelo cementado con mayor contenido de cemento (es decir, 13% y 17%) disminuye mucho más rápidamente que aquellos con menor contenido de cemento (es decir, 7% y 10%), significa que un mayor contenido de cemento conduce a un material más frágil, el UCS aumenta casi linealmente cuando el contenido de cemento crece del 7% al 13%, mientras que su tasa de incremento se ralentiza del contenido de cemento del 13% al 17%, con efecto del contenido de nano MgO la tensión de falla tiende a aumentar con el aumento del contenido de nano-MgO, esto implica que la adición de nano-MgO aumenta la ductilidad del suelo estabilizado, se puede ver que un mayor contenido de nano-MgO (es decir, 15‰ y 20‰) significa una mayor rigidez del suelo estabilizado. Se concluye que para un contenido de cemento del 13%, el contenido de 15% nano-MgO es el escenario óptimo tanto sin como bajo condiciones de ataque de ácido sulfúrico y el contenido de nano-MgO de 15% ayuda a generar una microestructura muy uniforme y sólida.

Gao et al. (2020), el estudio experimental fue realizado en Laboratorio clave del Ministerio de Educación para Geomecánica e Ingeniería de Terraplenes, Universidad de Hohai, Nanjing, China, con la finalidad de estudiar las propiedades dinámicas del suelo modificado con nano-MgO, se agregaron al suelo los contenidos de nano-MgO que fueron 0%, 1%, 2%, 3%, 4% y 5% del peso seco para el suelo. Se aplicó la prueba de columna resonante, el instrumento utilizado en esta prueba es el instrumento de columna resonante GZZ-50. Se observa que la relación de amortiguamiento de las muestras de suelo se mantuvo cerca de 0.01 cuando la deformación por corte era pequeña (10^{-6} ~ 10^{-5}). Se puede concluir fácilmente que la pequeña cantidad de NM puede mejorar significativamente el módulo de corte máximo, la proporción creciente puede llegar al máximo de 118,8% con un contenido de agua del 22% y un contenido de NM del 5%.

Chen, Hou, Luo, Yu & Jin (2022), el estudio experimental se realizó con el propósito de evaluar la utilización de nano-MgO en loess problemáticos para mejorar el rendimiento dinámico y la resistencia a la congelación-descongelación. Se utilizó loess, agua destilada y polvo de NM. El loess es una arcilla limosa recolectada de Xi'an, China. Su módulo dinámico se examinó mediante una serie de pruebas triaxiales

dinámicas y el mecanismo estabilizador de nano-MgO se exploró mediante pruebas de resonancia magnética nuclear, los resultados indican que Una adición de 2,5% NM mejoró el módulo máximo de cizallamiento en un 75,26% y 184,9% en promedio para muestras pre y post F-T, respectivamente y como contenido de agua del 16% al 24%, para loess puros experimentó una disminución significativa del 41,49% (de 60,5 MPa a 35,4 MPa); mientras que la disminución correspondiente, para el 2,5% de loess tratada con NM, fue solo del 12,13% (87,4 MPa a 76,8 MPa). Este estudio evidencia que el nano-MgO es un aditivo de alta función mejora el rendimiento dinámico y alivia los efectos perjudiciales del agua y la congelación-descongelación.

Chen, Ni, Sun & Yuan (2023), el estudio experimental se desarrolló en la Universidad de Xijing, Xi'an, China, se centró en la utilización de nano-MgO como un estabilizador ecológico y de ahorro de energía para mejorar el rendimiento de ingeniería de loess, la dosificación del NM fue de 0%, 1%, 2%, 3% y 4% sobre la base del peso seco. Se realizaron pruebas estándar de compactación, límites de consistencia, compresión no confinada y ensayo de resonancia magnética nuclear. Se observó que la adición de NM al suelo de loess condujo a aumentos en el límite de plástico de 20.5% a 28.7%, límite de líquido de 34.2% a 37.8% y contenido óptimo de agua de 19.8% a 23.9%, pero disminuciones en el índice de plasticidad de 13.7% a 9.1% y densidad seca máxima de 1.64 g / cm³ hasta 1,57 g/cm³. Finalmente, a partir de los análisis de RMN, se encontró que el mecanismo de mejora era la transformación de agua inducida por nano-MgO de agua libre a agua ligada y se sugiere un 2% de loess tratados con NM con 28 días de curación, y se espera una ganancia de UCS de aproximadamente el 72% en esta condición.

Las bases teóricas del estudio, los suelos cohesivos, también conocidos como suelos arcillosos, son aquellos que contienen un alto porcentaje de arcilla en su composición. La arcilla presente en estos suelos tiene la propiedad de adhesión, lo que significa que las partículas de arcilla tienden a unirse entre sí y formar agregados cohesivos, la cohesión en los suelos cohesivos es el resultado de las fuerzas electrostáticas y los enlaces químicos entre las partículas de arcilla. Debido a esta cohesión, los suelos cohesivos tienen una alta resistencia al corte y tienden a ser plásticos y pegajosos

cuando están mojados. La construcción y la ingeniería civil enfrentan retos en suelos cohesivos debido a su tendencia a expandirse y contraerse. Esto puede provocar problemas como fisuras en las estructuras. Estos suelos también presentan baja permeabilidad, dificultando el paso del agua a través de ellos, lo que puede ocasionar problemas de drenaje, acumulación de agua y riesgos de inundación en áreas con suelos cohesivos. Los suelos cohesivos se dividen en categorías de baja o alta plasticidad, dependiendo del contenido de arcilla y su índice de plasticidad que es un indicador de la maleabilidad de los suelos cohesivos, se determina restando el límite líquido del límite de plasticidad, una metodología que se remonta aproximadamente a 1908.

Albert Mauritz Atterberg (1846-1916), un experto en química y ciencias del suelo identificó que las fracciones de arcilla natural consisten en partículas menores a 2 micras. Reconoció la relevancia de estas partículas en la plasticidad del suelo. En 1911, se describió la consistencia de los suelos cohesivos, definiéndolos en estados de fluido, plástico y contracción. Se introdujo el concepto de índice de plasticidad, como la diferencia entre los límites líquidos y plásticos del suelo. En 1960, investigadores como Bishop, Alpan, Tizón y Donald aportaron guías y hallazgos experimentales sobre los factores que afectan la resistencia cohesiva de suelos parcialmente saturados. Los avances posteriores incluyeron estudios sobre el comportamiento de suelos no saturados en términos de resistencia, compresibilidad y otros aspectos que influyen en su estabilidad y estructura. Los suelos cohesivos, que pueden ser granulares con presencia de organoarcillas o limos, son clave para la cohesión y plasticidad del suelo. Existen diversas clasificaciones de suelos, destacando la influencia de la roca madre y el agua en su formación. Los suelos cohesivos, ricos en partículas pequeñas y arcilla, son menos propensos a deslizamientos debido a su adhesividad. En cambio, suelos con menor adhesividad requieren medidas adicionales para prevenir deslizamientos. La compresión induce fluctuaciones en la estructura del suelo adhesivo y afecta las características físicas como la conductividad hidráulica y la resistencia más corta. Las muestras de clay no integradas no tienen pruebas excretadas y dependen de los conceptos muy importantes de resistencia al suelo saturante. Los esfuerzos axiales adicionales a la

discapacidad son sustancialmente los mismos, independientemente de la presión del confinamiento de la cámara. Los resultados descubiertos para ahorrar el plástico blando cohesivo resistente al suelo resistente al suelo, se pueden obtener directamente a partir del corte de la mejor prueba durante la operación de perforación utilizando el ASTM D-2573 (Braja, 2013). En el campo de la mecánica de suelos, se llevan a cabo varias pruebas en suelos arcillosos para entender sus propiedades y características únicas. Estas pruebas abarcan: Análisis Granulométrico, este examen determina cómo se distribuyen los diferentes tamaños de partículas en una muestra de suelo arcilloso. Límites de Atterberg, estas pruebas comprenden el límite líquido, límite plástico y límite de contracción. Son fundamentales para identificar si un suelo es arcilloso y para evaluar su plasticidad y cohesión. Prueba de Compactación, se realiza para encontrar la densidad máxima y el contenido de humedad óptimo necesarios para compactar adecuadamente el suelo arcilloso para propósitos de construcción. Corte Directo esta prueba mide la resistencia al corte del suelo arcilloso, proporcionando información vital sobre su estabilidad y capacidad de carga. Consolidación, se efectúa para evaluar cómo responde el suelo arcilloso a cargas aplicadas y determinar su potencial de asentamiento y capacidad de soporte. Permeabilidad, se estudia la capacidad de drenaje del suelo arcilloso y su susceptibilidad a la erosión. Resistencia a la Compresión No Confinada, se realizan para comprobar el impacto de cualquier mejora en la resistencia de las muestras estabilizadas. Índice de Plasticidad (IP), utilizado para calcular el contenido de agua en el que un suelo alcanza un estado plástico, diferenciando entre el límite líquido y el límite plástico. Este índice es clave para entender las características generales y el comportamiento de los suelos. Para los suelos arcillosos, estos límites y pruebas son esenciales para definir su consistencia y adaptarlos adecuadamente a distintas aplicaciones en proyectos de ingeniería y construcción. Estos límites indican las transiciones del suelo de líquido a plástico, de plástico a semisólido y de semisólido a sólido. El límite líquido se determina mediante el método de Casagrande, en el que se considera el contenido de agua de la fracción de suelo que pasa la malla N° 40. Este suelo se coloca en una copa de Casagrande y se le hace una ranura, golpeando la copa 25 veces a una velocidad de 2 golpes por segundo hasta que los bordes inferiores

de la ranura se unen en una longitud de 13mm. El límite plástico se define como el menor contenido de agua necesario para formar cilindros de 3 mm de diámetro con la fracción de suelo que pasa la malla N° 40. La contracción lineal se determina como la disminución en la dimensión más larga de un espécimen prismático rectangular, hecha con la fracción de suelo que pasa la malla N° 40, cuando su humedad se reduce desde el límite líquido hasta la humedad del límite de contracción, expresándose esta reducción como un porcentaje de la longitud inicial del espécimen (Gao et al., 2020). El óxido de magnesio (MgO), un aditivo mineral expansivo, tiene muchas ventajas, incluido su producto de hidratación químicamente estable brucita, concretamente Mg(OH)₂, y un requerimiento relativamente menor de agua para la hidratación [17,18]. El MgO puede reaccionar con el agua para formar brucita (Mg(OH)₂) como se muestra en la Ecuación. La brucita tiene una estructura en capas y su morfología varía según la fuente de magnesio y las condiciones de formación (Benyi & Al-Tabbaa, 2022). La adición de óxido de magnesio activo aumenta la durabilidad de la estabilidad del suelo en el ciclo seco-húmedo, la resistencia primero aumenta y luego disminuye, lo que se debe a la reacción completa del óxido de magnesio activo en el proceso del ciclo seco-húmedo. La expansión de volumen continua del exceso de óxido de magnesio activo en el período posterior y la erosión, reducen la resistencia. Por lo tanto, la cantidad adicional de óxido de magnesio activo no debería ser demasiado grande (Li, 2022). Agregar óxido de magnesio a suelos arcillosos puede iniciar reacciones químicas creando compuestos que forman las fuerzas de unión entre las partículas del suelo, ya que ayuda en su aglomeración y mejora así, sus propiedades de ingeniería y aumentando su durabilidad (Abdulrahman, Hasan, Mancy & Sahib, 2020). En comparación con el óxido de magnesio convencional, tiene un efecto de superficie, un efecto de interfaz, un efecto de tamaño pequeño y diferentes propiedades químicas y físicas, empleó diferentes porcentajes de óxido de magnesio para investigar el mecanismo de refuerzo del suelo arcilloso. Llevaron a cabo pruebas de resistencia a la compresión libre para muestras con contenido de agua alterado. Los hallazgos indican que el óxido de magnesio puede aumentar el impacto de la solidificación al aumentar la cementación, el llenado de los poros y la absorción de agua de las partículas del suelo, el impacto de diferentes cantidades de MgO en los límites de

Atterberg y la resistencia a la compresión ilimitada se inspeccionó el suelo con el período de curación (1 y 28 días). El resultado mostró que la plasticidad había disminuido. La disminución fue proporcional tanto al contenido de MgO como al tiempo de curado duración y la resistencia a la compresión ilimitada aumentó considerablemente durante el período de curado, Según la SEM análisis, agregar óxido de magnesio puede afectar las propiedades de corte del suelo al reducir su relación de vacíos y mejorando la cementación entre los gránulos del suelo (Sadiq, Mohammed & Mohammed, 2023).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Este estudio se aplica porque está destinado a reconocer, actuar, construir y modificar problemas específicos (Valles, 1999). Existe un enfoque cuantitativo porque los investigadores deben medir la magnitud de los efectos causados por los fenómenos de los problemas que no afectan los resultados (Valles, 1999).

Diseño de investigación

La investigación fue de un diseño experimental bajo el concepto de Valles (1999), donde afirma que la manipulación intencional y el control de las variables independientes será la causa observada y los resultados serán las variables dependientes.

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: independiente

El óxido de magnesio será la variable independiente bajo en concepto de Valles, (1999), serán aquellas que se manejan de acuerdo con el objetivo de la investigación siendo su resultado analizado.

Definición conceptual

es un compuesto químico inorgánico que consiste en un átomo de magnesio y un átomo de oxígeno (MgO), tiene como propiedades; alta resistencia a altas temperaturas, estabilidad química, Baja conductividad eléctrica y excelente capacidad para absorber agua.

Definición operacional

Será aplicado en polvo al suelo cohesivo en 5 diferentes dosificaciones, las cuales son: 1%, 2%, 3% 4% y 5% del peso total del suelo.

Variable 2: dependiente

Suelos cohesivos será la variable dependiente de acuerdo con Valles, (1999), serán

aquellas evaluadas ya que son afectadas por la variable independiente o es la variable vacilante donde el investigador intentará calcularla.

Definición conceptual

Un suelo cohesivo es aquel que tiene propiedades adhesivas entre sus partículas. Esto significa que las partículas de dicho suelo tienen una afinidad natural para unirse entre sí y formar estructuras sólidas. Estos suelos suelen ser ricos en arcilla y contienen una cantidad significativa de agua, lo que contribuye a su cohesión. Debido a su naturaleza pegajosa, los suelos cohesivos pueden ser difíciles de trabajar y tienden a retener agua más tiempo que otros tipos de suelos. La estabilización de un suelo cohesivo se refiere al proceso de mejorar las propiedades del suelo para aumentar su capacidad de soporte y resistencia. Existen diferentes métodos de estabilización que se pueden utilizar, dependiendo de las necesidades específicas del suelo y del proyecto en cuestión.

Definición operacional

La variable operacionalizará empleando ensayos de laboratorio tomando como parámetro la relación de soporte californiana (CBR) la cual es expresada en porcentaje (%).

3.3. Población, muestra, muestreo

Población

Se realizaron 36 muestras siendo consideradas en el presente estudio como la población la cual se le realizará ensayos bajo las normas ASTM / AASHTO / MTC, de acuerdo con Valles, (1999), población o universo es el conjunto de todos los objetos que coinciden con determinadas especificaciones.

Muestra

Solamente 16 muestras contarán con óxido de magnesio siendo estas las muestras de acuerdo con Valles (1999), la muestra es una parte de la población de donde se obtendrá cierta información que servirá para hallar la hipótesis de una investigación.

Muestreo

Será un muestreo probabilístico de acuerdo con Valles (1999), el muestreo probabilístico es la selección al azar de algunos elementos de la población para ser

analizados

Unidad de análisis

El suelo cohesivo para subrasante será la unidad de investigación de acuerdo con Valles (1999), es la principal unidad analizada en el estudio, se explora el que o el quien.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

El presente estudio tendrá las técnicas de recopilación de datos u observaciones, de acuerdo con Valles (1999) se refieren a métodos básicos de recopilación de información visual mediante el reconocimiento y la selección de la información que desea.

Instrumentos de recolección de datos

Se aplicará fichas de recolección de datos para cada prueba realizada por el laboratorio contratado, bajo el concepto de Valles (1999) contar con los instrumentos de recolección de datos que respondan a los criterios de validez, confiabilidad y discriminación, como mínimos requisitos para lograr un informe científicamente válido

3.5. Procedimientos

Se realizarán las pruebas en el laboratorio al suelo en cuestión donde se compactará en unos moldes normados, se sumergirá en agua y sufrirá punzonamiento con un pistón bajo la norma ASTM / AASHTO / MTC teniendo en cuenta que dicha muestra se adicionará óxido de magnesio al 1%, 2%, 3% 4% y 5% y se tendrá una muestra base.

3.6. Método de análisis de datos

En esta investigación se desarrollará dos ensayos, las cuales son:

Ensayo CBR en suelos ASTM 1883 / MTC E 132

Ensayo PROCTOR modificado ASTM D 698 D1557 / AASHTO T99 T180

Con Valles (1999), muestra que la recolección y evaluación de datos se procesan para analizar variables. Los resultados se obtienen a través de pruebas bien establecidas que utilizan protocolos que son confiables, ya que los datos se pueden recopilar y

mostrar sin modificaciones. Los resultados obtenidos se contrastaron con la hipótesis propuesta

3.7. Aspectos éticos

La ética de la investigación aboga por el avance de los saberes y saberes en medio del rápido progreso de la sociedad y exige que la práctica de la ciencia se realice de acuerdo con factores éticos para mejorar la condición humana (Valles, 1999), el estudio estableció lo siguiente compromisos éticos para asegurar el respeto a la integridad del producto final obtenido, la fiabilidad de los datos proporcionados y la identificación exacta de las personas involucradas en este estudio. Se admite la confiabilidad de los resultados, por lo que no puede copiar los resultados de otras encuestas. Se apoya la originalidad de esta investigación. Este estudio no sugiere plagio. Este estudio se realiza con responsabilidad, honestidad y paciencia en relación con el tema de la investigación.

IV. RESULTADOS

Propiedades físicas y mecánicas del suelo cohesivo con adición en polvo en 5 diferentes dosificaciones, las cuales son: 1%, 2%, 3% 4% y 5% del peso total del suelo, del producto orgánico mencionado, cumpliendo con los objetivos de la investigación.

Tabla 1; se observa la caracterización de la arena y grava chancadas de acuerdo con el análisis granulométrico por tamizado de acuerdo con la norma MTC E-107

Tabla 1. Análisis Granulométrico calicata 1

MALLAS		DENOMINACIÓN	0+250 L.DER.				
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)		C-1 M-1 (0.00 - 0.40)		C-1 M-2 (0.40 - 1.50)		
		NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)	RET (%)	PASA (%)	
3"	76.200	MTC E-107 (2000)					
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050				100		
1/2"	12.700			5	95		
3/8"	9.525			6	89		
1/4"	6.350			8	81		
N° 4	4.760			6	75		
N° 6	3.360			5	70	100	
N° 8	2.380			4	66	4	96
N° 10	2.000			4	62	3	93
N° 16	1.190			5	57	5	88
N° 20	0.840			4	53	4	84
N° 30	0.590			3	50	5	79
N° 40	0.426			5	45	5	74
N° 50	0.297			3	42	6	68
N° 80	0.177			13	29	18	50
N° 100	0.149			4	25	5	45
N° 200	0.074			3	22	4	41
- N° 200	-		22	-	41	-	

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 1; el estudio de granulometría de la mezcla asfáltica es un análisis que se realiza para determinar la distribución de los tamaños de partículas

presentes en la mezcla utilizándose el tamiz de $\frac{3}{4}$ " al N° 200, determinándose los diferentes diámetros de partículas, compuesta por 6% y 4% grava, 3% y 4% arena, 22% y 41% finos de las C1-M1 y C1-M2 respectivamente.

Tabla 2. Análisis Granulométrico calicata 2

MALLAS		DENOMINACIÓN	0+ 500				
			C-2 M-1 (0.00 - 0.41)		C-2 M-2 (0.41 - 1.50)		
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)	RET (%)	PASA (%)	
3"	76.200	MTC E-107 (2000)					
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100		
3/4"	19.050			5	95		
1/2"	12.700			4	91		
3/8"	9.525			7	84		
1/4"	6.350			5	79		
N° 4	4.760			5	74		100
N° 6	3.360			4	70	5	95
N° 8	2.380			3	67	5	90
N° 10	2.000			5	62	6	84
N° 16	1.190			4	58	5	79
N° 20	0.840			5	53	4	75
N° 30	0.590			5	48	8	67
N° 40	0.426			4	44	5	62
N° 50	0.297			3	41	5	57
N° 80	0.177			14	27	18	39
N° 100	0.149			3	24	5	34
N° 200	0.074			4	20	4	30
- N° 200	-			20	-	30	-

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 2; se realizó el análisis granulométrico por tamizado de acuerdo con la MTC E 107, utilizándose el tamiz de $\frac{3}{4}$ " al N° 200, determinándose los diferentes diámetros de partículas, compuesta por 5% y 5% grava, 4% y 4% arena,

20% y 30% finos de las C1-M1 y C1-M2 respectivamente.

Tabla 3. Análisis Granulométrico calicata 3

MALLAS		DENOMINACIÓN	0+ 750				
			C-3 M-1 (0.00 - 0.35)		C-3 M-2 (0.35 - 1.50)		
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)	RET (%)	PASA (%)	
3"	76.200	MTC E-107 (2000)					
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100		
3/4"	19.050			5	95		
1/2"	12.700			6	89		
3/8"	9.525			7	82		
1/4"	6.350			7	75		100
N° 4	4.760			4	71	3	97
N° 6	3.360			2	69	4	93
N° 8	2.380			3	66	4	89
N° 10	2.000			2	64	5	84
N° 16	1.190			4	60	5	79
N° 20	0.840			5	55	6	73
N° 30	0.590			4	51	4	69
N° 40	0.426			3	48	4	65
N° 50	0.297			4	44	3	62
N° 80	0.177			15	29	20	42
N° 100	0.149			2	27	4	38
N° 200	0.074			2	25	5	33
- N° 200	-			25	-	33	-

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 3; se realizó el análisis granulométrico por tamizado de acuerdo con la MTC E 107, utilizándose el tamiz de 3/4" al N° 200, determinándose los diferentes diámetros de partículas, compuesta por 4% y 3% grava, 2% y 5% arena, 25% y 33% finos de las C1-M1 y C1-M2 respectivamente.

Los límites de consistencia se refieren a los puntos de transición que determinan los diferentes estados de consistencia de un suelo. Estos límites son cruciales en la mecánica de suelos y se utilizan comúnmente en la práctica. El límite líquido se define como el contenido de agua donde el suelo pasa de un estado líquido a uno plástico. El límite plástico, por su parte, se identifica como el contenido de agua en el cual el suelo transita de un estado plástico a un estado semisólido. Finalmente, el límite de contracción es el punto en el que el contenido de agua del suelo marca su cambio de un estado semisólido a un estado sólido. Estos límites son fundamentales para comprender y trabajar con las propiedades físicas de diferentes tipos de suelos

Tabla 4. Límites de consistencia calicata 1

ESTADOS DE CONSISTENCIA	NORMAS ENSAYO	0+250 L.DER.	
		C-1 M-1 (0.00 - 0.40)	C-1 M-2 (0.40 - 1.50)
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NTP 339.127 (1 999)	1.5	2.2
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)	NTP 339.129 (1 999)	22	26
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)	NTP 339.129 (1 999)	NP	21
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129 (1 999)	NP	5

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 4 con los resultados del análisis granulométrico de las muestras tomadas C1-M1 y C1-M2, se procedió hallar contenido de humedad 1.5 – 2.2%, límite líquido 22 - 26, límite plástico NP – 21, índice plástico NP – 5 respectivamente.

Tabla 5. Límites de consistencia calicata 2

ESTADOS DE CONSISTENCIA	NORMAS ENSAYO	0+ 500	
		C-2 M-1 (0.00 - 0.41)	C-2 M-2 (0.41 - 1.50)
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NTP 339.127 (1 999)	2.1	3.3
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)	NTP 339.129 (1 999)	22	28
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)	NTP 339.129 (1 999)	NP	22
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129 (1 999)	NP	6

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 5 con los resultados del análisis granulométrico de las muestras tomadas C2-M1 y C2-M2, se procedió hallar contenido de humedad 2.1 – 3.3%, límite líquido 22 - 28, límite plástico NP – 22, índice plástico NP – 6 respectivamente.

Tabla 6. Límites de consistencia calicata 3

ESTADOS DE CONSISTENCIA	NORMAS ENSAYO	0+ 750	
		C-3 M-1 (0.00 - 0.35)	C-3 M-2 (0.35 - 1.50)
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NTP 339.127 (1 999)	3	3.9
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)	NTP 339.129 (1 999)	22	28
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)	NTP 339.129 (1 999)	21	21
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129 (1 999)	1	7

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 6 con los resultados del análisis granulométrico de las muestras tomadas C3-M1 y C3-M2, se procedió hallar contenido de humedad 3 – 3.9%, límite líquido 22 - 28, límite plástico 21 – 21, índice plástico 1 – 7 respectivamente.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) es un método empleado en la ingeniería para categorizar tanto suelos minerales como orgánicos minerales. Este sistema se fundamenta en la evaluación en laboratorio de diversos aspectos del suelo, incluyendo su granulometría, el límite líquido y el índice de plasticidad. Su aplicación es esencial para determinar las características y propiedades de los suelos con el fin de adecuar su uso en proyectos de ingeniería.

Tabla 7. Clasificación de Suelos Calicata 1

DENOMINACIÓN	NORMAS ENSAYO	0 + 250 L. DER.	
		C-1 M1 (0.00-0.40)	C1 M-2 (0.40-1.50)
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	NTP 339.134 (1999)	SM	SC-SM
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)	NTP 339.135 (1999)	A-1-b (0)	A-1-b (0)

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 7, de acuerdo con el SUCS se obtuvo el tipo de suelo SM y SC-SM de la calicata C1-M1 y C1-M2 siendo un suelo granular grueso es decir con arena $\geq 50\%$ de fracción gruesa que pasa el tamiz n.º 4 también con arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n.º 200 tuvo una descripción de arena limosa y arena arcillosa respectivamente.

Tabla 8. *Clasificación de Suelos calicata 2*

DENOMINACIÓN	NORMAS ENSAYO	0+ 500	
		C-2 M-1 (0.00 - 0.41)	C-2 M-2 (0.41 - 1.50)
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	NTP 339.134 (1999)	SM	SC-SM
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)	NTP 339.135 (1999)	A-1-b (0)	A-2-4 (0)

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 8; de acuerdo con el SUCS se obtuvo el tipo de suelo SM y SC-SM de la calicata C2-M1 y C2-M2 siendo un suelo granular grueso es decir con arena $\geq 50\%$ de fracción gruesa que pasa el tamiz n.º 4 también con arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n.º 200 tuvo una descripción de arena limosa y arena arcillosa respectivamente.

Tabla 9. *Clasificación de Suelos calicata 3*

DENOMINACIÓN	NORMAS ENSAYO	0+ 500	
		C-2 M-1 (0.00 - 0.41)	C-2 M-2 (0.41 - 1.50)
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	NTP 339.134 (1999)	SM	SC-SM
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)	NTP 339.135 (1999)	A-1-b (0)	A-2-4 (0)

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 9; de acuerdo con el SUCS se obtuvo el tipo de suelo SM y SC-SM de la calicata C3-M1 y C3-M2 siendo un suelo granular grueso es decir con arena $\geq 50\%$ de fracción gruesa que pasa el tamiz n.º 4 también con arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n.º 200 tuvo una descripción de arena limosa y arena arcillosa respectivamente.

Primer Objetivo específico: Analizar como contribuye la adición de óxido de magnesio en la máxima densidad seca de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023.

La densidad máxima seca del suelo cohesivo se refiere a la máxima cantidad de masa de suelo que se puede comprimir en un volumen determinado, cuando el suelo se encuentra completamente seco y sin la presencia de agua en sus poros. La densidad máxima seca es importante en el diseño y construcción de obras geotécnicas, ya que permite determinar la capacidad de carga y estabilidad de las estructuras.

Tabla 10: en el suelo base C2-M2 como en las modificadas se les aplico tres golpes de 10, 25 y 56 se obtuvo valores de densidad seca alta en g/cm^3 a los 56 golpes, en 3 muestras por diseño al 0%, 1%, 2%, 3%, 4% y 5% con óxido de magnesio se obtuvo 2.026, 2.035, 2.065, 2.069, 2.026 y 2.034 respectivamente.

Tabla 10. Densidad seca

MOLDE N°	Suelo	Numero de golpes	Densidad seca (g/cm^3)
I	Natural	56	2.026
II		25	1.865
III		10	1.715
I	Óxido de Magnesio 1%	56	2.035
II		25	1.883
III		10	1.745
I	Óxido de Magnesio 2%	56	2.065
II		25	1.887
III		10	1.744
I	Óxido de Magnesio 3%	56	2.069
II		25	1.885
III		10	1.746
I	Óxido de Magnesio 4%	56	2.026
II		25	1.885
III		10	1.744

I	Óxido de Magnesio 5%	56	2.034
II		25	1.888
III		10	1.750

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 10; de acuerdo con los resultados la muestra al 5% de óxido de magnesio obtuvo a 56 golpes su valor de densidad seca disminuyó en un 0.39% con respecto al suelo natural.

Segundo Objetivo específico: Determinar cómo ayuda la adición de óxido de magnesio en el óptimo contenido de humedad de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023.

La humedad del suelo cohesivo se refiere a la cantidad de agua presente en dicho suelo, los suelos cohesivos son aquellos que contienen una cantidad significativa de arcilla, lo que les confiere propiedades cohesivas y una capacidad de retención de agua mayor que otros tipos de suelos. Las normas pueden establecer límites máximos y mínimos de humedad para garantizar la estabilidad y seguridad de las estructuras construidas sobre suelos cohesivos, una falta de humedad puede dificultar el trabajo con el suelo y comprometer la calidad y la estabilidad de las estructuras.

Tabla 11 en el suelo base C2-M2 como en las modificadas se les aplicó tres golpes de 10, 25 y 56 se obtuvieron los valores de contenido de humedad en % a los 56 golpes, en 3 muestras por diseño al 0%, 1%, 2%, 3%, 4% y 5% con óxido de magnesio se obtuvieron 6.8, 7, 7.6, 7.2, 7.5 y 7.3 respectivamente.

Tabla 11. *Contenido humedad*

MOLDE N°	Suelo	Número de golpes	Contenido de Humedad (%)
I	Natural	56	6.8
II		25	7.1
III		10	7.2
I	Óxido de Magnesio 1%	56	7
II		25	7.3
III		10	7.4

I	Óxido de Magnesio 2%	56	7.6
II		25	7.6
III		10	7.6
I	Óxido de Magnesio 3%	56	7.2
II		25	7.4
III		10	7.4
I	Óxido de Magnesio 4%	56	7.5
II		25	7.8
III		10	7.7
I	Óxido de Magnesio 5%	56	7.3
II		25	7.3
III		10	7.3

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 11; de acuerdo con los resultados la muestra al 2% de óxido de magnesio obtuvo a 56 golpes su valor el contenido de humedad aumento en un 11.16% con respecto al suelo natural.

Tercero Objetivo específico: Estudiar cómo influye la adición de óxido de magnesio en la resistencia relativa de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023.

La resistencia relativa de un suelo cohesivo se refiere a su capacidad para soportar esfuerzos de corte en relación con su resistencia no cohesiva. Esta resistencia depende de varios factores, como la cohesión del suelo, la fricción interna y la presión efectiva.

Tabla 12 en el suelo base C2-M2 como en las modificadas con presión aplicada variable de 100 a 133 expresados en Kg se obtuvo los valores de la resistencia expresados en Kg/cm², en 3 muestras por diseño al 0%, 1%, 2%, 3%, 4% y 5% con óxido de magnesio se obtuvo 1.26, 1.44, 1.50, 1.60 y 1.64 Kg/cm² respectivamente.

Tabla 12. Resistencia

MOLDE N°	Suelo	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)
----------	-------	------------	-----------------------------------

I	Óxido de Magnesio 1%	101	1.26
II		103	1.26
III		100	1.27
I	Óxido de Magnesio 2%	115	1.44
II		116	1.42
III		114	1.45
I	Óxido de Magnesio 3%	120	1.47
II		118	1.50
III		119	1.52
I	Óxido de Magnesio 4%	126	1.57
II		128	1.57
III		127	1.62
I	Óxido de Magnesio 5%	129	1.61
II		130	1.66
III		133	1.66

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 12; de acuerdo con los resultados la muestra al 5% de óxido de magnesio obtuvo a 129 kg su valor de la resistencia a la compresión aumento en un 27.78% con respecto al suelo natural.

Objetivo general: Examinar como afecta la adición de óxido de magnesio en la estabilización de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023.

La estabilización de un suelo cohesivo se refiere al proceso de mejorar las propiedades del suelo para hacerlo más resistente y menos propenso a la deformación o fallas.

Tabla 13 al 0%, 1%, 2%, 3%, 4% y 5% con oxido de magnesio son porcentajes que se tomaran para realizar la dosificación con el suelo natural, el CBR es de 6 % al 95% de MDS. El resultado de densidad seca 1.87,1.89, 1.90, 1.90, 1.89 y 1.89 gr/cm³, humedad optima 7.03, 7.23, 7.6, 7.33, 7.66 y 7.3%, CBR de 13, 19, 25, 31, 35 y 38% al 95% de M.D.S.

Tabla 13. CBR AL 100% - 95%

Estabilizador	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. (%)	C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. (%)
Natural	16.5	13
Óxido de Magnesio 1%	27.2	19
Óxido de Magnesio 2%	33.5	25
Óxido de Magnesio 3%	39.5	31
Óxido de Magnesio 4%	44	35
Óxido de Magnesio 5%	47.2	38

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 7; de acuerdo con los resultados el suelo modificado al 5% con óxido de magnesio respecto al suelo base C2-M2 obtuvieron sus valores aumentaron de CBR tanto al 100% como al 95% en un 86.06% y 92.31%.

V. DISCUSIÓN

Primer objetivo específico: analizar como contribuye la adición de óxido de magnesio en la máxima densidad seca de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023, basado en ello evaluar el novedoso concepto de utilizar un activador alcalino, junto con cloruro de magnesio ($MgCl_2$), para activar los componentes de sílice y alúmina de la arena limosa, concepción de Muhammad, Siddiqua & Latifi (2018) quienes señalaron que las subrasantes del suelo que consisten en dichos materiales limosos se pueden mejorar utilizando técnicas de estabilización química. La aplicación de cemento y cal son métodos bien establecidos de estabilización de suelos. Los mecanismos de estabilización del cemento y la cal se conocen bien y se han desarrollado directrices de aplicación racionales y métodos de prueba de laboratorio para estos materiales convencionales. En los resultados plasmados en la presente investigación se verifica los resultados de la densidad seca en g/cm^3 en 3 muestras por diseño al 0%, 1%, 2%, 3%, 4% y 5% con óxido de magnesio con 56 golpes se obtuvo 2.026, 2.035, 2.065, 2.069, 2.026 y 2.034 respectivamente. Los resultados de la presente investigación coinciden con el Muhammad, Siddiqua & Latifi (2018), quienes realizaron pruebas de compactación y resistencia a la compresión libre (UCS) para evaluar las propiedades mecánicas del suelo estabilizado, procedimientos de compactación (PROCTOR), los resultados de UCS de una mezcla de muestra que contenía una proporción de activador alcalino (silicato de sodio/hidróxido de sodio) de 0,5, un activador alcalino a $MgCl_2$ (L/S) relación de 0,7 y 3 % de $MgCl_2$, por peso seco del suelo fue la mezcla óptima para mejorar la resistencia de la arena limosa cuando se curó durante 28 días, se concluyó que el uso de aditivo químico mejoró la capacidad de compresión y la resistencia del suelo significativamente. Los antecedentes y sus coincidencias con la presente investigación evidencian que el usar óxido de magnesio el diseño al 3% obtiene el mayor valor en la densidad máxima determinando la capacidad de carga y estabilidad de las estructuras.

Segundo objetivo específico: determinar cómo ayuda la adición de óxido de magnesio en el óptimo contenido de humedad de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023, basado en ello analizar este polivinilo el alcohol (PVA) y el óxido de magnesio activado (MgO) se utilizan para mejorar el suelo arenoso y los efectos de la

dosis y la edad de curado de los modificadores sobre las propiedades mecánicas del suelo arenoso, concepción de Zhongyao et al. (2022), quienes señalaron que el uso de agentes curativos tradicionales afectará el ecosistema debido a la circulación del agua y la destrucción de las plantas de la superficie, reduciendo así la estabilidad del suelo erosionado por el agua, combinaron la adición de hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) con tecnología MICP para mejorar la capa superficial del suelo. Los resultados de sus pruebas revelaron que se redujeron las pérdidas por socavación del agua de lluvia y por erosión eólica. Como material altamente activo, el óxido de magnesio activo tiene un buen efecto en la mejora y refuerzo del suelo. En los resultados plasmados en la presente investigación se verifica los resultados de contenido de humedad expresados en % en 3 muestras por diseño al 0%, 1%, 2%, 3%, 4% y 5% con óxido de magnesio con 56 golpes se obtuvo 6.8, 7, 7.6, 7.2, 7.5 y 7.3 respectivamente. Los resultados de la presente investigación coinciden con el Zhongyao et al. (2022), quienes obtuvieron valores de la resistencia a la compresión libre aumenta con el aumento de las adiciones de PVA, en la resistencia del 12% de PVA es la más alta, que puede aumentar de 25,46 kPa a 1115,36 kPa, con el aumento del tiempo de curado, la resistencia a la compresión ilimitada del polivinilo muestras modificadas de compuestos de alcohol, alcohol polivinílico y óxido de magnesio activo todo aumentó, la adición de óxido de magnesio activo aumenta la durabilidad del ciclo seco-húmedo, la sustancia eficaz en la solución de PVA sólo representa el 5,23%, es decir aproximadamente 0,6% del peso de la arena, tiene poco efecto en la mejora de la permeabilidad de la arena. Los antecedentes y sus coincidencias con la presente investigación evidencian que el usar óxido de magnesio el diseño al 2% obtiene el menor valor de humedad determinando una mejor calidad y la estabilidad de las estructuras.

Tercer objetivo específico: estudiar cómo influye la adición de óxido de magnesio en la resistencia relativa de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023, basado en explorar el efecto de modificación del tiempo de carbonización en suelo de cemento modificado con nano-MgO, concepción de Wang et al. (2021), quienes indicaron que los nanomateriales se utilizan ampliamente en el campo de la ingeniería de la construcción debido a sus características de pequeño tamaño de partícula, gran

superficie y buena estabilidad. Los nanomateriales más utilizados son el nano SiO₂, la nanoarcilla y el nano MgO. Entre ellos, el nano-MgO se obtiene principalmente sintetizando magnesita a 700 °C, por lo tanto, el uso de nano MgO para reemplazar parte del cemento también puede reducir el consumo de energía, lo que se exploró mediante pruebas de que un contenido de nano MgO del 6% podría aumentar significativamente la resistencia a la compresión y la estabilidad de la arcilla, y mejorar mejor la resistencia al corte y la cohesión del suelo de cemento modificado. En los resultados plasmados en la presente investigación se verifica los resultados del CBR expresados en % en 3 muestras por diseño al 0%, 1%, 2%, 3%, 4% y 5% con óxido de magnesio con 165 de presión aplicada expresados en lb/pulg² se obtuvo 16.5, 27.2, 33.5, 39.5, 16.5 y 47.2 respectivamente. Los resultados de la presente investigación coinciden con el Wang et al. (2021), tuvieron como resultados en el tiempo de carbonización la resistencia a la compresión fue 440,69 Pa, 547,33 kPa, 818,25 kPa, 724,10 kPa y 489,18 kPa, respectivamente, que es 23,3 %, 13,3 %, 50,2 %, 41,5% y 15,1% superior a la del suelo de cemento sin nano-MgO. Por lo tanto, bajo cinco contenidos de nano-MgO, la carbonización 2 días puede aumentar significativamente la tensión máxima de MCS y su ductilidad. Los antecedentes y sus coincidencias con la presente investigación evidencian que el usar óxido de magnesio el diseño al 5% obtiene el mayor valor de CBR determinando una mejor resistencia.

Objetivo general: estudiar cómo influye la adición de óxido de magnesio en la resistencia relativa de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023, basado en ello se estudió las propiedades dinámicas del suelo modificado con nano-MgO, concepción de Gao et al. (2020), quienes indicaron que para mejorar las propiedades mecánicas del suelo se podrían usar cenizas volantes para mejorar el suelo de turba, los resultados muestran que la resistencia al corte del suelo de turba se puede aumentar varias veces agregando cenizas volantes, mejorando efectivamente la plasticidad de la laterita mixta mezclando laterita en Nigeria con diferentes aditivos de arena y piedra. En los resultados plasmados en la presente investigación al 0%, 1%, 2%, 3%, 4% y 5% con óxido de magnesio son porcentajes que se tomarán para realizar la dosificación con el suelo natural, el CBR es de 6 % al 95% de MDS. El resultado de densidad seca 1.87, 1.89, 1.90, 1.90, 1.89 y 1.89 gr/cm³, humedad óptima 7.03, 7.23,

7.6, 7.33, 7.66 y 7.3%, CBR de 13, 19, 25, 31, 35 y 38% al 95% de M.D.S., donde que las dosificaciones realizadas en los porcentajes indicados son favorables para incrementar la resistencia de la subrasante. Los resultados de la presente investigación coinciden con el Wang et al. (2021), quienes agregaron al suelo los contenidos de nano-MgO que fueron 0%, 1%, 2%, 3%, 4% y 5% del peso seco para el suelo, se aplicó la prueba de columna resonante, se observó que la relación de amortiguamiento de las muestras de suelo se mantuvo cerca de 0.01 cuando la deformación por corte era pequeña (10– 6~10-5). Se puede concluir fácilmente que la pequeña cantidad de NM puede mejorar significativamente el módulo de corte máximo, la proporción creciente puede llegar al máximo de 118,8% con un contenido de agua del 22% y un contenido de NM del 5%. Los antecedentes y sus coincidencias con la presente investigación evidencian que el usar oxido de magnesio el diseño al 5% obtiene el mayor valor de CBR al 95% determinando una la mejor resistencia de la subrasante.

VI. CONCLUSIONES

La tesis se realizó para Examinar cómo afecta la adición de óxido de magnesio en la estabilización de un suelo cohesivo para subrasante, así mismo con la presente investigación evidencian que el usar óxido de magnesio el diseño al 5% obtiene el mayor valor de CBR al 95% determinando una la mejor resistencia de la subrasante.

La tesis se realizó para analizar cómo contribuye la adición de óxido de magnesio en la máxima densidad seca de un suelo cohesivo para subrasante, así mismo con la presente investigación evidencian que el usar óxido de magnesio el diseño al 3% obtiene el mayor valor en la densidad máxima determinando la capacidad de carga y estabilidad de las estructuras.

La tesis se realizó para Determinar cómo ayuda la adición de óxido de magnesio en el óptimo contenido de humedad de un suelo cohesivo para subrasante, así mismo con la presente investigación evidencian que el usar óxido de magnesio el diseño al 2% obtiene el menor valor de humedad determinando una mejor calidad y la estabilidad de las estructuras.

La tesis se realizó para estudiar cómo influye la adición de óxido de magnesio en la resistencia relativa de un suelo cohesivo para subrasante, así mismo con la presente investigación evidencian que el usar óxido de magnesio el diseño al 5% obtiene el mayor valor de CBR determinando una mejor resistencia.

VII. RECOMENDACIONES

Como conclusión de propósito general, se recomienda lo siguiente: Antes de realizar un proyecto vial, se debe realizar un estudio para determinar a qué clasificación de suelo pertenece, de modo que se puedan realizar los tipos de mejoras enumeradas en el tramo vial. Los manuales de suelos y MTC nos dejan un rastro.

Para llegar a una conclusión específica sobre el objetivo 1, se recomienda investigar el área con las pruebas adecuadas. Un estudio inicial de medición del tamaño de partículas indica el tipo de suelo a clasificar y se completa con otras pruebas según el Manual de Ensayos de Materiales del TCM.

Para lograr el objetivo específico 2, se recomienda implementar mejoras en el terreno **agregando** cemento. Si el comportamiento del suelo y del clima favorece esta mejora, se deberá realizar un estudio general de la zona con el objetivo de conocer su comportamiento.

Como conclusión al objetivo específico 3, se propone para dosificación al subnivel habitual para $CBR \geq 6$. De las 10 dosis ya mencionadas, las 4 fueron buenas en términos de aumento de CBR. Para este tipo de suelo recomendamos utilizar la mitad de los 4 porcentajes recomendados, el 5% al 95% M.D.S.

VIII. REFERENCIAS

AGUILAR, H. y BRAVO, J. Evaluación de la ceniza de fondo para la estabilización de suelos arcillosos provenientes de la zona ladrillera del distrito de San Jerónimo - Cusco. Cusco – Perú, 2020.

AHMADI, Hadi, JANATI, Shamim y JAMSHIDI, Reza. Strength Parameters of Stabilized Clay Using Polypropylene Fibers and Nano-MgO: An Experimental Study. Geotech Geol Eng. Sciences [en línea]. Febrero 2020. [fecha de consulta: 28 de agosto 2023]. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/s10706-020-01191-y\(0123456789](https://doi.org/10.1007/s10706-020-01191-y(0123456789).

APOLINARES A. Estabilización de la Subrasante con la incorporación de ceniza vegetal: Universidad peruana de los andes, 2018.

BARRAGÁN, C. y CUERVO, H. Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo arenarcilloso. Colombia, 2019.

BEKHITI, Melik, TROUZINE, Habin y RABEHI, Mohamed. Influencia de las fibras de caucho de neumáticos de desecho en el comportamiento de hinchazón, resistencia a la compresión no confinada y ductilidad del suelo arcilloso de bentonita estabilizado con cemento. Construcción y materiales de construcción. Elsevier [en línea]. Noviembre 2019. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 04 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.011>.

BUENO, J. y TORRE, H. Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz - 2018. Lima, 2018.

BREZZI, Lorenzo, GABRIELI, Fabio y COLA, Simonetta. Collapse of granular-cohesive soil mixtures on a horizontal plane. Acta Geotechnica. Sciences [en línea]. Marzo 2018. [fecha de consulta: 02 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11440-018-0725-7>.

CHEN, Shufeng, HOU, Xikang, LUO, Tao, YU, Yongtang y JIN, Long. Effects of MgO nanoparticles on dynamic shear modulus of loess subjected to freeze-thaw cycles, Journal of Materials Research and Technology. Sciences [en línea]. Junio 2022. ISSN 2238-7854. [fecha de consulta: 22 de agosto 2023]. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.05.013>.

CHEN, Shufeng, NI, Pengfei, SUN, Zhao y YUAN, Kekuo. Propiedades geotécnicas y mecanismo de estabilización de loess estabilizados con nano-MgO. *Sciences* [en línea]. Julio 2023. [fecha de consulta: 17 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su15054344>.

CHILCÓN, R. y LEÓN, G. Evaluación de estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de carbón en la subrasante de la AV. Cuzco, Distrito de San Martín de Porres. Lima, Perú, 2020.

FIROOZI, Akbar, OLGUN, Guney, FIROOZI, Ali y SHOJAEI, Mojtaba. Fundamentals of soil stabilization. *Revista Internacional de Geingeniería. Sciences* [en línea]. Mayo 2017. [fecha de consulta: 11 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40703-017-0064-9>.

GAO, Lei, LUO, Yi, REN, Zhen, YU, Xiangjuan y WU, Kexiong. Experimental Study on Dynamic Properties of Nano-MgO-Modified Silty Clay. *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering. Sciences* [en línea]. Mayo 2020. [fecha de consulta: 21 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40891-020-00210-5>.

GHAVAMI, Sadegh, NASERI, Hamed, JAHANBAKHSI, Hamid y MOGHADAS, Fereidoon. The impacts of nano-SiO₂ and silica fume on cement kiln dust treated soil as a sustainable cement-free stabilizer, *Construction and Building Materials. Elsevier* [en línea]. Octubre 2021. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 10 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122918>.

GOÑAS, O. Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada. Chachapoyas, 2019.

HUANCAS, D. Incremento de la energía de compactación y su influencia en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de suelos granulares de canteras en el Perú. Lima, 2020.

IKEAGWUANI, Chijioke y NWONU, Donald. Emerging trends in expansive soil stabilisation: A review, *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. Sciences* [en línea]. Julio 2019. ISSN 1674-7755. [fecha de consulta: 30 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2018.08.013>.

KUMAR, Kiran y KUMAR, Praveen. Soil stabilization using E-waste: A retrospective analysis, *Materials Today: Proceedings. Sciences* [en línea]. Julio 2020. ISSN 2214-7853. [fecha de consulta: 30 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.09.145>.

KULKARNI, Prasanna y MANDAL, Jnanendra. Performance Assessment of Stabilized Soil with Fly Ash- Nano Material Mixes. *Journal of Geotechnical and Transportation Engineering*, 2017.

LI, Na. [et al.]. Características de compresión y mecanismo microscópico del suelo costero modificado con cemento y cenizas volantes, *Materiales. Sciences* [en línea]. Enero 2019. [fecha de consulta: 15 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma12193182>.

LIU, Yuyi [et al.]. Stabilization of expansive soil using cementing material from rice husk ash and calcium carbide residue, *Construction and Building Materials. Elsevier* [en línea]. Julio 2019. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 25 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.157>.

LU, Zheng, ZHAO, Yang, XIAN, Shaohua y YAO, Hailin. "Estudio experimental sobre el módulo dinámico resistente del suelo expansivo tratado con cal", *Avances en ciencia e ingeniería de materiales. Sciences* [en línea]. Mayo 2020. ID de artículo 3272681, pp. 1-10. [fecha de consulta: 17 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/3272681>.

MENDIZÁBAL, K. Adición del mucilago de penca de tuna para estabilizar suelo arcilloso, Chilca. Huancayo: Universidad Peruana de los Andes, 2018.

MUHAMMAD, Nurmunira, SIDDIQUA, Sumi y LATIFI, Nima (2018). Solidification of Subgrade Materials Using Magnesium Alkalinization: A Sustainable Additive for Construction. *Journal of Materials in Civil Engineering. Sciences* [en línea]. Mayo 2018. ISSN 10. [fecha de consulta: 17 de agosto 2023]. Disponible en: doi: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002484.

NIETO, J. Evaluación del uso de aditivos químicos no tradicionales como estabilizadores de suelos limosos para caminos productivos de bajo volumen de tránsito. Chile, 2019.

PU, Shaoyun, ZHU, Zhiduo y HUO, Wangwen. Evaluation of engineering properties

and environmental effect of recycled gypsum stabilized soil in geotechnical engineering: A comprehensive review, *Resources, Conservation and Recycling. Sciences* [en línea]. Enero 2021. ISSN 0921-3449. [fecha de consulta: 08 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105780>.

QIN-YONG, Ma, ZI-MING, Cao y PU, Yuan. "Investigación experimental sobre microestructura y propiedades físico-mecánicas del suelo expansivo estabilizado con cenizas volantes, arena y fibra de basalto", *Avances en ciencia e ingeniería de materiales. Sciences* [en línea]. Julio 2018. ID de artículo 9125127, 13 páginas. [fecha de consulta: 09 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2018/9125127>.

REDDY, Santosh, AKULA, Pavan, KIM, Yong, LITTLE, Dallas y RUSHING, Jhon. Cyclic strain sweep testing-analysis to evaluate the mechanical characteristics of stabilized soils, *Transportation Geotechnics. Sciences* [en línea]. Febrero 2023. ISSN 2214-3912. [fecha de consulta: 30 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2023.100944>.

SHAH, Ayushi, ZALA, L. y AMIN, Amit. Design and Structural Assessment for Runway Pavement. *Sciences* [en línea]. Febrero 2021. [fecha de consulta: 30 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1063/5.0102403>.

SHANMUGASUNDARAM, Vinodhkumar y SHANMUGAM, Balaji. Application of cement treated magnesite mine tailings as subgrade, *Construction and Building Materials. Elsevier* [en línea]. Marzo 2023. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 01 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.130064>.

SHARMA, Keshab y DENG, Lijun. Field testing of rocking foundations in cohesive soil: cyclic performance and footing mechanical response. *Sciences* [en línea]. Marzo 2020. [fecha de consulta: 29 de agosto 2023]. Disponible en: [dx.doi.org/10.1139/cgj-2018-0734](https://doi.org/10.1139/cgj-2018-0734).

SHAHSAVANI, Sajad, HOSSEIN, Amir y MOKHBERI, Mehdi. Effects of freeze-thaw cycles on the characteristics of the expansive soils treated by nanosilica and Electric Arc Furnace (EAF) slag, *Cold Regions Science and Technology. Sciences* [en línea]. Abril 2021. ISSN 0165-232X. [fecha de consulta: 02 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2020.103216>.

SAYE, Steven, KUMM, Bryan y LUTENEGGER, Alan. Estimating overconsolidation

ratio (OCR) in structured and unstructured cohesive soil with field vane tests referencing soil index properties. *Sciences* [en línea]. Mayo 2021. [fecha de consulta: 28 de agosto 2023]. Disponible en: [dx.doi.org/10.1139/cgj-2019-0414](https://doi.org/10.1139/cgj-2019-0414).

SRILATHA, N., PRAVEEN, B. y NARAYANA, Swamy. Stabilization of soil using rice husk ash and fly ash. Indian Institute of science, 2018.

VALLES, Miguel. Reflexión metodológica y práctica profesional. 1° ed. España. Síntesis. 416 pp. ISBN: 8477384495, 1999.

WANG, Wei [et al.]. Influence of Carbonization Process on the Mechanical Properties of Nano-MgO Modified Cement Soil. *Sustainability. Sciences* [en línea]. Enero 2021. [fecha de consulta: 12 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su13063558>.

WANG, Fangtong, LI, Kaiqi y LIU, Yong. Optimal water-cement ratio of cement-stabilized soil, *Construction and Building Materials*. Elsevier [en línea]. Junio 2022. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 03 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126211>.

WANG, You-Bao, ZHAO, Chunfeng y WU, Yue. Study on the Effects of Grouting and Roughness on the Shear Behavior of Cohesive Soil–Concrete Interfaces. *Materials*. Elsevier [en línea]. Julio 2020. [fecha de consulta: 27 de agosto 2023]. Disponible en: [doi:10.3390/ma13143043](https://doi.org/10.3390/ma13143043).

YAO, Kai, WANG, Wei, LI, Na, ZHANG, Chen y WANG, Linxia. Investigation on strength and microstructure characteristics of nano-MgO admixed with cemented soft soil, *Construction and Building Materials*. Elsevier [en línea]. Setiembre 2019. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 26 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.01.221>.

YAO, Kai, LI, Na, CHEN, Dar-Hao y WANG, Wei. Generalized hyperbolic formula capturing curing period effect on strength and stiffness of cemented clay, *Construction and Building Materials*. Elsevier [en línea]. Agosto 2019. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 04 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.288>.

YAO, Kai [et al.]. Effect of nano-MgO on mechanical performance of cement stabilized silty clay, *Marine Georesources & Geotechnology. Sciences* [en línea]. Mayo 2019.

[fecha de consulta: 03 de agosto 2023]. Disponible en: DOI:
10.1080/1064119X.2018.1564406.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variable

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN					
"Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr. Bolívar km 1, Huarochirí 2023"					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable (I) Óxido de magnesio	El óxido de magnesio (MgO), un aditivo mineral expansivo, tiene muchas ventajas, incluido su producto de hidratación químicamente estable brucita, concretamente Mg (OH) ₂ , y un requerimiento relativamente menor de agua para la hidratación [17,18]. El MgO puede reaccionar con el agua para formar brucita (Mg (OH) ₂) como se muestra en la Ecuación. La brucita tiene una estructura en capas y su morfología varía según la fuente de magnesio y las condiciones de formación (Benyi & Al-Tabbaa, 2022).	Será aplicado en polvo al suelo cohesivo en 5 diferentes dosificaciones, las cuales son: 1%, 2% y 3% 4% y 5% del peso total del suelo.	Dosificación	1%, 2%, 3% 4% y 5%	Razón
Variable (D) Suelo cohesivo	Los suelos cohesivos tienen propiedades cohesivas y plásticas, tales suelos pueden ser granulares con organoarcillas o limos importantes para la cohesión y plasticidad, u organoarcillas o limos sin componentes particulados (Brezzi, Gabrieli & Cola, 2018).	La variable operacionalizará empleando ensayos de laboratorio tomando como parámetro la relación de soporte californiana (CBR) la cual es expresada en porcentaje (%).	Propiedades físicas	Máxima densidad seca	Razón
			Propiedades mecánicas	Óptimo contenido de Humedad	
				Resistencia relativa	

MATRIZ DE CONSISTENCIA “Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr. Bolívar km 1, Huarochirí 2023”						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	VARIABLE (I) óxido de magnesio			Tipo: Aplicada Nivel: Explicativo Diseño: Experimental Población: Jr. Bolívar km 1 Muestra: 3 calicatas Instrumentos: Formato de recolección de datos de los ensayos laboratorio
¿Cómo afecta la adición de óxido de magnesio en la estabilización de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023?	Examinar como afecta la adición de óxido de magnesio en la estabilización de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023.	La adición de óxido de magnesio en la estabilización de un suelo cohesivo para subrasante es favorable Huarochirí 2023	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
			Dosificación	1%, 2%, 3% 4% y 5%	Ficha técnica.	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	VARIABLE (D) Suelo Cohesivo			
¿Cómo contribuye la adición de óxido de magnesio en la máxima densidad seca de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023?	Analizar como contribuye la adición de óxido de magnesio en la máxima densidad seca de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023.	La contribución de la adición de óxido de magnesio en la máxima densidad seca de un suelo cohesivo para subrasante es favorable, Huarochirí 2023.	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
			Propiedades mecánicas	Máxima densidad seca	Proctor modificado	
Óptimo contenido de Humedad						
Resistencia relativa	CBR					
¿Cómo ayuda la adición de óxido de magnesio en el óptimo contenido de humedad de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023?	Determinar cómo ayuda la adición de óxido de magnesio en el óptimo contenido de humedad de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023	La adición de óxido de magnesio en el óptimo contenido de humedad de un suelo cohesivo para subrasante fue favorable, Huarochirí 2023				
¿Cómo influye la adición de óxido de magnesio en la resistencia relativa de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023?	Estudiar cómo influye la adición de óxido de magnesio en la resistencia relativa de un suelo cohesivo para subrasante, Huarochirí 2023.	La influencia de la adición de óxido de magnesio en la resistencia relativa de un suelo cohesivo para subrasante fue favorable, Huarochirí 2023.				

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES EN SPSS

Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr. Bolívar km 1, Huarochirí 2023

En el ámbito de esta investigación, se llevó a cabo una prueba de normalidad. Este análisis es crucial para verificar si los datos recopilados se conforman a una distribución normal. Este aspecto es de gran importancia, ya que tiene una influencia directa en la selección de los métodos estadísticos más adecuados para el análisis detallado de estos datos

Hipótesis 01: La contribución de la adición de óxido de magnesio en la máxima densidad seca de un suelo cohesivo para subrasante es favorable, Huarochirí 2023.

Prueba de normalidad de la variable: Propiedades en la máxima densidad seca con óxido de magnesio

Planteamiento de Normalidad: Hipótesis Nula (H_0) y Alterna (H_1)

H_0 : Datos de la variable propiedades mecánicas a máxima densidad seca con óxido de magnesio tiene normalidad.

H_1 : Datos de la variable propiedades mecánicas a máxima densidad seca con óxido de magnesio tiene normalidad no tiene normalidad.

1. Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)
2. Elección de la Prueba estadística: si $n>50$ (Kolmogorov- Smirnov), si $n<50$ (Shapiro-Wilk), para este caso $n=6$ muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OXIMAGNESIO	,122	6	,200*	,982	6	,961
MDS	,333	6	,036	,796	6	,054

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

3. Regla de decisión:
 $p \leq 0.05$ (se rechaza la hipótesis nula), para este caso $0.54 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H_0 .
4. Conclusión: Los datos de la variable propiedades mecánicas a máxima densidad seca con óxido de magnesio tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%. Luego se usará Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

1. Planteamiento del problema:

H_0 : La variable propiedades mecánicas a máxima densidad seca NO está relacionada con la adición con óxido de magnesio.

H_1 : La variable propiedades mecánicas a máxima densidad seca SI está relacionada con la adición con óxido de magnesio.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$ (5%)

Elección de la Prueba estadística: $n = 6$ muestras (Correlación “r” de Pearson)

Correlaciones

		OXIMAGNESI O	MDS
OXIMAGNESIO	Correlación de Pearson	1	,086
	Sig. (bilateral)		,871
	N	6	6
MDS	Correlación de Pearson	,086	1
	Sig. (bilateral)	,871	
	N	6	6

2. Regla de decisión:

Si $p > \alpha$, entonces se acepta H_0 , caso contrario el H_1 .

Por lo que $0.887 > 0.05$, se acepta la H_0 .

Conclusión: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas a máxima densidad seca NO está relacionada de manera directa con la adición con óxido de magnesio

($r = 0.086$).

Hipótesis 02: La adición de óxido de magnesio en el óptimo contenido de humedad de un suelo cohesivo para subrasante fue favorable, Huarochirí 2023

Prueba de normalidad de la variable: Propiedades en el óptimo contenido de humedad con óxido de magnesio

Planteamiento de Normalidad: Hipótesis Nula (H_0) y Alterna (H_1)

H_0 : Datos de la variable propiedades mecánicas en el óptimo contenido de humedad con óxido de magnesio tiene normalidad.

H_1 : Datos de la variable propiedades mecánicas en el óptimo contenido de humedad con óxido de magnesio tiene normalidad no tiene normalidad.

1. Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)
2. Elección de la Prueba estadística: si $n>50$ (Kolmogorov- Smirnov), si $n<50$ (Shapiro-Wilk), para este caso $n=6$ muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OXIMAGNESIO	,122	6	,200 [*]	,982	6	,961
OCH	,145	6	,200 [*]	,971	6	,901

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

3. Regla de decisión:
 $p \leq 0.05$ (se rechaza la hipótesis nula), para este caso $0.901 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H_0 .
4. Conclusión: Los datos de la variable propiedades mecánicas en el óptimo contenido de humedad con óxido de magnesio tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%. Enseguida se usará la Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

1. Planteamiento del problema:

H₀: La variable propiedades mecánicas en el óptimo contenido de humedad NO está relacionada con la adición con óxido de magnesio.

H₁: La variable propiedades mecánicas en el óptimo contenido de humedad SI está relacionada con la adición con óxido de magnesio.

Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)

Elección de la Prueba estadística: n=6 muestras (Correlación “r” de Pearson

Correlaciones

		OXIMAGNESI O	OCH
OXIMAGNESIO	Correlación de Pearson	1	,639
	Sig. (bilateral)		,172
	N	6	6
OCH	Correlación de Pearson	,639	1
	Sig. (bilateral)	,172	
	N	6	6

2. Regla de decisión:

Si $p > \alpha$, entonces se acepta H₀, caso contrario el H₁.

Por lo que $0.172 > 0.05$, se acepta la H₀.

Conclusión: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas en el óptimo contenido de humedad seca NO está relacionada de manera directa y positiva con la adición con óxido de magnesio ($r = 0.639$).

Hipótesis 03: La influencia de la adición de óxido de magnesio en la resistencia relativa de un suelo cohesivo para subrasante fue favorable, Huarochirí 2023.

Prueba de normalidad de la variable: Propiedades en la resistencia relativa con óxido de magnesio

Planteamiento de Normalidad: Hipótesis Nula (H₀) y Alternativa (H₁)

H₀: Datos de la variable propiedades mecánicas en la resistencia relativa con óxido de magnesio tiene normalidad.

H₁: Datos de la variable propiedades mecánicas en la resistencia relativa con óxido de magnesio tiene normalidad no tiene normalidad.

5. Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)
6. Elección de la Prueba estadística: si $n>50$ (Kolmogorov- Smirnov), si $n<50$ (Shapiro-Wilk), para este caso $n=6$ muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OXIMAGNESIO	,122	6	,200*	,982	6	,961
CBR	,167	6	,200*	,957	6	,799

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

7. Regla de decisión:
 $p \leq 0.05$ (se rechaza la hipótesis nula), para este caso $0.799 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H₀.
8. Conclusión: Los datos de la variable propiedades mecánicas en la resistencia relativa con óxido de magnesio tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%. Enseguida se utilizará la Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

3. Planteamiento del problema:

H₀: La variable propiedades mecánicas en la resistencia relativa NO está relacionada con la adición con óxido de magnesio.

H₁: La variable propiedades mecánicas en la resistencia relativa SI está relacionada con la adición con óxido de magnesio.

Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)

Elección de la Prueba estadística: $n=6$ muestras (Correlación “r” de Pearson)

		OXIMAGNESIO O	CBR
OXIMAGNESIO	Correlación de Pearson	1	,992**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	6	6
CBR	Correlación de Pearson	,992**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	6	6

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4. Regla de decisión:

Si $p > \alpha$, entonces se acepta H_0 , caso contrario el H_1 .

Por lo que $0.001 < 0.05$, se acepta la H_1 .

Conclusión: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas en la resistencia relativa SI está relacionada de manera directa y positiva con la adición con óxido de magnesio ($r = 0.992$).

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	
NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA/CIP
EXPERTO 1: <p style="text-align: center;">Luis Humberto Mejía Muñoz REG. CIP 119835</p>	 <p style="text-align: center;">LUIS HUMBERTO MEJIA MUÑOZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 119835</p>
EXPERTO 2: <p style="text-align: center;">Jasson Cesar Quispe Rojas REG. CIP 41412704</p>	 <p style="text-align: center;">Jasson Cesar Quispe Rojas INGENIERO CIVIL CIP Nº 41412704 RUC: 10414127041</p>
EXPERTO 3: <p style="text-align: center;">José Santiago Apac Jesús REG. CIP 268937</p>	 <p style="text-align: center;">José Santiago Apac Jesús INGENIERO CIVIL CIP. Nº 268937</p>

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA/CIP
EXPERTO 1: Luis Humberto Mejía Muñoz REG. CIP 119835	 LUIS HUMBERTO MEJIA MUÑOZ INGENIERO CIVIL Reg. "CIP N°" 119835
EXPERTO 2: Jasson Cesar Quispe Rojas REG. CIP 41412704	 Jasson Cesar Quispe Rojas INGENIERO CIVIL CIP Nº 41412704 REG. 1041412704
EXPERTO 3: José Santiago Apac Jesús REG. CIP 268937	 José Santiago Apac Jesús INGENIERO CIVIL CIP. Nº 268937

INFORME Nº 001 – PROCTOR

SOLICITANTE :
 TESIS :
 UBICACIÓN :
 FECHA :

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA :
 MUESTRA :
 USOS :

RELACIÓN DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)								
(MTC E-115, E116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)								
Molde Nº1	Diámetro molde	4"	6"		Volumen molde			Nº de capas
	Método	A	B	C	Peso molde			Nº de golpes
NUMERO DE ENSAYOS		gr.						
Peso suelo + molde		gr.						
Peso Suelo Húmedo Compactado		gr.						
Recipiente numero								
Peso suelo húmedo + Tara		gr.						
Peso suelo seco + tara		gr.						
Peso de la tara		gr.						
Peso del agua		gr.						
Peso del suelo seco		gr.						
Contenido de agua		gr.						
Densidad seca		gr/cc						
RESULTADOS								
Densidad máxima seca		gr/cm3			Humedad optima			(%)
Densidad máxima seca corregida					Humedad optima			(%)

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	
NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA/CIP
EXPERTO 1: Luis Humberto Mejía Muñoz REG. CIP 119835	 LUIS HUMBERTO MEJIA MUÑOZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 119835
EXPERTO 2: Jasson Cesar Quispe Rojas REG. CIP 41412704	 Jasson Cesar Quispe Rojas INGENIERO CIVIL CIP Nº 41412704 REG. 10414127041
EXPERTO 3: José Santiago Apac Jesús REG. CIP 268937	 Jose Santiago Apac Jesus INGENIERO CIVIL CIP. Nº 268937

INFORME Nº 001 – PROCTOR

SOLICITANTE :
 TESIS :
 UBICACIÓN :
 FECHA :

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA :
 MUESTRA :
 USOS :

RELACIÓN DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
Molde Nº1	Diámetro molde	4"	6"		Volumen molde		Nº de capas
	Método	A	B	C	Peso molde		Nº de golpes
NUMERO DE ENSAYOS		gr.					
Peso suelo + molde		gr.					
Peso Suelo Húmedo Compactado		gr.					
Recipiente numero							
Peso suelo húmedo + Tara		gr.					
Peso suelo seco + tara		gr.					
Peso de la tara		gr.					
Peso del agua		gr.					
Peso del suelo seco		gr.					
Contenido de agua		gr.					
Densidad seca		gr/cc					
RESULTADOS							
Densidad máxima seca		gr/cm3			Humedad optima		(%)
Densidad máxima seca corregida					Humedad optima		(%)

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	
NOMBRE S Y APELLIDOS	FIRMA CIP
EXPERTO 1: Luis Humberto Mejía Muñoz REG. CIP 119835	 LUIS HUMBERTO MEJIA MUÑOZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 119835
EXPERTO 2: Jasson Cesar Quispe Rojas REG. CIP 41412704	 Jasson Cesar Quispe Rojas INGENIERO CIVIL CIP N° 41412704 REG. 10414127041
EXPERTO 3: José Santiago Apac Jesús REG. CIP 268937	 José Santiago Apac Jesús INGENIERO CIVIL CIP. N° 268937

Anexo 3. Matriz de evaluación por juicio de expertos

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE SUELO COHESIVO

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **Estabilización de un suelo cohesivo aplicando óxido de magnesio, Jr. Bolívar km 1, Huarochirí 2023**. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El elemento pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	✓ 1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El elemento se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	✓ 1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El elemento tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	✓ 1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El elemento es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	✓ 1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LA VARIABLE SUELO COHESIVO

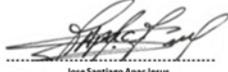
Definición de la variable: Los suelos cohesivos tienen propiedades cohesivas y plásticas, tales suelos pueden ser granulares con organoarcillas o limos importantes para la cohesión y plasticidad, u organoarcillas o limos sin componentes particulados. Hay muchas clasificaciones de suelos, pero la más recomendada es la Clasificación Unificada del Cuerpo de Ingenieros/Oficina de Recuperación de los Estados Unidos. Los factores involucrados en la formación del suelo se pueden resumir de la siguiente manera: materia de origen, o roca madre en el que se forman el suelo y el agua. El suelo cohesivo contiene partículas pequeñas y suficiente arcilla para mantenerse unido. Esto se debe a que, si el suelo es pegajoso, contiene más arcilla y es menos probable que provoque deslizamientos de tierra. Por otro lado, si el suelo es menos pegajoso, se requerirán más medidas para evitar deslizamientos (Braja, 2013).

Dimensión	Indicador	Elemento	S u f i c i e n c i a	C l a r i d a d	C o h e r e n c i a	R e l e v a n c i a	Observación
Propiedades mecánicas del suelo estabilizado	Máxima densidad seca	Proctor Modificado	1	1	1	1	
	Optimo contenido de Humedad	CBR	1	1	1	1	
	Resistencia relativa		1	1	1	1	

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	1.- PROCTOR MODIFICADO 2.- CBR
Objetivo del instrumento	1.- Máxima densidad seca / Optimo contenido de Humedad 2.- Resistencia relativa
Nombres y apellidos del experto	Luis Humberto Mejía Muñoz
Documento de identidad	33569584
Años de experiencia en el área	21 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	MLejía Ingenieros s.a.c
Cargo	G.G
Número telefónico	
Firma	 LUIS HUMBERTO MEJIA MUÑOZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 119835
Fecha	10 / 06 / 2023

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	1.- PROCTOR MODIFICADO 2.- CBR
Objetivo del instrumento	1.- Máxima densidad seca / Optimo contenido de Humedad 2.- Resistencia relativa
Nombres y apellidos del experto	Jose Santiago Apac Jesus
Documento de identidad	45206598
Años de experiencia en el área	2 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero
Nacionalidad	Peruana
Institución	Constructora Magcam s.a.c
Cargo	G.G
Número telefónico	
Firma	 <small>Jose Santiago Apac Jesus INGENIERO CIVIL CIP: N° 268937</small>
Fecha	10 /06 / 2023

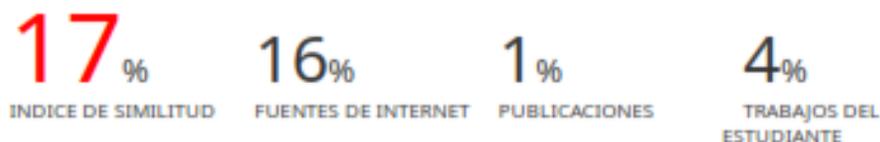
FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	1.- PROCTOR MODIFICADO 2.- CBR
Objetivo del instrumento	1.- Máxima densidad seca / Optimo contenido de Humedad 2.- Resistencia relativa
Nombres y apellidos del experto	Jasson Cesar Quispe Rojas
Documento de identidad	41412704
Años de experiencia en el área	2 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero
Nacionalidad	Peruana
Institución	Consulting engineers and constructors s.a.c
Cargo	G.G
Número telefónico	
Firma	 <small>Jasson Cesar Quispe Rojas INGENIERO CIVIL CIP N° 268344 RUC: 10414127041</small>
Fecha	10 /06 / 2023

Anexo 4. Resultado de similitud del programa Turnitin

Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr. Bolívar km 1, Huarochiri 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	9%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
3	documents.mx Fuente de Internet	1%
4	de.slideshare.net Fuente de Internet	1%
5	www.mdpi.com Fuente de Internet	<1%
6	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%

Anexo 5. Fotos y Resultados

Figura 1
Análisis de Granulometría



Figura 2
Moldes para las pruebas



Figura 3
Límites de consistencia (Atterberg)



Figura 4
Uso del horno



Figura 5
Proctor



Figura 6
CBR



Anexo 6. Resultados de laboratorios



SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio,
 Jr Bolívar Huarochiri 2023"
UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0+250 Huarochiri
IDENTIFICACIÓN : SUELO
FECHA : 21/09/2023

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-3 M-2 (0.35 - 1.50)
Muestra : SUMERGIDO
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C -91
Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.026
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.8

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	2.026	1.895	1.715
Contenido de Humedad	6.8	7.1	7.2

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	165	1000	16.5
II	0.1	112	1000	11.2
III	0.1	48	1000	4.8

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 16.5 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 13.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

LSP (S20)
 cafo/vic
 O.S. N°156



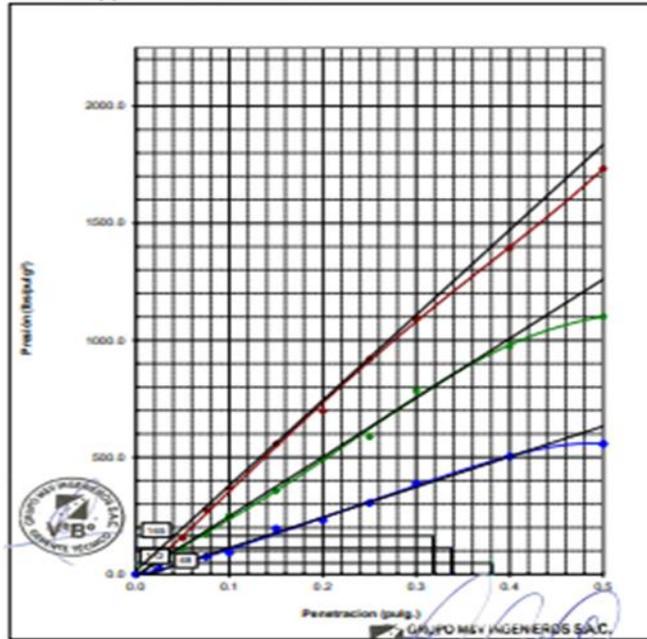
GRUPO M&V INGENIEROS SAC,
 Ing. Joster Rios Chilingano
 CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
PROYECTO : QUILANDRIA CUETO, JHONATAN RENATO
 Tests "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando cido de magnesio, Jr Bolívar Huasochal 2023"
UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0+250 Huasochal
IDENTIFICACIÓN : SUELO
FECHA : 21/06/2023

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C) - 95

Calote : C-3 A-2 (0.35 - 1.50)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof (p) : CURADO 3 DIAS



LSP (7/20)
 calc/arc
 O.S. N°156

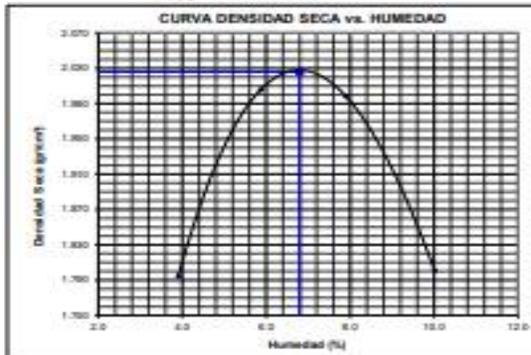
GRUPO M&V INGENIEROS SAC.
 Ing. Justo Rios Chingano
 CAR N° 265472
 Lima, 19 de Octubre del 2023

SOLICITANTE : CAYTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesionado para subrasante aplicando óxido de magnesio, al Bolívar Huancayo 2023"
UBICACIÓN : J. Bolívar Km. 0+250 Huancayo
IDENTIFICACIÓN : SUELO
FECHA : 21/06/2023

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C) - 91

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.028
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.8
 CBR al 100% de la MDS (%) : 18.8
 CBR al 90% de la MDS (%) : 13.0

Celular : 913 442 (098 - 1.88)
 Móvil : 998992000
 Mail : info@grupomv.com



LSP/026
 archivo
 C.B. N°38

GRUPO M & V INGENIEROS SAC.
 Ing. JUSTO ROS CITAÑANO
 CIP N° 288472
 Lima, 10 de Octubre del 2023

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
QUIJANDRIA CUETO, JHONATAN RENATO
PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio,
 Jr Bolívar Huarochiri 2023"
UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0+250 Huarochiri
IDENTIFICACIÓN : SUELO + Óxido de Magnesio 1%
FECHA : 20/10/2023

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

E. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-3 M-2 (0.35 - 1.50)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C -91
 Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.035
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.0

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	2.035	1.883	1.745
Contenido de Humedad	7.0	7.3	7.4

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	272	1000	27.2
II	0.1	150	1000	15.0
III	0.1	43	1000	4.3

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 27.2 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 19.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.


GRUPO M&V INGENIEROS SAC.
 Ing. Justo Rios Chilingano
 CIP N° 269472

LSP (700)
 cafo/irc
 O.S. N°156

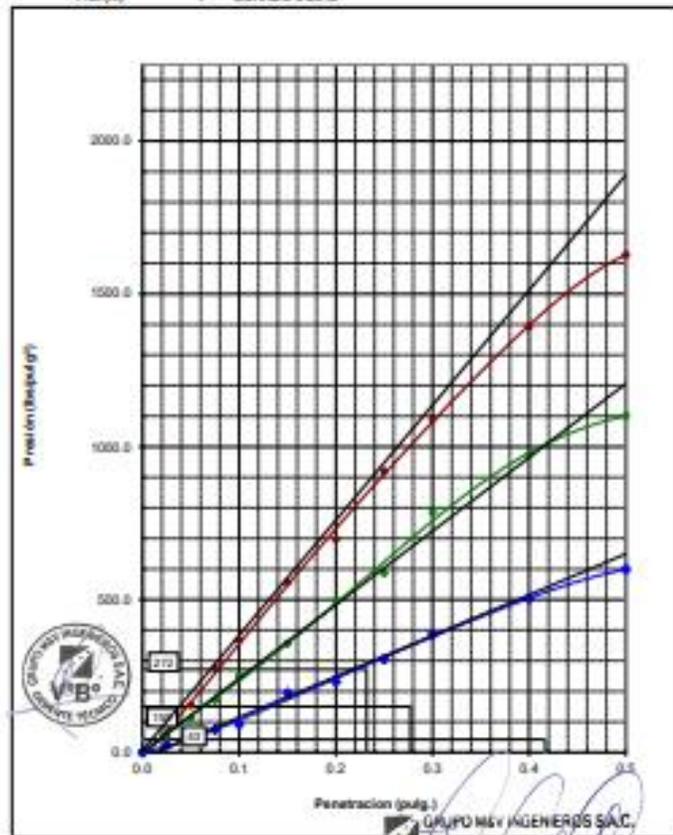


Lima, 19 de Octubre del 2023

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
 QUIJANDRIA CUETO, JHONATAN RENATO
 PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando dosis de magnesio, Jr. Bolívar Huarochiri 2023"
 UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0+250 Huarochiri
 IDENTIFICACIÓN : SUELO + Óxido de Magnesio 1%
 FECHA : 20/10/2023

ENSAYO CALFORMA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C) - 91

Calzada : C-2 M-2 (0.35 - 1.50)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (3/20)
 cal/civrc
 O.S. N°156

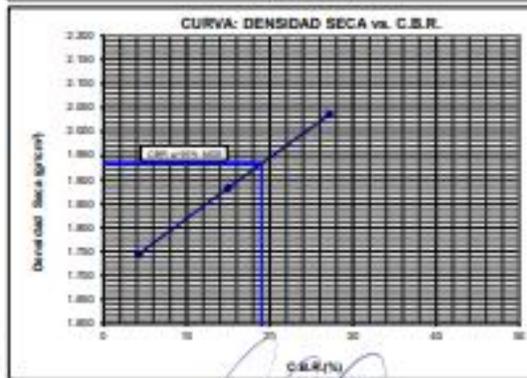
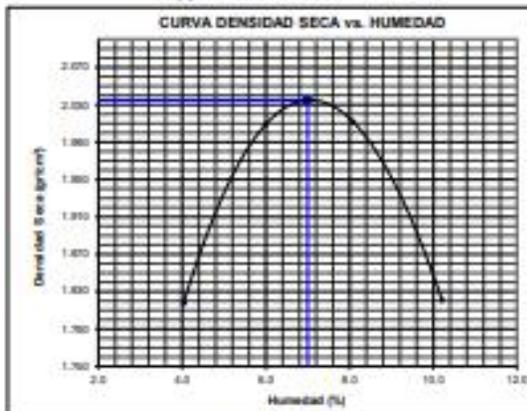
GRUPO M&V INGENIEROS SAC.
 Ing. Justo Rios Chingano
 CIR N° 266472
 Lima, 19 de Octubre del 2023

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
QUILANDRA CUETO, JHONATAN RENATO
PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesionado para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr Bolívar Huacochi 2022"
UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0-260 Huacochi
IDENTIFICACIÓN : SUELO - Óxido de Magnesio 1%
FECHA : 26/10/2023

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C) - 91

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.028
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.0
 CBR al 100% de la MDS (%) : 27.2
 CBR al 95% de la MDS (%) : 19.0

Celula : C-3 M2 (0.38 - 1.88)
 Muestra : SUBGRANULO
 Red (μ) : CURVED 3.25#



LSP(806)
 saku/viv
 C.S. N°388

GRUPO M & V INGENIEROS SAC
 Ing. Justo Ríos Chacabarro
 CIP N° 285472
 Lima, 19 de Octubre del 2023

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
 QUILANDRIA CUETO, JHONATAN RENATO
 PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio,
 Jr Bolívar Huarochiri 2023"
 UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0+250 Huarochiri
 IDENTIFICACIÓN : SUELO + Óxido de Magnesio 2%
 FECHA : 20/10/2023

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-3 M-2 (0.35 - 1.50)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C -91
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.065
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.6

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.065	1.887	1.744
Contenido de Humedad	7.6	7.6	7.6

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	335	1000	33.5
II	0.1	225	1000	22.5
III	0.1	145	1000	14.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 33.5 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 25.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

LSP (10/20)
 cal/circ
 O.S. N°156

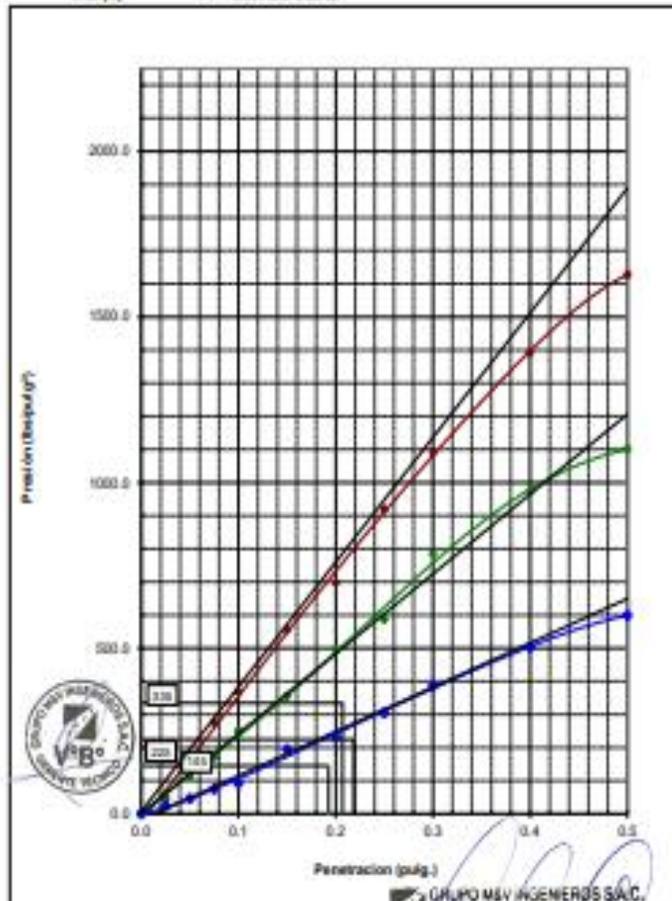


Lima, 05 de Octubre del 2022

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr. Bolívar Huarochiri 2022"
UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. D+250 Huarochiri
IDENTIFICACIÓN : SUELO + Óxido de Magnesio 2%
FECHA : 20/10/2023

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1583 (C) - 91

Calzate : C-2 M-2 (0.35 - 1.50)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof (m) : CURADO 3 DIAS



LSP (11/06)
 calch/vrc
 O.S. N°156

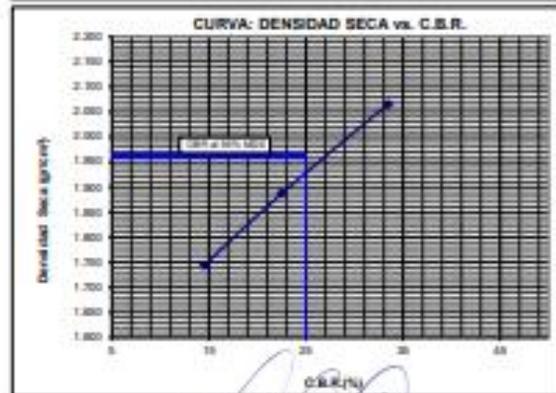
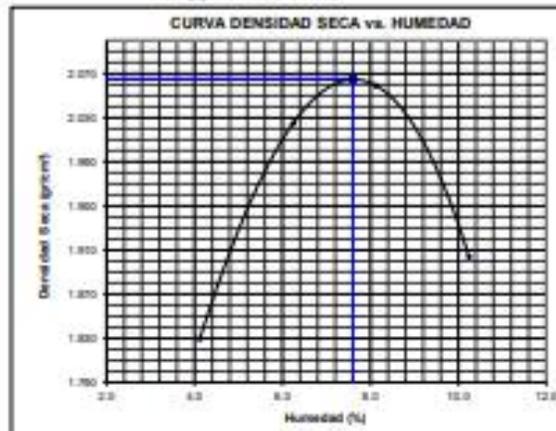
GRUPO M&V INGENIEROS SAC.
 Ing. Joster Rios Chingano
 CIP N° 269472
 Lima, 05 de Octubre del 2022

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
PROYECTO : Tarea "Estabilización de un suelo cohesionado para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr Bolívar Huachón 2022"
UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0-250 Huachón
IDENTIFICACIÓN : SUELO + Óxido de Magnesio 2%
FECHA : 20/10/2022

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C) - 91

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.065
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.8
 CBR al 100% de la MDS (%) : 33.5
 CBR al 90% de la MDS (%) : 25.0

Defensa : C-3 M2 (0.08 - 1.40)
 Muestra : SUELO+OXIDO
 Prof. (cm) : CURRADO 3 DN42



LSP(1208)
 calivva
 C.B. N°38

GRUPO M & V INGENIEROS SAC
 Ing. Justo Ros Chiriguano
 CAR N° 299472

Lima, 01 de Octubre del 2022

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
 QUIJANDRIA CUETO, JHONATAN RENATO
 PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio,
 Jr Bolívar Huarochiri 2023"
 UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0+250 Huarochiri
 IDENTIFICACIÓN : SUELO + Óxido de Magnesio 3%
 FECHA : 20/10/2023

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-3 M-2 (0.35 - 1.50)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C -91
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.069
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.2

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.069	1.885	1.746
Contenido de Humedad	7.2	7.4	7.4

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	395	1000	39.5
II	0.1	239	1000	23.9
III	0.1	165	1000	16.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 39.5 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 31.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00


 GRUPO M&V INGENIEROS SAC.
 Ing. Juster Ríos Chilingano
 CIP N° 269472

Nota: La muestra fue recibida e identificada por el solicitante.

LSP (13/20)
 cal/c/nc
 O.S. N°156

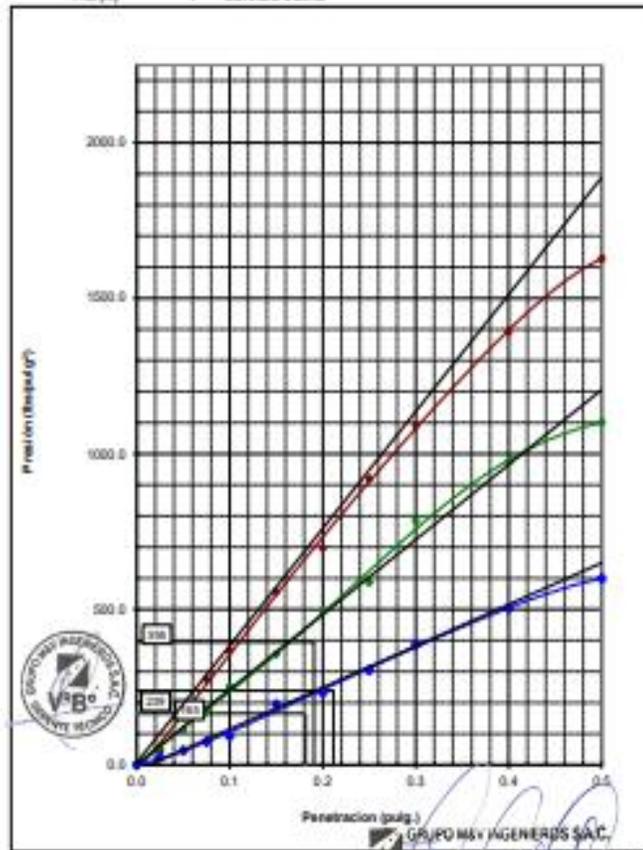


Lima, 19 de Octubre del 2023

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
QULIANDRIA CUETO, JHONATAN RENATO
PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando cido de magnesio, Jr. Bolívar Huacho del 2023"
UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0+250 Huacho del
IDENTIFICACIÓN : SUELO = Óxido de Magnesio 3%
FECHA : 20/10/2023

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C) - 91

Calicote : C-3 AF2 (0.35 - 1.50)
Muestra : SUMERGIDO
Prof (m) : CURADO 3 DIAS



LSP (14/26)
 calicivrc
 O.S. N°156

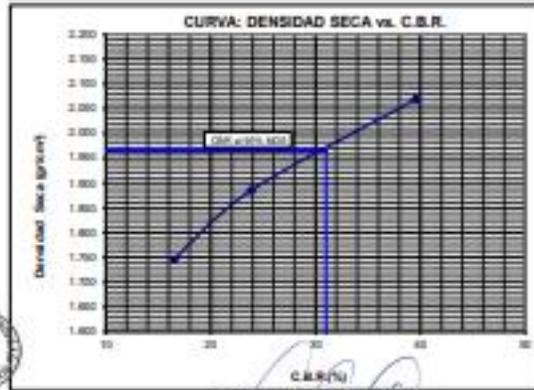
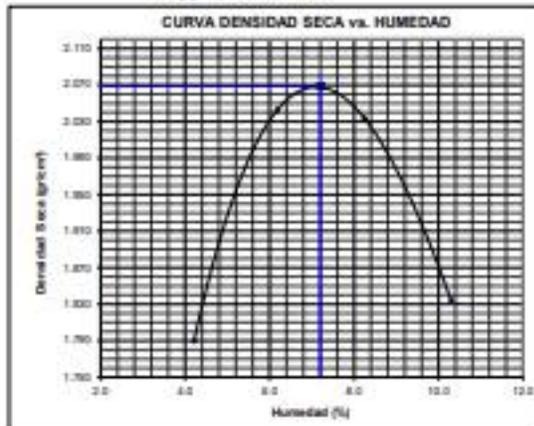
GRUPO M & V INGENIEROS SAC.
 Ing. Justo Rios Chingano
 CIP N° 269472
 Lima, 19 de Octubre del 2023

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesionado para subrasante aplicado éxito de magnesio, Jr Bolívar Huancayo 2022"
UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0-250 Huancayo
IDENTIFICACIÓN : S.L.C.O = Cústo de Magnesio 2%
FECHA : 20/10/2023

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C) - 31

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.069
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.2
 CBR al 100% de la MDS (%) : 28.5
 CBR al 95% de la MDS (%) : 21.0

Celera : C.D. M2 (p.38 - 1.80)
 Muestra : SUBRASANTE
 Prf(ge) : CURISCO DIAZ



LSP (100%)
 calificación
 C.B. N°156

Ing. Justo Ríos Chingano
Ing. Justo Ríos Chingano
 CIP N° 249473

Lima, 20 de Octubre del 2023

FIRMA EN E

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
QUIJANDRIA CUETO, JHONATAN RENATO

PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio,
Jr Bolívar Huarochiri 2023"

UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0+250 Huarochiri

IDENTIFICACIÓN : SUELO + Óxido de Magnesio 4%

FECHA : 20/10/2023

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

E. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-3 M-2 (0.35 - 1.50)
Muestra : SUMERGIDO
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C -91

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.026
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.5

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	2.026	1.895	1.744
Contenido de Humedad	7.5	7.8	7.7

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	440	1000	44.0
II	0.1	294	1000	29.4
III	0.1	154	1000	15.4

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 44.0 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 35.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

GRUPO M&V INGENIEROS SAC.
[Firma]
Ing. Justo Rios Chilingano
CIP N° 269472

Nota: La muestra fue recibida e identificada por el solicitante.

LSP (10/26)
calb/vnc
O.S. N°156

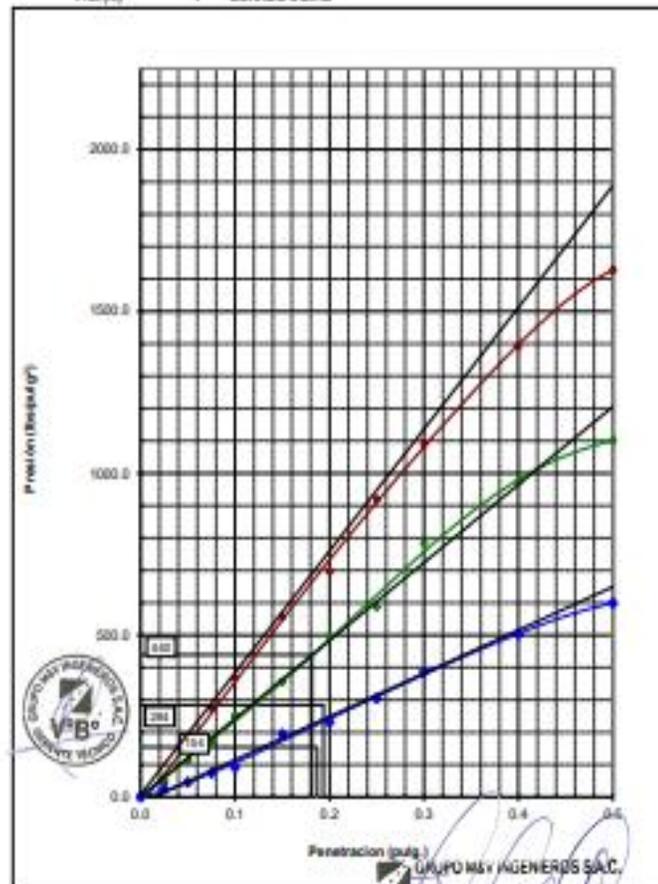


Lima, 19 de Octubre del 2023

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
QULANDRIA CUETO, JHONATAN RENATO
PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr. Bolívar Huarochiri 2023"
UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0+250 Huarochiri
IDENTIFICACIÓN: SUELO + Óxido de Magnesio 4%
FECHA : 20/10/2023

ENSAYO CALFORMA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C) - 91

Calcasta : C-2 M-2 (0.25 - 1.50)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof (ps) : CURADO 3 DIAS



LSP (17/26)
 calchirc
 O.S. N°156

GRUPO M&V INGENIEROS SAC
 Ing. Joster Rios Chilingano
 CIR N° 265472

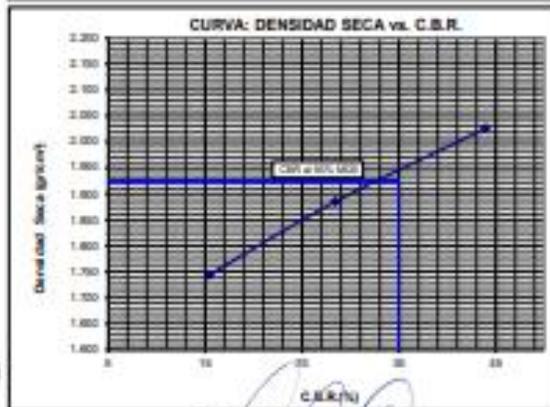
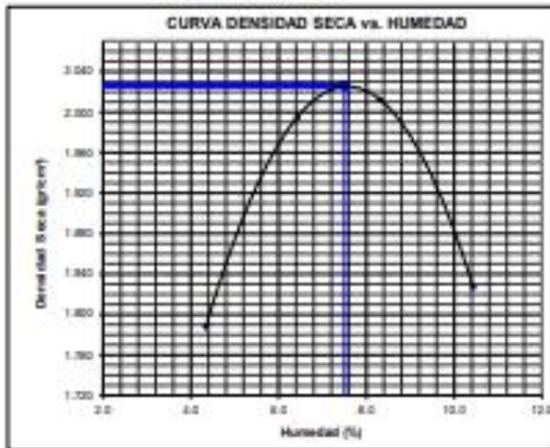
Lima, 19 de Octubre del 2023

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
QUIMADRIA CUSTO, JHONATAN RENATO
PROYECTO : Tarea "Estabilización de un sustrato cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr Bolívar Huancayo 2022"
UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0+250 Huancayo
IDENTIFICACIÓN : SUELO - Óxido de Magnesio 4%
FECHA : 20/10/2023

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1533 (C) - 91

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.028
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.5
 CBR al 100% de la MDS (%) : 44.0
 CBR al 95% de la MDS (%) : 35.0

Celular : C/D M2 (0.30 - 1.50)
 Muestra : SUBSTRATO
 Proyecto : CURSO 3 DIAZ



LSP (10/20)
 cal/lima
 C.B. N° 158

GRUPO M&V INGENIEROS SAC.
 Ing. Justo Pico Chirigano
 CPA N° 269473

Lima, 18 de Octubre de 2023

FIRMA

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
 QUILANDRIA CUETO, JHONATAN RENATO
 PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio,
 Jr Bolívar Huarochiri 2023"
 UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. 0+250 Huarochiri
 IDENTIFICACIÓN : SUELO + Óxido de Magnesio 5%
 FECHA : 20/10/2023

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1683-9 C

Calicata : C-3 M-2 (0.35 - 1.50)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C -91
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.034
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.3

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.034	1.888	1.750
Contenido de Humedad	7.3	7.3	7.3

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	472	1000	47.2
II	0.1	315	1000	31.5
III	0.1	202	1000	20.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 47.2 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 38.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue recibida e identificada por el solicitante.


 GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
 Ing. Justo Ríos Chilingano
 CIP N° 269472

LSP (1926)
 cast/enc
 O.S. N°156

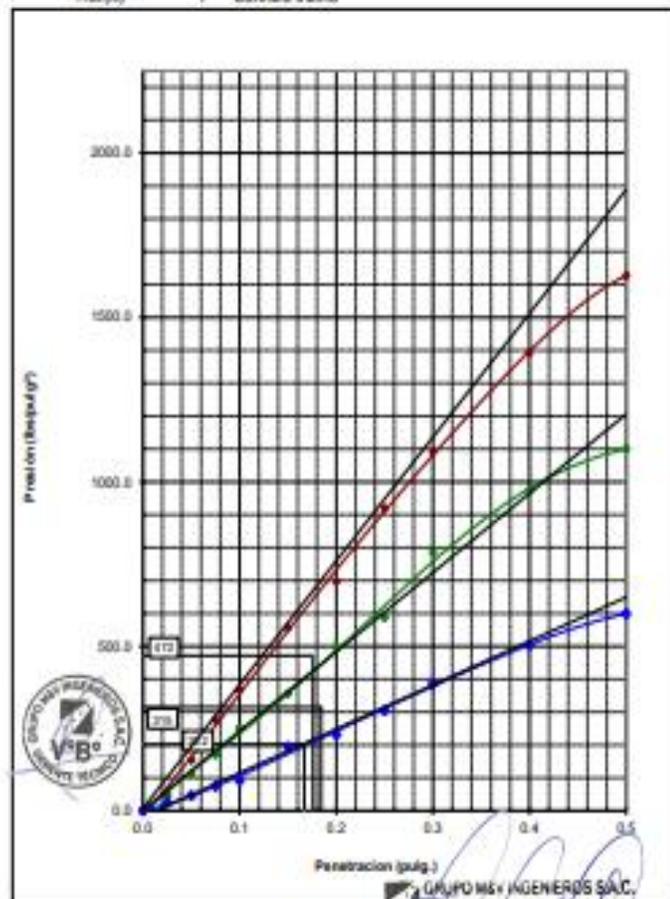


Lima, 19 de Octubre del 2023

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr. Bolívar Huarochiri 2023"
UBICACIÓN : Jr. Bolívar Km. D+250 Huarochiri
IDENTIFICACIÓN : SUELO + Óxido de Magnesio 5%
FECHA : 20/10/2023

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C) - 91

Calicote : C-2 A-2 (0.35 - 1.50)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof. (es) : CURADO 3 DIAS



LSP (20/26)
 cafc/vrc
 O.S. N°156

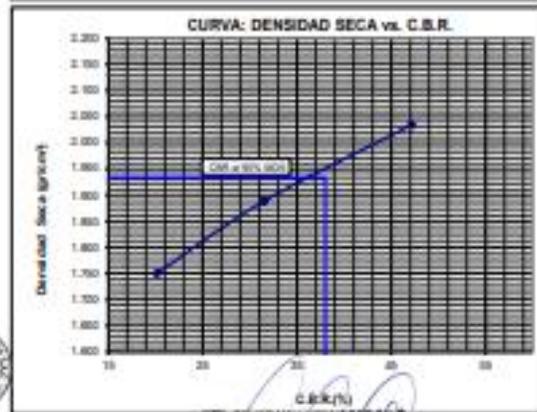
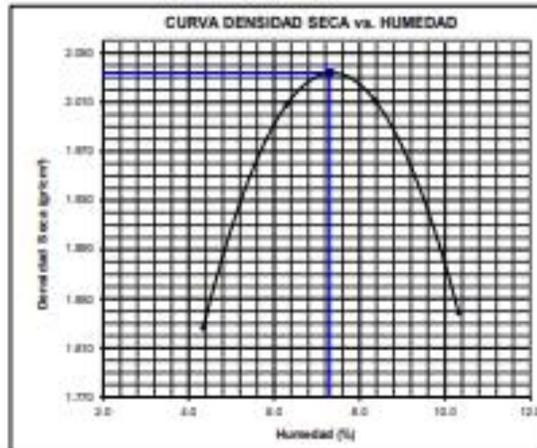
GRUPO M & V INGENIEROS SAC
 Ing. Justo Rios Chingano
 CIR N° 265472
 Lima, 19 de Octubre del 2023

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
QUILANDRA CUSTO, JHONATAN RENATO
PROYECTO : Tesis "Estabilización de un nuevo cohesivo para sustrato aplicado éxito de magnesio, Jr Bolívar Huancayo 2022"
UBICACIÓN : J. Bolívar Km. 0-250 Huancayo
IDENTIFICACIÓN : SUELO + Óxido de Magnesio 5%
FECHA : 20/10/2023

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C) - 91

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.034
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.3
 CBR al 100% de la MDS (%) : 47.2
 CBR al 95% de la MDS (%) : 38.0

Celula : C-3 M-2 (0.30 - 1.80)
 Muestra : SUBMANSICO
 Prueba : CURVED 3 DMZ



LSP (21/08)
 ref:100
 C.B. N°186

GRUPO M & V INGENIEROS SAC
 Ing. Justo Pineda Urzúa
 CURP: 265472
 Lima, 20 de Octubre del 2023



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 156 - 2023 - M&V

SOLICITANTE	: CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO QUIMBORIA CUETO, JHONATAN RENATO	MUESTRA	: Probetas 3"x6"
PROYECTO DE TESIS	: Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr Bolívar Huacochí 2023"	CONDICIÓN	: C-3 0-750 Muestra moldeada.
PROCEDENCIA	: Jr Bolívar Huacochí	CANTIDAD	: 15 unidades
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2023.09.19	FECHA DE ENSAYO	: 2023.09.19 al 10.31

MTC E 121 COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
1	suelo + 1% de Óxido de Magnesio	22/09/23	20/10/23	28	10.1	80.1	101	1.26
2		22/09/23	20/10/23	28	10.2	81.7	103	1.26
3		22/09/23	20/10/23	28	10.0	78.5	100	1.27
1	suelo + 2% de Óxido de Magnesio	22/09/23	20/10/23	28	10.1	80.1	112	1.44
2		22/09/23	20/10/23	28	10.2	81.7	116	1.42
3		22/09/23	20/10/23	28	10.0	78.5	114	1.45
1	suelo + 3% de Óxido de Magnesio	22/09/23	20/10/23	28	10.2	81.7	120	1.47
2		22/09/23	20/10/23	28	10.0	78.5	118	1.50
3		22/09/23	20/10/23	28	10.0	78.5	119	1.52
1	suelo + 4% de Óxido de Magnesio	22/09/23	20/10/23	28	10.1	80.1	126	1.57
2		22/09/23	20/10/23	28	10.2	81.7	128	1.57
3		22/09/23	20/10/23	28	10.0	78.5	127	1.62
1	suelo + 5% de Óxido de Magnesio	22/09/23	20/10/23	28	10.1	80.1	129	1.61
2		22/09/23	20/10/23	28	10.0	78.5	130	1.66
3		22/09/23	20/10/23	28	10.1	80.1	133	1.66
Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión								
Marca	G&L LABORATORIO		Modelo	STYE-2000			Serie	N° 170251
Fecha de calibración: 2023.06.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 343 - 2023								

Observaciones

- Suelo compactado a la MDS (Máxima Densidad Seca) del Proctor modificado.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.19
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm²) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.




GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.
 Ing. Justo Ríos Chirigano
 CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (26/26)
 gms/jch/ra
 O.S. N°156

Cerro San Miguel 16 D.U. S° H. 1 - Urb. Campo - S.J.L. / M. A. U. 8 Urb. Los Granados 1°, Elapa - Calle
 Telfax: (511) 713-2738 - Celular RRC (511) 947 708 888 (WhatsApp) / DMEL 963 338 255 (WhatsApp)
 LIMA PERU

mvc_ingas@hotmail.com
grupomv_ingas@gmail.com
www.ingenieros.com

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 156 - 2023 - M&V

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO MUESTRA : Probetas 3"x6"
 QULIANDRIA CUETO, JHONATAN RENATO
 PROYECTO DE TESIS : Tesis 'Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr Bolívar Huarochiri 2023' CONDICIÓN : C-3 0-750 Muestra moldeada.
 PROCEDENCIA : Jr Bolívar Huarochiri CANTIDAD : 15 unidades
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.19 FECHA DE ENSAYO : 2023.09.19 al 10.21

MTC E 121 COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
1	suelo + 1% de Óxido de Magnesio	22/09/23	20/10/23	28	10.1	80.1	101	1.26
2		22/09/23	20/10/23	28	10.2	81.7	103	1.26
3		22/09/23	20/10/23	28	10.0	78.5	100	1.27
1	suelo + 2% de Óxido de Magnesio	22/09/23	20/10/23	28	10.1	80.1	115	1.44
2		22/09/23	20/10/23	28	10.2	81.7	116	1.42
3		22/09/23	20/10/23	28	10.0	78.5	114	1.45
1	suelo + 3% de Óxido de Magnesio	22/09/23	20/10/23	28	10.2	81.7	120	1.47
2		22/09/23	20/10/23	28	10.0	78.5	118	1.50
3		22/09/23	20/10/23	28	10.0	78.5	119	1.52
1	suelo + 4% de Óxido de Magnesio	22/09/23	20/10/23	28	10.1	80.1	126	1.57
2		22/09/23	20/10/23	28	10.2	81.7	128	1.57
3		22/09/23	20/10/23	28	10.0	78.5	127	1.62
1	suelo + 5% de Óxido de Magnesio	22/09/23	20/10/23	28	10.1	80.1	129	1.61
2		22/09/23	20/10/23	28	10.0	78.5	130	1.66
3		22/09/23	20/10/23	28	10.1	80.1	133	1.66
Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión								
Marca : G&L LABORATORIO		Modelo : STYE-2000			Serie : N° 170251			
Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LFP - 363 - 2023								

Observaciones

- Suelo compactado a la MDS (Máxima Densidad Seca) del Proctor modificado.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.19
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm²) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



GRUPO M&V INGENIEROS SAC.

 Ing. Joster Rios Chilingano
 CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (2026)
 gms/jch/ka
 O.S. N°156

Corp. San Miguel Mz. D Lt. 8° M. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 8 Urb. Los Graseles 1ª. Etapa - Colles.
 Telfax: (511) 772-2778 Celular R/C (511) 947 709 989 (WhatsApp) / ENTEL 963 334 255 (WhatsApp)
 LIMA - PERU

m&v_ingasac@hotmail.com
grupomyingasac@gmail.com
www.ingenieros.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

PROYECTO : Tesis "Estabilización de un suelo cohesivo para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr Bolívar Huarochiri 2023"
CANTERA : SUELOS **ING. RESPONSABLE :** mpp / jema
MUESTRA : Agregados **TECNICO :** kra
SOLICITADO : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO
 QUILANDRIA CUETO, JHONATAN RENATO **FECHA :** 21.09 al 19.10.2023

NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

Código de la muestra	C-1 M-2	C-2 M-2	C-3 M-2
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE) A			
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (SUMERGIDO) B			
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS C=(A-B)			
PESO DE MATERIAL SECO D			
VOLUMEN DE LA MASA E=C-(A-D)			
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) D/C			
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) A/C			
PESO APARENTE (BASE SECA) D/E			
ABSORCIÓN			

NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino

PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) A	701.4	704.0	699.0
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL B	1001.4	1004.0	999.0
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO EL AIRE) C	893.0	899.2	891.0
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS D=(B-C)	108.4	104.8	108.0
PESO DE MATERIAL SECO E	297.0	291.4	296.4
VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO MATERIAL S.S.S-E)	105.4	96.2	104.4
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) E/D	2.740	2.781	2.744
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S/D	2.768	2.863	2.778
PESO APARENTE (BASE SECA) E/F	2.818	3.029	2.839
ABSORCIÓN	1.01	2.95	1.21

OBSERVACIONES:

M&V (A/26)
jco/jemskra
O.S. N° 156



GRUPO M&V INGENIEROS SAC.

Ing. Justo Rios Chilingano
CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre de 2023

 Grupo M & V Ingenieros SAC RUC 20604350205	FORMATO	Código	0.005V 18.01
	ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA	Revisión	01
		Fecha	21/09/2023
		Página	8 de 28

Informe	08.002.000V	Fecha de Recepción:	18/10/2023
Solicitante	CARLO PEREZ VA, SABEL ALFREDO	Fecha de Ejecución:	21/10/2023
Proyecto	Tarea "Estabilización de un suelo cohesionado para subsostrato aplicando calce de magnesio, Jr Bolívar Huarochiri 2023"		
Fecha	Setiembre del 2023		
Datos de la muestra:			
Ubicación	Jr. Bolívar Km. 0-750 Huarochiri		
Muestra	C-2 M2		

SALES SOLUBLES TOTALES				
NTP 208.162 / ISO 11271-Part 3				
RELACION DE MEZCLA SECO - AGUA DESTILADA	1 : 2			
NÚMERO DE BASKET	---	0-04	0-14	
PESO DE BASKET	(g)	50.1594	51.3470	
PESO DEL BASKET + RESIDUO DE SALES	(g)	50.1803	51.3570	
PESO DEL RESIDUO DE SALES	(g)	0.0209	0.0100	
VOLUMEN DE SOLUCIÓN TOMADA	(ml)	30	30	
CONSTITUYENTES DE SALES SOLUBLES EN LEJUETA	(p.p.m.)	178	178	
CONSTITUYENTES DE SALES SOLUBLES EN MUESTRA	(p.p.m.)	354	354	
CONSTITUYENTES DE S.S EN PESO SECO	(%)	0.003	0.008	

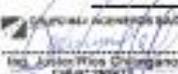
SULFATOS SOLUBLES				
NTP 238.178 / AASHTO T298				
VOLUMEN DE AGUA DESTILADA	(ml)	300	300	
PESO DE SUELO SECO	(g)	100	100	
NÚMERO DE CRESOL	---	2	2	
PESO DEL CRESOL	(g)	20.0207	20.0210	
PESO DEL CRESOL + RESIDUO DE SULFATOS	(g)	20.0380	20.0381	
PESO DE RESIDUO DE SULFATOS	(g)	0.0173	0.0171	
VOLUMEN DE LA SOLUCIÓN TOMADA	(ml)	30	30	
PESO DE LA MUESTRA EN VOLUMEN DE SOLUCIÓN	(g)	10	10	
CONCENTRACIÓN DE IÓN SULFATO	(p.p.m.)	98	100	
CONTENIDO DE SULFATOS	(%)	0.016	0.016	

CLORUROS SOLUBLES				
NTP 238.178 / AASHTO T298				
VOLUMEN DE AGUA DESTILADA	(ml)	300	300	
PESO DE SUELO SECO	(g)	100	100	
VOLUMEN DE SOLUCIÓN TOMADA	(ml)	30	30	
TITULACION DE LA SOLUCIÓN DE NITRATO DE PLATA	(ml)	1.1	1.1	
VOLUMEN DE SOLUCIÓN DE NITRATO DE PLATA	(ml)	1.1	1.1	
PESO DE MUESTRA EN VOLUMEN DE SOLUCIÓN	(g)	10.00	10.00	
CONTENIDO DE CLORUROS	(p.p.m.)	44	44	
CONTENIDO DE CLORUROS	(%)	0.004	0.004	
SH DE ENSAYO	---	7.00	7.00	



Método de preparación Horn	<input type="checkbox"/>	2F	Ámbra	<input type="checkbox"/>
Método de secado Horn	<input type="checkbox"/>	110±5°C	Ámbra	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:
 Seguir procedimiento de ensayo en función al suelo por el tanto N°12
 Clasificación visual - manual: ---


 Ing. Jairo Wladimir Chiriguano
 C.R.N. 28015

M&V (SAC)
 Independencia
 C.R. N° 186

Lima, 18 de Octubre del 2023

Carp. San Miguel M.O.L. 814E, 1 - Urb. Ganspoy - S.J.L. / M2, A.L. 818B, Los Girasoles 1º Etapa - Colón.
 Telfax: (511) 772-2770 Celular RPC (511) 947 709 966 (WhatsApp) / ENTEL 983 336 255 (WhatsApp)
 LIMA-PORU

myr_ingecac@hotmail.com
 grupomv_ingecac@gmail.com
 www.ingenieros.com

INFORME DE ENSAYO N° 156 - 2023 - M&VJMI

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO MUESTRA : SUELO
 PROYECTO DE OBRAS : QUILANDRA CUETO, JHONATAN RENATO IDENTIFICACIÓN : Callata
 UBICACIÓN : J. Bolívar Huasichal CANTIDAD : 80.0 Kg
 FECHA DE RECEPCIÓN : 21.09.2023 PRESENTACIÓN : Saco
 FECHA ENSAYO : 21.09.2023

MALLAS		DENOMINACIÓN	Ø=200 L.DER.				
SEÑAL AMERICANA	ABERTURA (mm)		C-1 M-1 (0.00 - 0.40)		C-1 M-2 (0.40 - 1.00)		
		NO. DE ENSAYO	RET (%)	PROD. (Kg)	RET (%)	PROD. (Kg)	
3"	76.200	MTC 6-107 (2000)					
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050			100			
1/2"	12.700			5	85		
3/8"	9.525			6	89		
1/4"	6.350			8	81		
N° 4	4.750			6	75		
N° 6	3.350			5	70	100	
N° 8	2.360			4	66	4	96
N° 10	2.000			4	62	3	93
N° 15	1.180			5	57	5	89
N° 20	0.850			4	53	4	84
N° 30	0.600			3	50	5	79
N° 40	0.425			5	45	5	74
N° 50	0.297			3	42	6	69
N° 60	0.177			13	29	18	50
N° 100	0.149			4	25	5	45
N° 200	0.074		3	22	4	41	
- N° 200	-		22	-	61	-	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 309.127 (1 999)	1.5		2.2		
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)		NTP 309.126 (1 999)	22		28		
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		NTP 309.126 (1 999)	NP		21		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 309.126 (1 999)	NP		5		
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCE)		NTP 309.130 (1 999)	SM		SC-SM		
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASHDT)		NTP 309.130 (1 999)	A-1-4 (S)		A-1-6 (S)		

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 21.09.2023.
- Este documento no autoriza al empleador de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



GRUPO M&V INGENIEROS SAC
 Ing. Justo Pitos Chilingano
 C.R. N° 269473

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (129)
 m&v@mv.com
 O.S. N° 156

Coop. San Miguel D.U. 8° Int. 1 - Urb. Campay - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Orizales 1° Etapa - Callao.
 Telfax: (51) 661-9143 Callar RPC (51) 94778-9666 (WhatsApp) / INTEL 93073-5810 (WhatsApp)
 LIMA-PERU

m&v_ing@mv.com
colaboraciones@mvingenieros.com
www.ingenieros.com

INFORME DE ENSAYO N° 157 - 2023 - M&VUMI

SOLICITANTE : CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO MUESTRA : SUELO
 QUILANDRIA CUETO, JONATAN RENATO IDENTIFICACIÓN : Calcuta
 PROYECTO DE TESIS : Estabilización de un suelo cohesionado para subrasante aplicando óxido de magnesio, Jr. Bolívar Huancabí CANTIDAD : 50.0 Kg
 UBICACIÓN : Jr. Bolívar Huancabí PRESENTACIÓN : Saco
 FECHA DE RECEPCIÓN : 21.09.2023 FECHA ENSAYO : 21.09.2023

MALLAS		DENOMINACIÓN	S+ 800											
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)		C-2 M-1 (0.00 - 0.42)		C-2 M-2 (0.41 - 1.80)									
		SCRIBAS ENSAYO	RET (%)	PROB (%)	RET (%)	PROB (%)								
	2"	76.200												
	2 1/2"	63.500												
	3"	50.800												
	1 1/2"	38.100												
	1"	25.400		100										
	3/4"	19.000		9	95									
	1/2"	12.700		4	91									
	3/8"	9.500		7	84									
	1/4"	6.300		5	79									
	N° 4	4.750		5	74	100								
	N° 8	3.350	MTC 6-107 (2000)	4	70	9	93							
	N° 10	2.000		3	67	9	90							
	N° 15	1.000		5	62	9	84							
	N° 20	0.850		4	58	9	79							
	N° 30	0.600		5	53	4	73							
	N° 40	0.425		5	48	9	67							
	N° 60	0.250		4	44	9	62							
	N° 80	0.177		3	41	9	57							
	N° 100	0.149		14	27	18	39							
	N° 200	0.075		3	24	9	34							
	- N° 200	-		4	20	6	30							
				23	-	30	-							
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 200.127 (I 999)	2.1		3.3									
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)		NTP 200.129 (I 999)	22		28									
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		NTP 200.129 (I 999)	NP		22									
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 200.129 (I 999)	NP		0									
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (USCS)		NTP 200.129 (I 999)	SM		SC(SM)									
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)		NTP 200.129 (99)	A-1-4 (S)		A-2-4 (S)									

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de emisión de ensayo y preparación: 21.09.2023
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



GRUPO M & V INGENIEROS SAC
 Ing. Justo Ríos Changano
 C.I.R. N° 266473

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (100)
 03. N° 107

Coop. San Miguel/Mz D.L. 8/Int. 1 - Urb. Campes - S.J.L. / Mz. A.U. 6 Urb. Los Órtales 1ª. Etapa - Callao.
 Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-0686 (WhatsApp) / INTTEL 92673-5810 (WhatsApp)
 LIMA - PERU

mw_inpcac@hotmail.com
colaboraciones@mv Ingenieros.com
www.ingenieros.com



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 157 - 2023 - MBVUMI

SOLICITANTE	:	CANTO PEREYRA, SAMUEL ALFREDO	MUESTRA	:	SUELO
PROYECTO DE OBRAS	:	QUILANDRIA CORTO, JHONATAN RENATO	IDENTIFICACIÓN	:	CAROLINA
UBICACIÓN	:	Estadización de un cuarto colectivo para subterráneo aplicando elodo de magrezo, Jr Bolívar Huancayo 2023	CANTIDAD	:	75.0 Kg
FECHA DE RECEPCIÓN	:	Jr. Bolívar Huancayo	PRESENTACIÓN	:	Seco
	:	21.09.2023	FECHA ENSAYO	:	21.09.2023

MALLAS		DENOMINACIÓN	0+100						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)		C-1 M-1 (0.00 - 0.30)		C-2 M-2 (0.30 - 1.00)				
		SERIES ENSAYO	RET (%)	PPM (g/g)	RET (%)	PPM (g/g)			
2"	50.800	MTC 6-107 (2000)							
2 1/2"	63.500								
3"	76.200								
3 1/2"	89.000								
4"	101.600								
4 1/2"	114.300								
5"	127.000								
5 1/2"	139.700								
6"	152.400								
6 1/2"	165.100								
7"	177.800								
7 1/2"	190.500								
8"	203.200								
9"	228.000								
10"	253.800								
12"	304.800								
15"	381.000								
19"	482.600								
25"	635.000								
30"	762.000								
37.5"	952.500								
45"	1143.000								
54"	1371.600								
63"	1600.200								
75"	1905.000								
90"	2286.000								
108"	2743.200								
126"	3200.400								
150"	3810.000								
180"	4572.000								
225"	5715.000								
270"	6858.000								
330"	8382.000								
405"	10264.500								
480"	12147.000								
570"	14589.000								
675"	17236.250								
810"	20532.000								
972"	24878.400								
1170"	29925.000								
1404"	35643.600								
1686"	42798.300								
2016"	51168.000								
2406"	61002.000								
2886"	72602.400								
3486"	86343.000								
4206"	102424.200								
5046"	120845.400								
6006"	141606.600								
7086"	164807.800								
8286"	190449.000								
9606"	218530.200								
11146"	249951.400								
12906"	284712.600								
14886"	322813.800								
17086"	364235.000								
19506"	409996.200								
22146"	459997.400								
25026"	514198.600								
28146"	572599.800								
31506"	635201.000								
35106"	701902.200								
38946"	772703.400								
43026"	847604.600								
47346"	925605.800								
51906"	1006707.000								
56706"	1090908.200								
61746"	1178209.400								
67026"	1268610.600								
72546"	1362111.800								
78306"	1458713.000								
84306"	1558414.200								
90546"	1661215.400								
97026"	1767116.600								
103746"	1876117.800								
110706"	1988219.000								
117906"	2103420.200								
125346"	2221721.400								
133026"	2343122.600								
140946"	2467623.800								
149106"	2595225.000								
157506"	2725926.200								
166146"	2859727.400								
175026"	2996628.600								
184146"	3136629.800								
193506"	3279731.000								
203106"	3425932.200								
212946"	3575233.400								
223026"	3727634.600								
233346"	3883135.800								
243906"	4041737.000								
254706"	4203438.200								
265746"	4368239.400								
277026"	4536140.600								
288546"	4707141.800								
300306"	4881243.000								
312306"	5058444.200								
324546"	5238745.400								
337026"	5422146.600								
349746"	5608647.800								
362706"	5798249.000								
375906"	5990950.200								
389346"	6186751.400								
403026"	6385652.600								
416946"	6587653.800								
431106"	6792755.000								
445506"	6900956.200								
460146"	7112257.400								
475026"	7326658.600								
490146"	7544159.800								
505506"	7764761.000								
521106"	7988462.200								
536946"	8215263.400								
553026"	8445164.600								
569346"	8678165.800								
585906"	8914267.000								
602706"	9153468.200								
619746"	9395769.400								
637026"	9641170.600								
654546"	9889671.800								
672306"	10141273.000								
690306"	10395974.200								
708546"	10653775.400								
727026"	10914676.600								
745746"	11178677.800								
764706"	11445779.000								
783906"	11715980.200								
803346"	11989281.400								
823026"	12265682.600								
842946"	12545183.800								
863106"	12827785.000								
883506"	13113486.200								
904146"	13402287.400								
925026"	13694188.600								
946146"	13989189.800								
967506"	14287291.000								
989106"	14588492.200								
101146"	14892693.400								
103466"	15199894.600								
105846"	15509995.800								
108286"	15822997.000								
110786"	16138898.200								
113346"	16456699.400								
115966"	16776400.600								
118646"	17098101.800								
121386"	17421803.000								
124186"	17748504.200								
127046"	18077205.400								
130066"	18408906.600								
133146"	18743607.800								
136286"	19081309.000								
139486"	19422010.200								
142746"	19765711.400								
146066"	20112412.600								
149446"	20462113.800								
152886"	20814815.000								
156386"	21170516.200								
160946"	21529217.400								
165566"	21890918.600								
170246"	22255619.800								
175066"	22623321.000								
180046"	22994022.200								
185086"	23367723.400								
190286"	23744424.600								
195546"	24124125.800								
200966"	24506827.000								