



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición del cemento caducado en la subrasante de un suelo arcilloso
para mejorar sus propiedades mecánicas Cusco 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Mamani Quispe, Edgar (orcid.org/0000-0001-5438-8619)

ASESOR

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (orcid.org/0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación tecnológica y desarrollo sostenible

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mis Padres, por haberme concedido la existencia, y con ella la capacidad de superarme, superación que se ve reflejada en el presente trabajo.

A mi esposa e hijas, quienes instituyeron parte importante en mi formación profesional, brindándome fortaleza para mí andar en el día a día, en este camino duro de la vida y que pese a lo difícil que es el sendero de la superación hoy veo reflejado con satisfacción que voy por buen camino.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental de la realización de esta tesis. A mi asesor, por su invaluable orientación y paciencia a lo largo de este proceso, así como a mis familiares y amigos, por su apoyo incondicional y palabras de aliento que me han impulsado a superar los desafíos. También quiero agradecer a los participantes de mi estudio, cuya colaboración ha enriquecido significativamente los resultados obtenidos. Sin su contribución, este trabajo no habría sido posible.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	9
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Método de investigación.....	26
3.2. Diseño de la investigación.....	26
3.3. Población y muestra de la investigación	29
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5. Procedimientos	32
3.6. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos	34
IV. RESULTADOS	38
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de investigación	27
Tabla 2. BASE DE DATOS DESARROLLADO	39
Tabla 3. resultados discusión 1	40
Tabla 4. resultados discusión 1	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Grafica de ensayo de CBR	19
Figura 2. Carta de Casagrande (Suelos finos y orgánicos).....	21
Figura 3. Principio de compactación	23
Figura 4. Horno para el secado de muestra.....	24
Figura 5: Ubicación en el mapa.....	31
Figura 6: Ubicación satelital	31

RESUMEN

El presente estudio se enfocó en investigar los efectos de la adición de cemento caducado en la subrasante de un suelo arcilloso con el objetivo de mejorar sus propiedades mecánicas. Se llevó a cabo en la ciudad de Cusco durante el año 2023. La tesis se basó en un diseño experimental, donde se realizaron pruebas de laboratorio para evaluar las características físicas y mecánicas del suelo arcilloso modificado con cemento caducado. Los resultados obtenidos demostraron que la adición de cemento caducado tuvo un efecto positivo en la resistencia y estabilidad del suelo, incrementando su capacidad de carga y reduciendo su deformación. Además, se realizó un análisis económico para evaluar la viabilidad de utilizar cemento caducado en proyectos de mejoramiento de suelos. Los hallazgos de esta investigación proporcionan una alternativa sostenible y económica para la estabilización de suelos arcillosos, contribuyendo así al desarrollo de infraestructura vial de calidad en la región de Cusco.

PALABRAS CLAVE: Cemento, Estabilización de suelos, mecánica de suelos, reciclaje

ABSTRACT

The present study focused on investigating the effects of the addition of expired cement in the subgrade of a clayey soil with the aim of improving its mechanical properties. It was carried out in the city of Cusco during the year 2023. The thesis was based on an experimental design, where laboratory tests were carried out to evaluate the physical and mechanical characteristics of clayey soil modified with expired cement. The results obtained showed that the addition of expired cement had a positive effect on the resistance and stability of the soil, increasing its load capacity and reducing its deformation. In addition, an economic analysis was carried out to assess the feasibility of using expired cement in soil improvement projects. The findings of this research provide a sustainable and economical alternative for the stabilization of clayey soils, thus contributing to the development of quality road infrastructure in the Cusco region.

KEYWORDS: Cement, Soil stabilization, soil mechanics, recycling

I. INTRODUCCIÓN

En todos los países se realiza procedimientos y mejoras de diferentes métodos como la aplicación de diferentes productos tanto naturales como químicos o con la utilización de productos reciclables para desarrollar las características del suelo. Estas mejoras se realizan porque las vías de las carreteras sufren daños y son deteriorados en un lapso reducido de tiempo perjudicando la infraestructura de la carretera. En el país y en la región de Cusco se pretende tener vías rurales y departamentales sin daños en la infraestructura por ende se pretende incorporar técnicas para mejorar y solucionar los problemas que suceden en las carreteras; se pudo investigar que en diferentes departamentos del Perú se utilizaron técnicas tanto naturales, químicas y residuales para mejorar dichos suelos. **A nivel internacional.** En las provincias correspondientes en la región costera ecuatoriana, fueron encontrados la existencia de suelos de carácter expansivos los mismos que constantemente generan inestabilidad sobre las obras; esto genera la necesidad de requerir alternativas para estabilizar suelos, y con estas características, las mismas que generan problemas graves a nivel de geotecnia en la disposición de la construcción por su plasticidad alta como también a su volumen inestable, respecto a cómo se considera la manifestación de la humedad sobre los mismos. Son denominados estos suelos como expansivos debido a que al exponerse a la humedad sufren cambios de contracción como también de expansión, estos cambios volumétricos se deben además por la presencia del agua, también por la presencia eléctrica cargada y por su composición mineralógica como caolinita, ilitas,

o montmorillonita, cuya particularidad existente reside en su capacidad de absorción de agua, en su estructura de moléculas y está a su vez genera modificaciones en su volumen. Sánchez Albán, M. A. (2014). En la región norte de Chile de manera típica el suelo se caracteriza según su composición y cuyo caso al ser expansivo se compone de manera principal por silicatos cuya disposición molecular en su estructura se presenta de forma laminar y sus enlaces que unen las láminas tienen fuerza relativamente débil, la misma que permite el ingreso del agua que como consecuencia trae el desequilibrio y la expansión derivado del incremento eléctricamente de modo que al ejercer repulsión sobre ellas en el espacio dónde se manifiesta la carga, las capas automáticamente también incrementan su volumen en el suelo y esto también incrementa la presión según la condición de hinchamiento, y como consecuencia trae problemas en las obras de ingeniería generando su destrucción y a su vez nuevos daño sobre las condiciones de vida de los beneficiarios así mismo gastos elevados. Ayala Avellán, G. G. (2017). **A nivel nacional**. Avellán, G. G. (2017). “En la ciudad de Arequipa existen manifestaciones lluviosas que traen consigo incremento en la humedad del ambiente, lo cual genera daños sobre el cemento, dichos daños repercutirán en las condiciones de su almacenaje por lo que se plantea en la investigación que las propiedades comparadas en el aspecto mecánico, corresponden al concreto con moderada resistencia, todo en el contexto de los meses de mayor humedad, utilizándose material almacenado en las condiciones que sean tanto favorables como también desfavorables. Cana Colque, O., & Quispe Trelles, C. (2018). En el Peru. Peralta Tingal, P., Cerrón Holgado

(2021). El art 37 de la norma E.050 de Suelos y cimentaciones indica Cana Colque, D., & Quispe Trelles, S. (2018). En el Peru. Peralta Tingal, S., Cerrón Holgado (2021). Las arcillas expansivas son un tipo de suelo que presenta cambios significativos en su volumen en respuesta a variaciones en su contenido de humedad. Estas variaciones pueden ocasionar daños en las estructuras y requerir medidas de mitigación para evitar problemas futuros. La clasificación de las modificaciones de volumen y la capacidad de expansión de las arcillas se realiza para comprender su comportamiento y tomar decisiones adecuadas en cuanto a la construcción o intervención de obras en suelos con estas características. En primer lugar, es importante evaluar el comportamiento de las arcillas expansivas. Esto implica estudiar su capacidad de expansión y contracción en relación con los cambios en la humedad. Para ello, se emplean métodos directos e indirectos de medición.

Los métodos directos implican la realización de ensayos en laboratorio utilizando muestras de suelo representativas. Algunos de los ensayos más comunes son el ensayo de expansión libre y el ensayo de expansión restringida. Estos ensayos permiten medir la variación en el volumen de la muestra de suelo en función de los cambios en la humedad.

Por otro lado, los métodos indirectos se basan en la inspección física y observación de las características del suelo. Estos métodos incluyen la evaluación de la presencia de grietas en el terreno, deformaciones en estructuras cercanas, cambios en la topografía y otros indicadores visuales que sugieran la presencia de arcillas expansivas.

Además de la identificación del comportamiento de las arcillas expansivas, es necesario dimensionar las variaciones en el sentido mineralógico. Esto implica el análisis de la composición mineralógica de las arcillas para determinar su potencial de expansión. Algunos minerales arcillosos, como las montmorillonitas, tienen una mayor capacidad de expansión en comparación con otros.

Una vez que se ha evaluado el comportamiento y la capacidad de expansión de las arcillas expansivas, se pueden proponer diferentes medidas de mitigación. Estas medidas pueden incluir el reemplazo del suelo problemático por un material controlado, como grava o arena, que no presente las mismas propiedades expansivas. Esta opción puede ser viable en situaciones en las que el suelo problemático no es fundamental para la estabilidad estructural.

Otra opción es implementar técnicas de estabilización del suelo, como la adición de agentes químicos o cementantes, para reducir la expansión y mejorar la resistencia del suelo. Estas técnicas requieren un análisis detallado de las condiciones del suelo y la estructura, así como la supervisión durante la construcción. **A nivel regional.** El desarrollo de infraestructuras de pavimentación correspondientes a las vías regionales de Cusco, genera gran importancia debido a que el desarrollo económico como también la comunicación de un territorio se respalda en este factor, de manera que se pretende mejorar el modo en el que se transporta el beneficiario, en la actualidad las carreteras son altamente demandadas y la construcción de carreteras tiene cada vez mayor solicitudes junto con la disposición de gastos por reparación o mantenimiento o también

rehabilitación. Es evaluado según métodos probados científicamente con la experimentación. Típicamente es conocido el uso de aditivos de manera que se pueda desarrollar de mejor manera el desempeño de suelos y de esta manera lograr su estabilización mediante la mejora de propiedades geotecnicas, teniendo como primera propuesta la estabilización química y de este modo mejorar las propiedades del suelo y demostrarlo mediante los ensayos de laboratorio debidamente estandarizados. Argandoña Puma, D., & Palomino Blanco, J. (2020). Qué plantea cuándo se busca incrementar las capacidades mecánicas del suelo, una opción común es reemplazar una fracción de la muestra por otro material con características granulares que presenten mayor resistencia. Esto se puede lograr agregando materiales como grava, arena o agregados estabilizados. Estos materiales pueden mejorar las propiedades mecánicas del suelo, como la resistencia al corte y la capacidad portante. Sin embargo, es importante tener en cuenta las posibles consecuencias ambientales de este tipo de intervención. El reemplazo de suelos naturales por materiales granulares puede implicar la extracción de recursos naturales, como la extracción de grava de lechos de ríos, lo cual puede tener un impacto negativo sobre el ecosistema fluvial. Este tipo de extracción puede alterar el flujo natural de los ríos, afectar la fauna y flora acuática, y contribuir a la erosión de las riberas. Por esta razón, se sugiere explorar alternativas de mejoramiento de suelos que minimicen el impacto ambiental. Una opción es el uso de agentes naturales o químicos que permitan mejorar las capacidades del suelo sin la necesidad de reemplazar una fracción de la muestra. Estos agentes pueden actuar

modificando las propiedades físicas y químicas del suelo, mejorando su estabilidad y reduciendo los índices de plasticidad. Algunos agentes naturales que se pueden utilizar incluyen enmiendas orgánicas, como la adición de materia orgánica o compost, que pueden mejorar la estructura del suelo, aumentar su capacidad de retención de agua y mejorar su resistencia al corte. Además, existen agentes químicos que se pueden utilizar para estabilizar el suelo. Por ejemplo, se pueden emplear aditivos químicos, como los estabilizadores de suelo, que se mezclan con el suelo para mejorar sus propiedades mecánicas. Estos aditivos pueden reducir los índices de plasticidad del suelo, aumentar su cohesión y resistencia, y mejorar su capacidad portante. Es importante asegurarse de utilizar aditivos que sean seguros para el medio ambiente y cumplan con los requisitos normativos aplicables. Vilca, D. Q. (2021). **Problema General.** ¿De qué manera influirá la adición del cemento caducado en la subrasante de un suelo arcilloso para mejorar sus propiedades mecánicas en el Sector Huancarani, Cusco 2023? **Problemas específicos.** 1. ¿De qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre el potencial de expansión de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023?, 2. ¿De qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre la densidad máxima seca de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023?, 3. ¿De qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre el CBR de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023?, 4. ¿De qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre la resistencia a la compresión inconfiada de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023?

Justificación de la investigación. Justificación práctica. En la presente se desarrolla resolver el problema, realizando pruebas en laboratorio para mejorar las propiedades del suelo, en el aspecto tanto físico como también en las propiedades mecánicas del suelo, la contribución como profesionales de ingeniería en el campo de obras viales pretende generar soluciones a los problemas con suelos limosos, tal que se realizó evaluaciones y ensayos a través de ellos se obtuvieron resultados óptimos. La presente tesis servirá como guía metodológica para que otros investigadores puedan adaptar las soluciones planteadas como el cemento caducado a sus propios ámbitos, es decir optimizar las propiedades del suelo limoso de la subrasante. **Justificación teórica.** Una vez que se ha aplicado un enfoque teórico y se han obtenido conclusiones en el ámbito municipal en relación con el mejoramiento de suelos y la mitigación de los impactos ambientales, es posible generar aportes relevantes al conocimiento y abrir la puerta a futuras investigaciones. Estos aportes pueden contribuir a una mejor comprensión del tema y a la búsqueda de soluciones más sostenibles. **Justificación metodológica.** Al utilizar un enfoque metodológico ordenado y emplear instrumentos previamente validados en otros planteamientos metodológicos, se pueden generar aportes procedimentales significativos en la obtención y procesamiento de datos de investigación. Esto contribuirá a mejorar la calidad y confiabilidad de los datos recopilados, así como a facilitar la comparabilidad y replicabilidad de los resultados. **Objetivo General.** Determinar de qué manera influye la adición del cemento caducado en la subrasante de un

suelo arcilloso para mejorar sus propiedades mecánicas en el Sector Huancarani, Cusco 2023. **Objetivos específicos.** 1. Determinar de qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre el potencial de expansión de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023, 2. Determinar de qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre la densidad máxima seca de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023, 3. Determinar de qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre el CBR de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023, 4. Determinar de qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre la resistencia a la compresión inconfiada de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023. **Hipótesis General.** La adición del cemento caducado mejora las propiedades mecánicas de la subrasante de un suelo arcilloso del Sector Huancarani, Cusco 2023. **Hipótesis específicas.** 1. La adición de cemento caducado influye significativamente sobre el potencial de expansión de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023, 2. La adición de cemento caducado genera impacto sobre la densidad máxima seca de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023, 3. La adición de cemento caducado mejora considerablemente el CBR de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023, 4. La adición de cemento caducado incrementa la resistencia a la compresión inconfiada de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023.

II. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

A nivel internacional. (Rojas,2018), tuvo como objetivo de su investigación, analizar el desarrollo de cómo se manifiestan los cambios volumétricos correspondientes a suelos bentoníticos, los mismos que son analizados en la añadidura de cemento caducado, realizado mediante repeticiones de ensayo de laboratorio y desarrollando una metodología cuantitativa, así como también el diseño experimental, en lo que corresponde a la caracterización por hidrómetro, en el caso del análisis granulométrico. Y así también se desarrollaron los límites de Atterberg, para obtener resultados que demuestran que durante el ensayo mediante hidrómetro se logró recabar una pendiente según la dispersión de las partículas contenidas en la muestra, respecto al ensayo de LL alcanzando un 413.0% asimismo LP 30.7% y también IP de 382.3% del mismo modo en lo que corresponde al potencial de expansión, teniendo en cuenta la muestra de bentonita considerando las condiciones de agua 84ml para lo cual se alcanzó un potencial de expansión de 663.6% asimismo 627.3% y finalmente 645.6%, lo que permite alcanzar como conclusión según la tabla 1 de Chen, Holtz que indica que para un LL que corresponde para la bentonita como un resultado elevado o muy elevado el cual se correlaciona con el IP, se configura como altamente expansivo. (García, 2019), tuvo como objetivo estudiar el modo en que se comporta de manera física cómo también mecánica respecto a la mezcla de suelo- cemento en el contexto de laboratorio, desarrollado mediante ensayos donde pudo dimensionarse según la carga monotónica de manera que sea posible establecer índices

de resistencia en un suelo de tipo caolín como también su respectiva implementación en muestras de suelo que tengan composición similar. La metodología fue con enfoque cuantitativo-experimental-aplicada en el que se calculan las características técnicas superiores cómo también económicas respecto a la aplicación de la mezcla y asimismo respecto al efecto sobre el medio ambiente, desarrollado mediante repeticiones de ensayos validados lo cual permitirá respaldar la investigación. Obtuvo como resultado respecto al indicador mayor de resistencia a la compresión inconfineda después de 28 días para el curado, considerando el contenido de 12% de aplicación de cemento, lo cual alcanza una resistencia máxima de un 2.42 Mpa (megapascales) o que acorde a la bibliografía de (González, 2004) corresponde a la configuración de una roca blanda tipo arcilolita, lutita. En general a nivel local, existe una relación directa respecto a la proporción de cemento y el resultado del esfuerzo máximo que soporta el mismo. Obtuvo como conclusión que el caolín, así como las diversas muestras de suelo entre ellos los finos, presentan un desempeño frágil cuándo hay ausencia de agua lo cual al compensarse en 12% de cemento se logró incremento específicamente en el enlace entre sus partículas de manera que también se relaciona con su resistencia. Por otro lado, también se puede afirmar que la forma en la que se hubo saturado el material fue lo que provocó que se manifiesten desintegraciones incluso sin añadir algún otro componente, es así que se genera detrimento sobre las propiedades mecánicas, los mismos que mejoran en caso de añadirse el cemento caducado para su estabilización en y la correspondiente cantidad mayor al 8%, el mismo que genera disminución considerable en caso de los índices

de consistencia. Según Infante, 2019, tuvo como objetivo Identificar cómo se comportan las cimentaciones para el caso de suelos expansivos, mediante la disposición de modelamiento con diferentes alternativas que permitan mitigar el impacto sobre el suelo existente el cual es caracterizado como expansivo sobre las estructuras del lugar. Desarrollo metodología cuantitativa disponiendo el diseño experimental en el que se controla el esfuerzo total debido a que los resultados son interpretados como esfuerzos efectivos en caso de que la muestra presente estabilidad después de añadir cemento caducado, así también sus resultados demuestran que cuando se elige un suelo que tiene un alto índice de expansión, se proponen diversas concentraciones de caolín y bentonita, así también se simulan los cambios de humedad para generar una concentración apropiada que en este caso fue la de 20% de caolín juntamente con 70% de bentonita y 10% de cemento caducado, se concluye de qué las concentraciones de caolin como también de bentonita y del cemento caducado no tienen una proporción homogénea sino que los resultados son variables respecto a las diversas dosificaciones de cada material. **A nivel nacional.** Según (Martinez, 2017), tuvo como objetivo: Estudiar el modo de estabilización de suelo mediante el uso de aditivos químicos de acuerdo a diferentes aditivos estabilizadores dentro de ellos Proes, Consolid, cloruro de sodio y cloruro de magnesio. Desarrolló una metodología de enfoque cuantitativo debido a que se encargará de calcular de manera numérica los resultados técnicos que permitirán su interpretación, según un diseño experimental de investigación y del método hipotético deductivo. Logró alcanzar resultados entre los que se indica que

la mejor dosificación fue la de 5% de Proes y Consolid en el que se alcanzaron los mejores resultados como para el tipo de suelo estudiado, alcanzó la conclusión de que la inclusión del aditivo propuesto generará mejoras en la calidad de vida como también disminución en costos en el caso de rehabilitación o mantenimiento rutinario, en comparación de cómo se manejan en la actualidad cuando son desatendidos y de esta manera también se pueda mejorar también el confort de los usuarios durante el transporte y garantizando un período de circulación entre 3 y 4 años para los aditivos utilizados sobre el suelo. (Quispe, 2020), tuvo como objetivo principal estudiar según experimentación el uso del polvo reciclado de vidrio con fibras de polipropileno complementados para lograr mejoras en el comportamiento mecánico respecto al corte de suelos expansivos, comparándose su uso con otros aditivos entre ellos el cemento caducado y el caucho. Desarrolló una metodología de enfoque cuantitativo de nivel descriptivo donde se explican los procedimientos, y con diseño experimental de manera que se ejecutaron ensayos con muestras de suelo y todo ello dentro del enfoque cuantitativo. Obtuvo resultados que demuestran que las propiedades mecánicas respecto a la resistencia al corte se incrementaron de modo que al utilizar dosis de 5%, 6% y 7.5% se alcanzaron dichos indicadores superiores. Obtuvo como conclusión de que la expansibilidad de los suelos se reduce cuándo se toma como referencia los criterios de expansión que disponen en comparativa con los autores referenciados. (Paco, 2021), tuvo como objetivo analizar cómo influye el cemento almacenado en un tiempo prolongado, sobre la calidad del concreto, desarrolló la metodología experimental, así como también

cuantitativa con el objetivo de lograr la verificación de la hipótesis mediante la observación de los efectos a partir de las dosis propuestas. Así también obtuvo como resultados, al proceder con el peso unitario tuvo una variación de hasta el 0.21% lo cual, al ser comparado con datos de tiempos posteriores en cuatro y cinco meses, alcanzando 2377.23 kg/m³ a partir de la muestra patrón 2373 kg/m³. Los resultados. A partir de los ensayos realizados en la muestra para el peso unitario se encontró variación de 0.21%, lo cual en comparación con los periodos de 4 hasta 5 meses se obtuvieron 2377.93 kg/m³ como resultado en comparación con la muestra de 2373 kg/m³. Así también se encontraron resultados de exudación que a partir de la muestra de 9.72 g dentro del período de tres meses se obtuvo 10.15 g y para el cuarto mes se alcanzó 10.39 g, se pudo evidenciar similitud en los resultados de la muestra del tercer y cuarto mes, así también se logró evidenciar que la mayor exudación fue para el sexto mes con 13.16 g. Asimismo según el tiempo de fraguado se alcanzó en minutos a partir de la muestra inicial 580, 563, 593, 570, 507, 506 y 403 minutos dentro de un período de 8 meses para la muestra patrón de 3, 4, 5, 6, 7 y 8 meses considerando el mismo orden se alcanzó resultados del tiempo final de fraguado para los 710, 745, 746, 821, 784, 772 y 597 minutos. Conclusión. Se incrementó el asentamiento según la disposición de mayor cantidad de cemento y según mayor tiempo a partir de la muestra patrón de 4" y alcanzando dentro de los 8 meses con el cemento almacenado logrando 5 1/4" lo cual a partir de la medición anterior al haber adquirido el cemento la humedad se generaron grumos que obstaculizan la reacción para ser

comparado con la muestra patrón es decir que quedó mayor cantidad de agua de mezcla.

Artículos internacionales.

(Ospina, 2019), tuvo como objetivo plantear análisis respecto a los rangos propuestos según metodología PCA, sobre las mezclas suelo cemento. Tuvo una metodología, de enfoque cuantitativo con diseño experimental, de tipo aplicada, considerando el propósito de la investigación, consiste en verificar el modo en que se cumple la hipótesis planteada respecto a la vigilancia de los efectos mediante un planteamiento de diseño experimental. Según los resultados de las diferentes mezclas propuestas se logró concluir se obtiene mejor factibilidad técnica y económica al utilizarse el suelo como materia prima en los diversos aspectos siendo utilizado para el transporte cómo también para brindar soporte necesario en la construcción de viviendas de adobe en la zona. (Jurado, 2017), tuvo como desarrollar propuestas que mejoren las condiciones mecánicas y físicas del suelo recabado de la excavación para la construcción de talleres y cocheras municipales del sector Quitumbe-Quito, desarrollados con la adición de cemento en diferentes dosis. Tuvo metodología de enfoque cuantitativo y de diseño experimental como una definición de tipo aplicada. Se alcanzaron resultados del límite líquido el cual obtuvo incremento hasta el 9% de cemento añadido, y este se alcanzó como punto máximo debido a que si se que se continúa añadiendo cemento se ve el efecto contrario. Para el caso del límite plástico se encuentran incrementos de valores hasta el 6% cuando se añade cemento lo cual genera estabilización sin

sobrepasar el 2%, con la misma tendencia cuando el cemento es incrementado hasta un 12% y sin embargo al encontrarse incrementos hasta el 15% se aprecia el límite plástico con tendencia decrecer, en ese sentido el índice de plasticidad manifiesta gradual de crecimiento respecto a la proporción de cemento añadido. Se llegó a la conclusión de que el óptimo porcentaje de cemento sería el de 9% debido a que logra significativas mejoras en las condiciones físicas y propiedades mecánicas del suelo después de estudiar su estado natural, asimismo se acerca al óptimo contenido que sugiere el comité de la ACI para utilizarse el cemento como estabilizador de este tipo de suelo. (Wang, 2017). This research was carried out in the district of La Victoria, developing the use of polymers obtained from recycling and generating an economic value with it so that the subgrade level can be developed with an adequate dosage and better bearing capacity conditions can be obtained.

An applied thesis was developed with a descriptive level, so theories were used to understand the problem statement situation, which is contextualized in the presence of the clay subgrade, which destabilizes it and lowers its bearing capacity, which classifies it as a CL and irregular granulometry for which adding the polymer obtained from the recycling of disposable bottles considering sizes of 5 and 10 mm and providing a dose of 1.5%, it was possible to obtain an increase in 26% of CBR taking into account that the polymer Obtained from plastic, it provides greater friction and also provides resistance to external shear stress.

Artículos nacionales

(Palacios, 2019), tuvo como objetivo desarrollar el análisis de manera técnica y económica respecto a la mezcla suelo cemento cuándo se usa cómo base para la construcción de pisos en viviendas, todo esto implica la necesidad de conocer las características de los materiales, el proceso constructivo y si resulta económico al compararse con los medios convencionales. Desarrolló una metodología de enfoque cuantitativo de nivel correlacional, de tipo aplicada. Dentro de los resultados que obtuvo se dedujo que las viviendas los asentamientos humanos poseen diversas características respecto a sus condiciones físicas y mecánicas, antes y después de añadir el aglomerante (cemento) sobre los aglomerados (suelos de mediana-alta plasticidad). Se logró evidenciar que 43.4 kg/cm² de resistencia en comparación a un falso piso de concreto típico el cual tiene 2.3 veces mayor resistencia en comparación de la evidencia encontrada en el estudio. La propuesta realizada en la zona genera impactos parecidos debido a que no se requiere muchos niveles para la construcción según los parámetros urbanísticos. (Velásquez, 2018), tuvo como objetivo Evaluar cómo influye el cemento Portland tipo 1. En los indicadores de estabilización de un suelo arcilloso emplazado en la subrasante avenida Dinamarca, en el sector de la Molina. Desarrolló una metodología cuantitativa correlacional con diseño experimental. Encontró dentro de sus resultados que según se puede apreciar en sus tablas, la muestra de suelo continúa con los índices de plasticidad cómo también con el potencial de expansión, con una influencia de cambio en la que la dosificación de cemento tiene un determinado límite de acción el cual según lo que se pudo apreciar a partir de la dosis del 4% se generan impactos

perjudiciales sobre lo que se desea estabilizar, así como también a nivel económico representa mayor costo en su utilización. De manera concluyente demuestra que el cemento Portland tipo 1, alcanza incrementos sobre los índices de plasticidad e índice de contracción y así mismo incremento su resistencia al corte.

(Becerra, 2019), tuvo como objetivo estudiar la estabilización de suelos afirmados, correspondiente a arenas y arcillas mediante la adición de cementos Pacasmayo en Lambayeque 2018. Desarrolla la investigación con diseño experimental y metodología cuantitativa donde se aprecian los resultados que para la resistencia a la compresión del suelo con la adición de cementos Pacasmayo ofrece mayor resistencia al corte respecto a otras marcas como Mochica y Viaforte, alcanza mayores prestaciones cuando se añade el cemento y luego puede causar diversas reacciones sobre la resistencia que generan beneficios en la zona de estudio. Alcanzó como conclusión que las propiedades del suelo mejoraron respecto a condición inicial lo que repercute en la calidad de vida, sin embargo estas mejoras se realizaron con estudios limitados debido a que no se tienen suficientes estudios en la jurisdicción, a nivel municipal o en el sector privado.

2.2. BASES TEÓRICAS

- **Propiedades físicas del suelo**

Según norma del Reglamento Nacional de Edificaciones E-050. Se dispone que para lograr resultados de caracterización del suelo se deben desarrollar ensayos en el lugar, así como también en el laboratorio y calcularse de esa manera el desempeño del suelo. (Cárdenas, 2008).

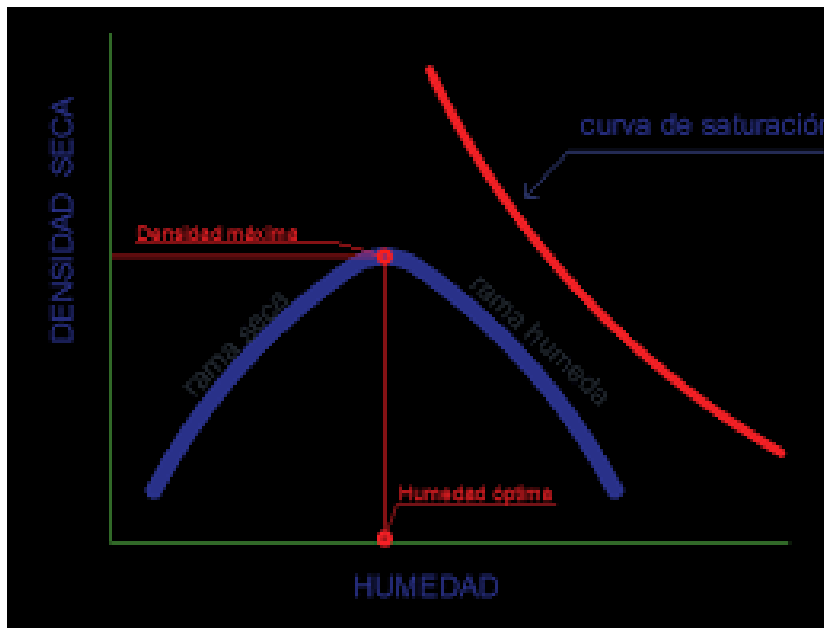
- **Densidad máxima seca de un suelo.**

a) Densidad más densa posible del suelo, según el ensayo normalizado. (Cárdenas, 2008).

b) Este ensayo establece determinar que la densidad máxima que existe en un tipo de suelo, es graficada la humedad en varios valores, de esta forma hallar el valor óptimo de humedad y que esta servirá para realizar trabajos para los que fue destinado, se puede apreciar donde está ubicado la densidad máxima y en donde empieza a disminuir y así nos permite ver el valor óptimo de humedad. (Quijano, 2020).

c) Peso mayor en estado seco, esto se logra con proporciones diferentes de agua, se procede con la compactación y se logra determinar su valor óptimo de humedad. (Lopez, 2018)

Figura 1. Grafica de ensayo de CBR



Fuente: Vera, Ramon. Universidad Privada del Norte. Vera, (2015).

- **Contenido óptimo de humedad.**
 - a. Para alcanzar la máxima densidad las partículas deben estar en un estado húmedo completamente pero no excesivo por que se convertirá en barro. (Quea, 2021).
 - b. Se define como la relación porcentual a partir del peso del agua respecto a una masa obtenida a partir de la muestra y al peso de partículas que sean compactado en el mismo evento. (MTC, Manual de ensayo de materiales, 2016).
 - c. Se expresa en unidades de porcentaje respecto a la relación del peso calculado del agua mediante una balanza la qué es dispuesta como una mansa obtenida del suelo entre el peso de las partículas. (Gil-Ortiz, 2020).

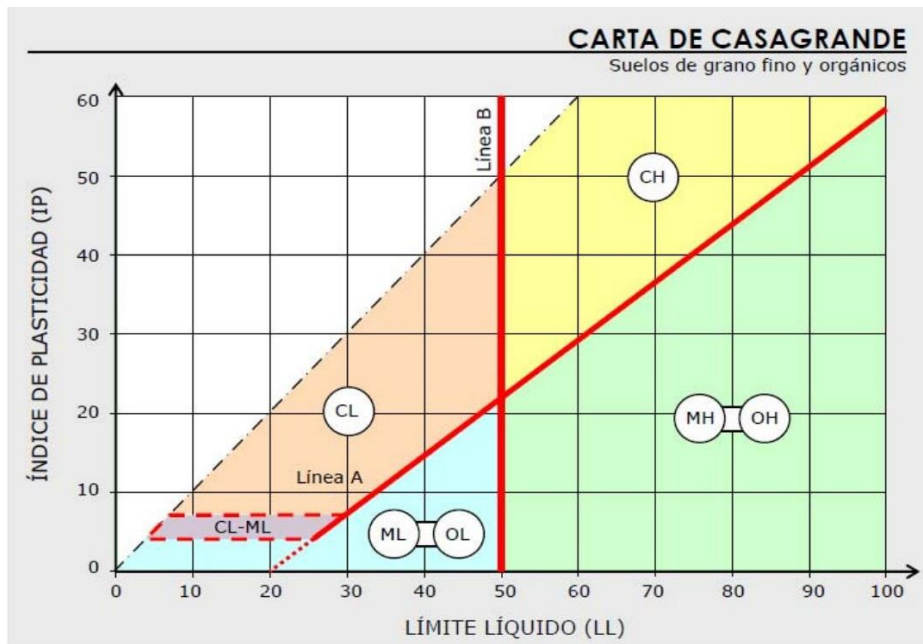
- **Suelos finos.**

Tienen la característica de ser clasificados en grupos con un LL que se encuentre por menor al 50% el cual tiene la característica de manejar o desempeñar una baja compresibilidad y las otras que superen el 50% cómo también existe un grupo el cual se enmarca en fino orgánico, así también cuándo tiene la compresibilidad baja se coloca el símbolo L el cual ir a después de las letras M, C, O de modo que éstas denominarán a los grupos según su clasificación, en caso de tener limos orgánicos con menor compresibilidad a 40 entonces éstas serán consideradas en un grupo aparte y finalmente en las turbas que tendrán el símbolo Pt, estas últimas son altamente orgánicos. (Guerrero, 2018).

En la consideración de las clases esenciales de suelo en SUCS propuesto por el ingeniero Casagrande en 1942, la misma que se consideró en su metodología respecto al cuerpo de ingenieros estadounidenses para la construcción de aeropuertos. Después de esta disposición dicho modo de clasificación fue estandarizado en casi todos los países. (Guerrero, 2018).

Se clasifica según:

Figura 2. Carta de Casagrande (Suelos finos y orgánicos).



Fuente: (SHUKLA, 2012).

- **Arcilla expansiva.**

En los suelos de tipo vertisoles, la humedad desempeña un papel crucial en la formación de grietas profundas. Estos suelos están compuestos por minerales de arcilla expansiva, como la montmorillonita, que tienen la capacidad de absorber agua y expandirse, así como de liberar agua y contraerse al secarse.

Durante las estaciones de sequía, la falta de humedad en el suelo provoca que las arcillas expansivas se sequen y se contraigan. Esta contracción genera fuerzas de tensión en el suelo, lo que resulta en la formación de grietas profundas. Estas grietas permiten que los materiales de horizontes profundos se mezclen con los materiales superficiales del suelo, ya que cuando las arcillas se vuelven a hidratar en épocas de lluvia, expulsan los materiales más profundos debido a la falta de espacio. Estas grietas

pueden tener un impacto significativo en las propiedades del suelo y en los ecosistemas asociados. Por un lado, las grietas pueden facilitar la infiltración de agua durante las lluvias, lo que puede aumentar la disponibilidad de agua para las plantas y contribuir a la recarga de acuíferos. Por otro lado, las grietas pueden afectar la estabilidad del suelo, aumentar la erosión y dificultar las actividades agrícolas. (Carter & Gregorich, 2008).

- **Métodos de análisis físicos de suelos**

Ensayos Físicos.

desempeñan un papel fundamental para obtener información sobre las propiedades mecánicas y la composición de los suelos, especialmente en el caso de suelos arcillosos. Estos ensayos permiten evaluar la plasticidad y la expansividad de los materiales muestreados, lo cual es importante para comprender su comportamiento y diseñar medidas de mitigación adecuadas.

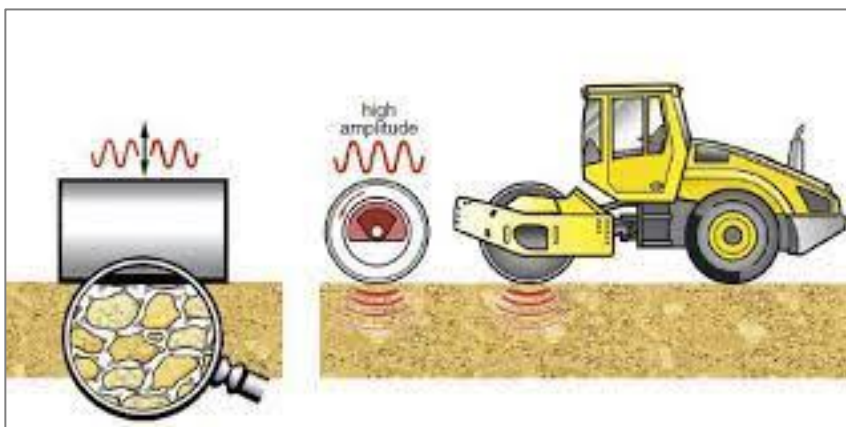
Cemento.

Es un tipo de cemento hidráulico que se produce mediante la pulverización de clinker. El clinker es un material compuesto principalmente por silicatos de calcio hidráulicos, que son los componentes principales responsables de las propiedades de endurecimiento y resistencia del cemento. Durante el proceso de molienda del clinker, generalmente se agrega yeso (sulfato de calcio) como adición.

Compactación de suelos

- Mediante la relación de energía externa sobre el suelo con el propósito de que las partículas se junten generando disminución en su relación de vacíos o espacios y mejorando la capacidad portante de dicho suelo. (Botia, 2015).
- Al realizar el proceso de compactación de un determinado suelo las propiedades mecánicas mejoran incrementando la resistencia y disminuyendo los índices de deformación de modo que el peso específico seco también se incrementa y las condiciones de permeabilidad. (Botia, 2015).
- Es mediante la compactación que se mejora el suelo respecto a sus materiales añadiendo una fuerza artificial la que disminuye los vacíos existentes en el suelo, (Lopez, 2018).

Figura 3. Principio de compactación



Fuente: (Vera, 2015).

ASTM D-2216

Prueba estándar para determinar el contenido de humedad de suelos en laboratorio.

Desarrollado mediante la disminución de masa secando la muestra y realizando pérdidas de agua en dichas repeticiones y para su cálculo se dispondrá una balanza que compare los pesos de modo que se trabaje en coherencia con la humedad influyente en los límites de consistencia del suelo.

Figura 4. Horno para el secado de muestra



Fuente: (ASTM D145 – 25. 1973).

ASTM 4220

Dispuesto en el traslado de muestras según la práctica estandarizada evitando el contacto con la luz y el medio tiempo y el medio ambiente las que se pueden almacenar procurando la minimización de la evaporación de agua. Se mantendrán las muestras en recipientes herméticos

resistentes a la corrosión en promedio de temperaturas de 3 °C hasta 30 °C.

Selección del espécimen de prueba

Las muestras representativas serán seleccionadas con la humedad conservada del lugar de extracción con una mínima masa de 20 gramos para el abordaje representativo.

Informe: El reporte de las muestras debe contener:

1. Cada muestra debe contener una codificación de la muestra tomada en laboratorio
2. Señalar si la muestra contiene un solo tipo de material o más.
3. Indicar si el secado se desarrolló en temperatura de más o menor a 110 °C.

III. METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

(Hernández Sampieri, et al, 2010). El método científico, en su esencia, busca resolver problemas de investigación a través de la formulación de hipótesis y su posterior prueba empírica. Se sigue un proceso sistemático que involucra la observación, la formulación de preguntas, la recolección de datos, el análisis de los datos y la obtención de conclusiones.

En el enfoque cuantitativo del método científico, se da prioridad a la medición de variables y la recolección de datos numéricos. Estos datos se analizan utilizando herramientas estadísticas para establecer relaciones, identificar patrones y probar teorías. La validez y la confiabilidad de los resultados se determinan a través de un riguroso proceso de recolección y análisis de datos.

3.2. Diseño de la investigación

Implica la manipulación intencional de la variable independiente (cemento caducado) y la evaluación de sus efectos en las variables dependientes (propiedades físicas y mecánicas de las arcillas expansivas) en grupos experimentales no aleatorios (GE01 hasta GE6) y un grupo de control (GC).

En este diseño, los grupos experimentales recibirán diferentes dosis de cemento caducado, mientras que el grupo de control no recibirá tratamiento alguno. Esto permite comparar los efectos del cemento caducado en las propiedades físicas y mecánicas de las arcillas expansivas entre los grupos experimentales y el grupo de control.

Es importante tener en cuenta que, al tratarse de un diseño cuasi-experimental, no se asignan aleatoriamente los participantes a los grupos. Sin embargo, se busca que los grupos sean equivalentes en características relevantes para reducir los posibles sesgos y maximizar la validez interna del estudio.

Las variables dependientes que se evaluarán en este estudio son el índice de plasticidad (IP), el esfuerzo cortante y el potencial de expansión de las arcillas del sector Huancarani en Cusco. Estas variables permitirán obtener información sobre el comportamiento de las arcillas expansivas en respuesta al cemento caducado.

Es importante llevar a cabo un análisis estadístico adecuado para comparar los resultados entre los grupos experimentales y el grupo de control y determinar si existen diferencias significativas en las propiedades físicas y mecánicas de las arcillas debido al tratamiento con el cemento caducado.

Tabla 1. Diseño de investigación

GC	%	O	-	O1
GE 01	%	O1	X1	O2
GE 02	%	O3	X2	O4
GE 03	%	O5	X3	O6
GE 04	%	O7	X4	O8
GE 05	%	O9	X5	O10
GE 06	%	O11	X6	O12

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- X = Variable experimental
- O1 – O11 = Mediciones Pre – Test de la Variable Dependiente
- O2 – O12 = Mediciones Post – Test de la Variable Dependiente
- GE 01 – GE 06 = Espécimen + cemento caducado

3.2.1. Nivel de investigación

En este caso sería explicativo, ya que se busca establecer una relación causal entre la variable independiente (cemento caducado) y las variables dependientes (propiedades físicas y mecánicas de las arcillas expansivas). El objetivo principal es encontrar las causas del problema y comprender cómo el cemento caducado afecta dichas propiedades.

En cuanto al diseño de investigación, mencionaste que se utiliza un diseño experimental cuasi-experimental. Este tipo de diseño experimental permite manipular la variable independiente, en este caso, el cemento caducado, y observar los efectos en las variables dependientes. Aunque no se realiza una asignación aleatoria a los grupos, se busca que los grupos sean equivalentes en características relevantes para reducir sesgos.

3.2.2. Tipo de investigación

El investigador busca la transferencia de conocimientos teóricos y científicos a situaciones o contextos específicos. Se enfoca en identificar las consecuencias prácticas y la utilidad de los resultados de la investigación para abordar problemas o necesidades del mundo real.

La investigación aplicada se basa en la interacción entre la teoría y la práctica, utilizando métodos y enfoques que permiten la aplicación directa de los hallazgos de investigación en la solución de problemas concretos. Los resultados de la investigación aplicada suelen ser de

gran relevancia y utilidad para los profesionales, las organizaciones y la sociedad en general.

Es importante destacar que la investigación aplicada y la investigación básica no son excluyentes, sino que están interrelacionadas y se complementan entre sí. La investigación básica proporciona los fundamentos teóricos y conceptuales sobre los cuales se basa la investigación aplicada, mientras que esta última se nutre de la investigación básica para generar conocimientos prácticos y soluciones concretas.

3.3. Población y muestra de la investigación

3.3.1. POBLACIÓN

(Borja S., 2012), Se define como las arcillas expansivas del sector Huancarani. Estos suelos son los elementos que serán el objetivo de estudio y representan el conjunto total de suelos con características similares en el sector mencionado.

La muestra alterada, por otro lado, se obtuvo específicamente de la prolongación de la calle Sihuaypampa en el sector Huancarani. Esta muestra alterada se considera una subsección de la población total y se utiliza para realizar análisis y pruebas en el laboratorio u otros procedimientos de investigación.

Es importante tener en cuenta que, al realizar una investigación, generalmente no es posible estudiar y analizar todos los elementos de la población debido a limitaciones de tiempo, recursos y logística. Por lo tanto, se selecciona una muestra representativa de la población

para realizar las investigaciones y obtener conclusiones válidas sobre la población en su conjunto.

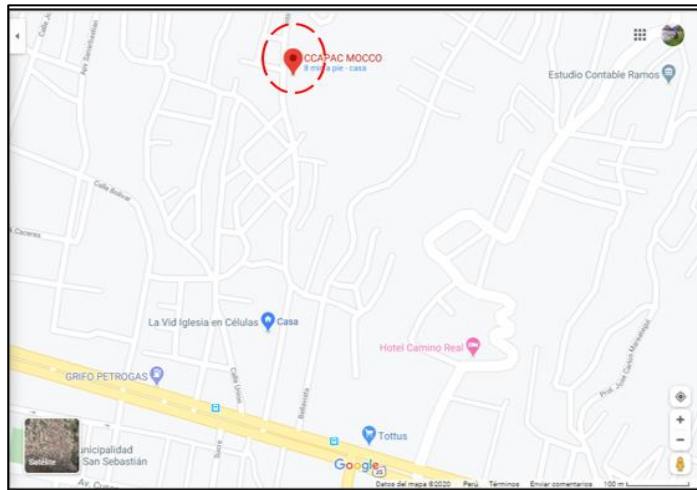
3.3.2. MUESTRA

Se ha utilizado un método de muestreo no probabilístico por conveniencia. Este tipo de muestreo se basa en seleccionar las muestras según la facilidad de acceso o disponibilidad de los elementos que formarán parte de la muestra, sin seguir un proceso aleatorio o probabilístico.

En tu caso, has determinado una muestra de 6 porciones de suelo, siguiendo la proporción establecida por la norma ASTM D-2487. Esta norma indica que se requiere una cantidad mínima de espécimen para realizar los ensayos, en este caso, de 100 g (0.25 lb) considerando el uso del tamiz No. 4. Para lograr una mayor precisión en la caracterización, se ha establecido que cada porción de suelo tenga una proporción de 130 g del espécimen.

Es importante destacar que el muestreo no probabilístico por conveniencia puede presentar limitaciones en términos de representatividad de la población, ya que las muestras se seleccionan según la conveniencia y accesibilidad. Sin embargo, en algunas situaciones, este tipo de muestreo puede ser utilizado cuando la disponibilidad de la población es limitada o cuando se busca realizar estudios preliminares o exploratorios.

Figura 5: Ubicación en el mapa



Fuente: Transparencia.pe

Figura 6: Ubicación satelital



Fuente: Transparencia.pe

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Considerándose en la presente, como las fichas de recolección de datos elaboradas a partir de las normas ASTM, MTC, NTP, se hará la revisión bibliográfica detallando en lo más relevante para el investigador.

Así mismo se hará uso de los instrumentos de ingeniería detallándose en los requerimientos de las dimensiones de las

variables de investigación, aquellas que regirán los procedimientos y equipos de ingeniería, los mismos que se considerarán como instrumentos con calibración certificada de laboratorio y que servirán para evidenciar los hallazgos generados en laboratorio o en campo y que rendirán consistencia a los procedimientos de ingeniería.

3.5. Procedimientos

Desarrollado como proceso, dentro del manejo de la información, se desempeña la aplicación de los procedimientos de ingeniería detallados según las indicaciones de las normas ASTM, MTC, NTP los mismos que detallan cada procedimiento, el modelo de reporte, los dispositivos utilizados, los criterios de disposición de muestras y los pasos a seguir para concretar cada procedimiento convencionalmente.

3.6. Método de análisis de datos

Transcripción digital computarizada: Esta etapa implica registrar las entrevistas, discusiones o cualquier interacción con los actores sociales relevantes. Estos registros pueden ser en forma de grabaciones de audio o transcripciones escritas. El uso de medios digitales y herramientas informáticas facilita la gestión y organización de los datos.

Reducción de datos: Una vez que se han obtenido las grabaciones o transcripciones, se procede a la reducción de los datos. Esta técnica

implica eliminar información redundante o no relevante y resumir el contenido de manera más concisa. El objetivo es simplificar y sintetizar los datos para facilitar su análisis posterior.

Codificación de la información: En esta etapa, se asignan códigos o etiquetas a las unidades de datos relevantes. Estos códigos se crean en base a temas o categorías emergentes de los datos y se utilizan para organizar y agrupar la información de manera coherente. La codificación permite encontrar patrones, tendencias y relaciones en los datos recopilados.

Compatibilización con la información teórica: En esta fase, se relaciona la información codificada con la teoría existente en el marco teórico de la investigación. Se busca establecer conexiones entre los hallazgos empíricos y los conceptos teóricos para ampliar la comprensión del fenómeno estudiado y validar o refutar las hipótesis planteadas.

La triangulación es una estrategia que implica combinar diferentes fuentes de datos o métodos de recopilación para obtener una perspectiva más completa y precisa del fenómeno de estudio. En este caso, se emplea la triangulación para contrastar los datos obtenidos mediante grabaciones o transcripciones con otras fuentes de información, como observaciones, documentos o entrevistas adicionales. Esto fortalece la validez y la fiabilidad de los resultados.

Análisis comparativo e interpretación: En esta etapa, se realiza un análisis comparativo entre los datos recopilados y la interpretación del investigador. Se buscan similitudes, diferencias y patrones

significativos. El investigador utiliza su experiencia y conocimientos teóricos para interpretar los datos y extraer conclusiones relevantes. Cumplimiento de los objetivos de la investigación: Finalmente, se evalúa en qué medida los resultados obtenidos cumplen con los objetivos establecidos al inicio de la investigación. Se analizan los hallazgos a la luz de los objetivos planteados para determinar si se han logrado y se extraen las conclusiones finales.

3.7. Aspectos éticos

Es importante destacar que se llevarán a cabo funciones de investigación basadas en información teórica y científica existente. Esto implica utilizar fuentes de referencia externas y citar adecuadamente dichas fuentes de acuerdo con las normas de redacción establecidas para los esquemas de investigación convencionales.

El objetivo de utilizar información teórica y científica es respaldar y fundamentar tus hallazgos, análisis y conclusiones en el marco de la investigación. Al hacer referencia a fuentes externas, estás reconociendo la autoría y la contribución intelectual de otros investigadores y teóricos en el campo.

Al seguir las normas de redacción establecidas, aseguras la claridad, la coherencia y la transparencia en la presentación de tus resultados. Además, al citar adecuadamente las fuentes utilizadas, estás evitando cualquier tipo de distorsión o tergiversación de la información original. El tratamiento de la información se realizará desde una perspectiva científica, lo que implica seguir un enfoque objetivo y riguroso en el

análisis e interpretación de los datos. Esto garantiza la veracidad y la precisión de los resultados obtenidos

IV. DISCUSIÓN

DISCUSIÓN 1.

Los resultados derivados del cumplimiento del objetivo principal revelaron el impacto en la muestra de suelo extraída de la región de Huancarani en Cusco. La utilización de cemento vencido ocasionó modificaciones notables en las propiedades de plasticidad y límites de consistencia del material, lo cual posibilitó la regulación y ajuste de los parámetros de propiedades físicas y mecánicas del espécimen. Estos ajustes condujeron a una mayor eficacia en lo que respecta a la estabilización del suelo. Además, se corroboró esta mejora mediante pruebas de resistencia a la compresión inconfiada, evidenciando incrementos sustanciales en los valores indicativos de resistencia.

DISCUSIÓN 2.

Con respecto al Objetivo Específico 1, se cuentan con los datos derivados de la implementación inicial del objetivo, donde como respuesta se logró la evaluación de los efectos sobre la muestra analizada. Se observa que la presencia de cemento caducado induce modificaciones tanto en las propiedades mecánicas como en la utilidad para fines de estabilización del material. Este fenómeno se manifiesta en la influencia del comportamiento mecánico de la muestra, evidenciando mejoras significativas a través de ensayos y repeticiones, particularmente en el potencial de expansión.

Este resumen indica que la adición de cemento caducado actúa como un aditivo cuya efectividad está vinculada a la dosificación, y los límites de acción identificados permiten tomar decisiones sobre la cantidad a proporcionar según los requisitos y las

prioridades específicas de cada caso de uso. Específicamente, (QUISPE P, 2020) obtuvo resultados significativos, especialmente en muestras sin alteraciones.

DISCUSIÓN 3.

Para el Objetivo Específico 2, se obtuvo a partir de la implementación del objetivo una serie de resultados que revelan cambios notables en la muestra de suelo, específicamente en las propiedades de DMS (Densidad Máxima Seca) y COH (Contenido Óptimo de Humedad). Estas propiedades fueron gestionadas en el material, generando aumentos tanto en las propiedades mecánicas como en la contribución a la estabilización del suelo. Asimismo, se evidenció esta influencia a través del ensayo PROCTOR modificado, donde se lograron mejoras sustanciales en este procedimiento.

Este análisis demuestra que el cemento caducado posee utilidad como estabilizador en función de la dosis aplicada, y también tiene un punto límite en cuanto a su acción. Este límite permitirá tomar decisiones apropiadas en términos de dosificación de acuerdo con los requisitos específicos.

DISCUSION 4.

En relación al Objetivo Específico 3, los resultados obtenidos a través de la implementación del objetivo general permitieron determinar los efectos en la muestra estudiada. Se observaron cambios significativos a nivel mecánico, especialmente en la capacidad de soporte del material, lo que posibilitó un control efectivo para lograr modificaciones sustanciales en las propiedades, destacadas por sus indicadores. Además, se registraron incrementos notables en los propósitos de estabilización, particularmente en las propiedades de naturaleza mecánica. Esta mejora se evidenció

de manera concreta mediante el ensayo y repeticiones del CBR, donde se apreciaron aumentos significativos en dichos indicadores.

Estos hallazgos subrayan que el cemento caducado presenta utilidad para los propósitos de estabilización, dependiendo de la dosis aplicada. No obstante, se destaca que existe un punto límite en su acción, lo cual implica que se requiere una toma de decisiones apropiada en relación con la dosificación para satisfacer los requerimientos específicos.

Así también: **(QUISPE P, 2020)**. Logró resultados para el caso de la muestra inalterada y se alcanzó mayor significancia como se puede apreciar en el registro.

DISCUSION 5.

En relación al Objetivo Específico 4, según se plantea en la declaración del objetivo, el cemento caducado logró introducir cambios en los aspectos mecánicos vinculados a la resistencia a la compresión inconfiada. Este efecto resultó en un control efectivo sobre el espécimen, y esta evidencia fue claramente observada en la estabilización, así como en los indicadores generados por los dispositivos de compresión, evidenciando incrementos significativos en sus índices.

Este atributo resalta que el cemento caducado demuestra utilidad para los propósitos de estabilización, dependiendo de la dosis aplicada. No obstante, es importante destacar que existe un punto límite en su acción, lo cual implica la necesidad de tomar decisiones apropiadas en relación con la dosificación para satisfacer los requisitos específicos.

V. RESULTADOS

TOMA DE DATOS

Es importante destacar que se utilizó un espécimen patrón para establecer un marco de referencia en términos de las propiedades físicas y mecánicas del suelo sin la adición del polímero. Luego de establecer el espécimen patrón, se procedió a realizar los ensayos mencionados anteriormente utilizando el suelo alterado con la adición del polímero. Esto permitirá evaluar cómo el polímero afecta las propiedades físicas y mecánicas del suelo, y determinar si tiene un efecto beneficioso en la mitigación de los problemas de expansividad.

ENSAYOS DE LABORATORIO

Se ha establecido que las proporciones de cemento caducado varíen desde el 1.0%, 3.0% hasta el 5.0% en peso con respecto a la muestra seca. Del mismo modo, se han tomado en cuenta diversas dosis para el polímero sólido, dividiéndolas en 25 pasos. A continuación, se presenta la tabla que muestra dichos pasos:

Tabla 2. BASE DE DATOS DESARROLLADO

N	MUESTRA	CEMENTO CADUCADO
0	A	0%
1	B	1%
2	C	3%
3	D	5%

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la muestra, siguiendo la norma ASTM 4318 y considerando la eficiencia práctica, se determinó el peso en gramos de los componentes del polímero correspondientes a las proporciones establecidas en porcentaje. Para realizar este cálculo, se utilizó un método de muestreo no probabilístico por conveniencia. Se tuvo en cuenta que todas las muestras tenían un peso seco suficiente para llevar a cabo los ensayos específicos mencionados en la investigación.

En relación a los resultados obtenidos a partir de la formulación del objetivo principal, se pudo observar el impacto en la muestra de suelo de la zona de Huancarani en Cusco. El uso de cemento caducado generó alteraciones físicas en las propiedades de plasticidad y límites de consistencia del material, lo que permitió controlar y modificar los indicadores de propiedades físicas y mecánicas del espécimen. Estos cambios condujeron a una mayor utilidad en términos de estabilización del suelo. Además, se pudo comprobar esta mejora mediante pruebas de resistencia a la compresión inconfiada, que demostraron aumentos significativos en los indicadores de resistencia.

Al considerar este límite, podemos tomar decisiones sólidamente fundamentadas sobre las proporciones a utilizar, teniendo en cuenta los requisitos y prioridades específicas del caso en cuestión. Esto quiere decir que el efecto del cemento caducado actúa como un aditivo en función de la cantidad de dosis aplicada, pero existe un punto máximo en el cual su efectividad se ve limitada.

Particularmente **(QUISPE P, 2020)** Alcanzó lo resultante para el caso inalterado de la muestra en donde se generó la significancia mayor en el registro en continuidad:

Tabla 3. resultados discusión 1

PROPIEDADES	UND	MUESTRA PATRÓN	MAYOR INCREMENTO	DIFERENCIA
RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA	kg/cm2	3.50	4.0	0,5
CBR	%	5.6	6.8	1.22
DMS	%	1.95	2.9	0.95
COH	%	11.20	9.5	-1.7
POTENCIAL DE EXPANSION	%	5.2	3.8	-1.4

Fuente: Elaboración propia

Desarrollando la comparativa respecto a lo resultante a partir del investigador que se tomó como referencia, se tiene también lo resultante en la presente:

Tabla 4. resultados discusión 1

PROPIEDADES	UND	MUESTRA PATRÓN	MAYOR INCREMENTO	DIFERENCIA
RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA	kg/cm2	4.87	5.54	0,67
CBR	%	6.67	7.88	1.21
DMS	%	1,98	2.17	0.19
COH	%	12.35	10.78	-1.57
POTENCIAL DE EXPANSION	%	5.16	3.74	-1.42

Fuente: Elaboración propia

Lo resultante genera la demostración respecto a cómo influye el cemento caducado en las mejoras de la muestra y que en consideración de los indicadores variantes se puede comprender que los efectos derivados de esta adición tendrán también impacto de una forma mayor de manera comparativa al vidrio reciclado en polvo junto con las fibras según de manera particular para cada caso.

Al comprobar la Hipótesis 1: Se tienen de manera más representativa los resultados comparados a nivel de ensayos que generan resultados para ser analizados y poder definir conclusiones respecto a los alcances para el caso.

Para el Objetivo específico 1: Se tienen los datos resultantes obtenidos mediante la propuesta inicial del objetivo en donde a manera de respuesta se logró la determinación de los efectos sobre la muestra estudiada en donde se aprecia que el cemento en estado de caducidad genera cambios en las propiedades tanto mecánicas y también logrando utilidad con los propósitos de estabilización, dicha manifestación se desarrolla en la influencia del comportamiento a nivel mecánico de la muestra en

cuyo caso los resultados de mejora se pudieron demostrar mediante los ensayos y repeticiones en el potencial de expansión generando mejoras en los indicadores.

Esto resume también que esta adición genera funciones de aditivo respecto a la cantidad dosificada y así mismo los límites de acción aquellos que una vez identificados permitirán tomar acciones de decisión respecto a cuánto se proporcione según el requerimiento y para la prioridad de cada caso de uso.

De forma particular: **(QUISPE P, 2020)** Alcanzó aquellos resultados en los que para la muestra sin alteración se lograron mayor significancia en el registro detallado en continuidad:

Lo resultante también demuestra que se tiene influencia del aditivo cuando logra mejoras en la muestra Y estos se presen en la variación de los indicadores y de la misma manera alcanza cifras mayores que el vidrio reciclado en polvo y las fibras a partir del polipropileno.

Comprobando la Hipótesis 2: Se tienen los datos más representativos los mismos que al compararse con la forma en la que se manifestaron los ensayos se logran también datos para ser analizados y poder definir conclusiones cosa que se puede también comprobar el nivel de alcance del estudio y la forma en la que se replican los datos resultantes.

Para el Objetivo Específico 2: Se tiene a partir de lo resultante mediante la propuesta del objetivo en donde para la muestra de suelo se apreciaron cambios a nivel de DMS y COH, estas propiedades fueron controladas en el material de manera que generaron incrementos en las propiedades de carácter mecánico y también aportan en su utilidad respecto a la estabilización, de la misma forma se desarrolló influencia en su

demostración mediante el ensayo PROCTOR modificado, se lograron encontrar mejoras en este procedimiento.

De esta manera se demuestra también que el cemento caducado tiene una utilidad de estabilizador según la dosis aplicada y el mismo que también tiene un punto límite respecto a su acción de manera que permitirá la apropiada toma de decisiones según dosificación para el requerimiento necesario.

Al generar la comparativa respecto a lo dicho por el investigador referido se tienen también los resultantes a partir de la presente:

De esta cualidad se manifiesta también que el cemento caducado tiene una utilidad para los propósitos de estabilización según la dosis aplicada y el mismo que también alcanzará un punto límite respecto a su acción de manera que admitirá la apropiada toma de decisiones según dosificación para el requerimiento necesario.

Para la Hipótesis 3: Lo resultante que genera mayor representatividad se puede desarrollar en comparativa respecto a las repeticiones que permitirán la obtención de datos para poder desarrollar análisis Y definir de esta manera las apropiadas conclusiones, de esta manera se comprobarán los alcances de dicho estudio y se podrán también generar la comparativa de los resultantes.

Según el Objetivo Especifico 3:

Según lo obtenido mediante la propuesta del objetivo general se pudo también lograr la determinación del efecto sobre la muestra estudiada en donde se alcanzaron cambios a nivel mecánico en la capacidad de soporte, generando control para lograr

que el material logre cambios significativos a partir de las propiedades las mismas que se señalan en sus indicadores y también se logran incrementos en los propósitos de estabilización, dicha manifestación se desarrolla más que todo en las propiedades en el sentido mecánico y este resultado de mejora se pudo demostrar mediante el ensayo y repeticiones de CBR en donde se apreciaron los incrementos en dichos indicadores. De esta cualidad se manifiesta también que el cemento caducado tiene una utilidad para los propósitos de estabilización según la dosis aplicada y el mismo que también alcanzará un punto límite respecto a su acción de manera que admitirá la apropiada toma de decisiones según dosificación para el requerimiento necesario.

Asi tambien: **(QUISPE P, 2020)**. Logró resultados para el caso de la muestra inalterada y se alcanzó mayor significancia como se puede apreciar en el registro.

De esta cualidad se manifiesta también que el cemento caducado tiene una utilidad para los propósitos de estabilización según la dosis aplicada y el mismo que también alcanzará un punto límite respecto a su acción de manera que admitirá la apropiada toma de decisiones según dosificación para el requerimiento necesario.

Al realizar la comprobación de la Hipótesis 4:

Lo resultante que genera mayor representatividad se puede desarrollar en comparativa respecto a las repeticiones que permitirán la obtención de datos para poder desarrollar análisis Y definir de esta manera las apropiadas conclusiones, de esta manera se comprobarán los alcances de dicho estudio y se podrán también generar la comparativa de los resultantes.

De acuerdo al Objetivo Específico 4:

Como puede ser apreciado según se propone en el objetivo declarado, en este sentido el cemento caducado alcanzó modificaciones en los aspectos mecánicos que se

refieren a la resistencia a la compresión inconfiada, generando control sobre el espécimen y esta evidencia se pudo apreciar en la estabilización y los indicadores que generan los dispositivos de compresión alcanzando incrementos respecto a sus índices.

De esta cualidad se manifiesta también que el cemento caducado tiene una utilidad para los propósitos de estabilización según la dosis aplicada y el mismo que también alcanzará un punto límite respecto a su acción de manera que admitirá la apropiada toma de decisiones según dosificación para el requerimiento necesario.

De esta cualidad se manifiesta también que el cemento caducado tiene una utilidad para los propósitos de estabilización según la dosis aplicada y el mismo que también alcanzará un punto límite respecto a su acción de manera que admitirá la apropiada toma de decisiones según dosificación para el requerimiento necesario.

Al realizar la comprobación de la Hipótesis 5:

Lo resultante que genera mayor representatividad se puede desarrollar en comparativa respecto a las repeticiones que permitirán la obtención de datos para poder desarrollar análisis Y definir de esta manera las apropiadas conclusiones, de esta manera se comprobarán los alcances de dicho estudio y se podrán también generar la comparativa de los resultantes.

VI. CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN 1

A partir de las sendas declaraciones de los objetivos, se tiene también la propuesta del objetivo general en el que se estudian la determinación de cómo influyen sobre las propiedades mecánicas cuando se adiciona el cemento caducado, es posible alcanzar evidencia de mejora respecto a dichas propiedades cuando se aprecia la acción del cemento caducado cómo se comporta según su dosificación como aditivo y alcanzando su límite de acción según los indicadores evidenciados los mismos que ahora permiten el uso de dicho material junto con la adición propuesta que antes era conocido únicamente como un material expansivo en este sentido se puede utilizar como estabilizador.

CONCLUSIÓN 2.

Se alcanza también la conclusión según el primer objetivo específico, donde se puede apreciar respecto al potencial de expansión el mismo que se logró dominar alcanzando su descenso respecto a la dosificación del 5%, para la adición del cemento caducado y generando el más bajo potencial de expansión de 3.74%, esta dosificación se compara respecto al índice inicial que fue de 5.16% y se logró también una variación de -1.42% respecto al máximo indicador del potencial de expansión.

CONCLUSIÓN 3.

Se tiene conclusión para el objetivo específico 2. La densidad máxima seca fue incrementada según la dosificación de 5% del cemento caducado. Se alcanzo densidad máxima seca más alta de 2.17 %, con una dosificación de cemento caducado de 5%. El potencial de expansión inicial fue de 1,98 %, de allí se alcanzó una diferenciación de 0.19 % en correspondencia a la máxima densidad máxima seca.

CONCLUSIÓN 4.

Se alcanza a concluir también en el caso del objetivo específico 3. Se alcanzo un CBR más alto de 7.88 %, con una dosificación de cemento caducado de 5%. El potencial de expansión inicial fue de 6.67 %, de allí se apreció como varia en 1.21 % en correspondencia al mayor CBR.

CONCLUSIÓN 5.

Se tiene conclusión para el objetivo específico 4. La resistencia a la compresión inconfínada fue incrementada según la dosificación de 5% del cemento caducado. Se logro una resistencia a la compresión inconfínada más alta de 5.54 kg/cm², con una dosificación de cemento caducado de 5%. La resistencia a la compresión inconfínada inicial fue de 4.87 kg/cm², a partir de ello también se modificó en 0,67 kg/cm² en relación a la máxima resistencia a la compresión inconfínada.

VII. RECOMENDACIONES.

RECOMENDACIÓN 1.

Se recomienda desarrollar diferentes o mayores repeticiones de ensayos tanto en campo como en laboratorio para detallar sobre la etapa de validación y para generar detalle en la precisión de la estadística, siendo este el modo más confiable para determinar cuáles son aquellas propiedades tanto en los aspectos mecánicos como físicos, y también dentro de su aplicación de análisis y para la generación también de resultados a partir de las repeticiones en laboratorio. Cabe indicar que por la cantidad de repeticiones que se realizan de los ensayos sea el caso de su abordamiento para proyectos o investigaciones o tesis futuras, estas deben realizarse con equipos calibrados y certificados de manera que se pueda garantizar la calidad de los resultados y del mismo modo se debe contar con normas y procedimientos adecuadamente en mercados dentro de la seguridad de la persona. Es recomendable también disponer del asesoramiento de los correspondientes operadores con certificación para que puedan orientar y dirigir a la mano de obra que se ha calificada para el desarrollo de los procedimientos y para el manejo apropiado de los equipos a partir de los cuales se obtendrán las cifras que serán almacenadas en la obtención de resultados y estas se ajusten de la mejor forma a la veracidad omitiendo alteraciones y disminuyendo al máximo errores o variaciones. Es recomendable dosificar según norma o según el tipo de muestreo que permita un diseño experimental y una interpretación adecuada de lo resultante.

RECOMENDACIÓN 2.

Como afirma López Lara, T. (1995). En su investigación, cuando corresponde al momento de modificación de los estados en los que se puede comportar los especímenes, así mismo por las consecuencias que se generen por los cambios en las dosificaciones añadidas o por el sometimiento a deformaciones hasta alcanzar la

falla de los mismos, considerando los especímenes estos deberán fallar En diversas ocasiones según la consecuencia de la atracción y diversas consecuencias las mismas que se evidencian en agrietamientos verticales como también en sentido horizontal en la parte más significativa del talud siendo la superior, apreciándose deslizamientos y encontrándose habitualmente la falla en la zona del ejercicio del ensayo. Mediante la presente se tiene el análisis del caso en el que se estudian los incrementos sobre DMS, COH, CBR cuando es utilizado también el cemento caducado respecto a lo resultante de estos ensayos y para ser derivado en el uso de la estabilidad de taludes y especialmente en la zona de estudio o en otras zonas en donde se puedan apreciar características parecidas del espécimen antes de la adición de la propuesta. De la misma forma es recomendable según la interpretación de los resultantes, la realización de diversos ensayos para caracterizar o medir las propiedades, así como el ensayo triaxial y otros según norma que permitan la correlación e interpretaciones mayores y profundas según este análisis y sus complementarios.

RECOMENDACIÓN 3.

Es recomendable generar profundizaciones respecto a los ensayos que miden la expansión cuando se utiliza el presente estudio teniéndolo como piloto y también proponiendo mayores adiciones de diversos estabilizantes diferentes al cemento caducado. De la misma forma lograr disminuir la expansión de la muestra con dicha metodología y añadiendo según aplicación en diversos casos como también proponiendo su replicación abordando diversos materiales de suelo que no difieran en características de muestreo o expansividad teniendo un CL u otros tipos de especímenes que generen aportes de mayores significancias en la estabilización.

REFERENCIAS

1. **Geologiaweb.** ¿Qué son las arcillas expansivas? Expansividad y retracción del suelo. Geologiaweb. [En línea] 2020. [Citado el: 01 de Marzo de 2020.] <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/arcillas-expansivas/>.
2. **ROJAS, PEREZ.** ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA EXPANSIVIDAD EN SUELOS BENTONÍTICOS. s.l. : Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil., 2018.
3. **MARTINEZ, GARZÓN.** OBTENCIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO USANDO EL PENETRÓMETRO DE CONO DE CAÍDA, CONSIDERANDO LOS DIFERENTES CONOS EXI. s.l. : UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, 2017.
4. **INFANTE, MERCHANT.** COMPORTAMIENTO DE SUELOS EXPANSIVOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES. . s.l. : UNIVERSIDAD DE LOS ANDES DE COLOMBIA , 2019.
5. **Martinez, Condor.** Comparación Económica del Resultado y el Mantenimiento entre los Estabilizadores PROES y CONSOLID . s.l. : UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS – LIMA - PERU, 2016.
6. **GÓMEZ, CORNEJO.** COMPORTAMIENTO FÍSICO-MECÁNICO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE TIERRA CRUDA FABRICADAS CON SUELO DE LOS SECTORES TAMBILLO – CUSCO. s.l. : UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO , 2018.
7. **Quispe, Pusari.** Estudio experimental de mejoramiento de las propiedades de resistencia al corte de un suelo expansivo con polvo de vidrio reciclado y fibras de polipropileno en la ciudad de Talara, departamento de Piura. s.l. : UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, 2020.
8. **GEOSEISMIC.** LA IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS. [En línea] 05 de Sep de 2017. <https://www.geoseismic.cl/la-importancia-mecanica-suelos/>.
9. **Zotarelli, Lincoln y Dukes, Michael D.** CAPACIDAD DEL SUELO PARA ALMACENAR AGUA. [En línea] 11 de Agosto de 2016. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/ae496>.
10. **Braja, Das.** Fundamentos de ingeniería geotécnica. México D.F. : Cengage Learning Editores, 2015.
11. **MTC.** TARIFAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES AÑO 2015. Lima : MTC, 2015.
12. **Das, Braja.** Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. México : Cengage Learning Editores, S.A. de C.V., 2015.
13. **Villalaz, CRESPO.** Mecanica de suelos y cimentaciones . Mexico : Limusa, 2004. 6891864891.

14. **Tal, Eran.** The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Measurement in Science. [En línea] 21 de Setiembre de 2017. <https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/measurement-science>.
15. **Head.** Manual of Soil Laboratory Testing, Volume 1. Gasteshead : Whittels Publishing, 2006.
16. **ASTM.** Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. West Conshohocken : ASTM, 2010.
17. **Sebesta, Stephen, y otros.** INITIAL REVIEW OF RAPID MOISTURE MEASUREMENT FOR ROADWAY BASE AND SUBGRADE. Texas : TEXAS A&M TRANSPORTATION INSTITUTE, 2013.
18. **UNI.** TARIFA DE ENSAYOS DE LABORATORIO. [En línea] 06 de Febrero de 2017. <http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/tarifa/tarifa%20ensayos.pdf>.
19. **Universidad Javeriana.** LISTADO DE PRECIOS 2017. [En línea] 20 de Febrero de 2017. <http://ingenieria.javeriana.edu.co/documents/7508381/0/Lista+de+Precios+laboratorios+2017.pdf/f142d779-8719-4ec1-b869-c6de07ee3097>.
20. **LLORVESA.** VENTILADORES DE TIRO FORZADO O INDUCIDO. [En línea] 23 de Enero de 2018. http://www.llorvesa.com/es/ventiladores-de-tiro-forzado-o-inducido_c191696/.
21. STUDY ON THE IMPACT OF MOISTURE CONTENT ON SUBGRADE STRENGTH. **Mohamed, Isma.** 2015, 5th International Symposium 2015 – IntSym 2015 SEUSL, págs. 71-76.
22. **Tripathy y Anuradha.** INTERNET OF THINGS (IoT) Technologies, Applications, Challenges, and Solutions. Boca Raton : Taylor & Francis Group, 2018.
23. **Belov, Mikhail.** Measurement and sensor technologies trends, development dynamics and application scope. Autumn : Kajaani University of Applied Sciences, 2014.
24. **DHL.** LOW-COST SENSOR TECHNOLOGY. Troisdorf : DHL Customer Solutions & Innovation, 2013.
25. **Alibaba.com.** Soil Moisture Sensor, Soil Moisture Sensor Suppliers and Manufacturers at Alibaba.com. [En línea] 23 de Enero de 2018. <https://www.alibaba.com/showroom/soil-moisture-sensor.html>.

26. Variability of Moisture Content Measurement Devices on Subgrade Soils. **Sotelo, Martin, y otros.** 2014, Geo-Congress 2014 Technical Papers, GSP 234 © ASCE 2014, págs. 1425-1432.
27. **Salour, Farhad.** Moisture Influence on Structural Behaviour of Pavements. Stockholm : KTH, Royal Institute of Technology, 2015.
28. **Bogena, y otros.** Potential of Wireless Sensor Networks for Measuring Soil Water Content Variability. Madison : Soil Science Society of America, 2010.
29. **Varas, Zulema.** DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA RIEGO DE CÉSPED DE JARDÍN EMPLEANDO UN SENSOR DE HUMEDAD DE SUELOS Y COMUNICACIÓN INALÁMBRICA . Lima : PUCP, 2013.
30. **LAZO, Wilber y CAMPOS, Ronald.** SISTEMA REMOTO DE CONTROL Y MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA DEL MAÍZ CON RIEGO POR GOTEO EN EL VALLE DE PAMPAS . PAMPAS : UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA, 2014.
31. EFECTO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD Y TEMPERATURA SOBRE LA DIFUSIVIDAD TÉRMICA EN GRANOS ANDINO. **Huamán, Nils, y otros.** 2016, Rev Soc Quím Perú. 82(3), págs. 259-271.
32. **González, Carlos.** UNIDAD 2. Contenido de Humedad del Agua en el Suelo. Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 2011.
33. **Carter, Michael y Bentley, Stephen.** Soil properties and their correlations. West Sussex : John Wiley & Sons, Ltd, 2016.
34. **Rasch, Shane.** DETERMINING THE RELATIVE EFFECTS OF VOLUMETRIC WATER CONTENT AND DRY DENSITY ON THE DIELECTRIC CONSTANT OF SOILS. Columbia : University of Missouri, 2011.
35. **U-Cursos.** GUIA DE LABORATORIO N° 3. 2004.
36. **Ideam.** MEDICION DE LA HUMEDAD DEL SUELO. [En línea] Febrero de 1 de 2018. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/012406/Cap15.pdf>.
37. **Casafont, Claudio.** SELECCIÓN Y DISEÑO DE SENSORES DE HUMEDAD PARA MINERÍA BLOCK CAVING. Santiago : Universidad de Chile, 2017.
38. **Flores, Lourdes y Alcalá, Jorge.** Manual de Procedimientos Analíticos. Ciudad de México : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, 2010.

ANEXOS.

Matriz de consistencia

"Adición del cemento caducado en la subrasante de un suelo arcilloso para mejorar sus propiedades mecánicas Cusco 2023."							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
¿De qué manera influirá la adición del cemento caducado en la subrasante de un suelo arcilloso para mejorar sus propiedades mecánicas en el Sector Huancarani, Cusco 2023?	Determinar de qué manera influye la adición del cemento caducado en la subrasante de un suelo arcilloso para mejorar sus propiedades mecánicas en el Sector Huancarani, Cusco 2023.	La adición del cemento caducado mejora las propiedades mecánicas de la subrasante de un suelo arcilloso del Sector Huancarani, Cusco 2023.	CEMENTO CADUCADO	DOSIS	%	FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Elaboradas a partir de las exigencias de las normas ASTM, MTC, NTP,	ENFOQUE Cuantitativo (Hernandez Sampieri, et al, 2010) DISEÑO DE INVESTIGACION El diseño experimental (Hernandez Sampieri, et al, 2010) NIVEL DE INVESTIGACIÓN Nivel de Investigación Explicativo (Hernandez Sampieri, et al, 2010) TIPO DE INVESTIGACIÓN Investigación aplicada (Hernandez Sampieri, et al, 2010) POBLACIÓN La muestra alterada se obtuvo de la prolongación de la calle Saucedá, sector Patamarca. (Hernandez Sampieri, et al, 2010) MUESTRA El Muestreo No Probabilístico por conveniencia. Casal, J., & Mateu, E. (2003). 4 porciones de suelo, conformándose cada una según la proporción de la norma ASTM D – 2487.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADOR		
1. ¿De qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre el potencial de expansión de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023?	1. Determinar de qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre el potencial de expansión de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023	1. La adición de cemento caducado influye significativamente sobre el potencial de expansión de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023	PROPIEDADES MECANICAS	POTENCIAL DE EXPANSION	%	INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA Detallándose en los requerimientos de las dimensiones de las variables de investigación, detallándose en los procedimientos: •Densidad in situ •Granulometría por tamizado •Granulometría por sedimentación •Límites de consistencia •Potencial de expansión •CBR	
2. ¿De qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre la densidad máxima seca de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023?	2. Determinar de qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre la densidad máxima seca de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023	2. La adición de cemento caducado genera impacto sobre la densidad máxima seca de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023		PROCTOR MODIFICADO	gr/m3		
3. ¿De qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre el CBR de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023?	3. Determinar de qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre el CBR de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023	3. La adición de cemento caducado mejora considerablemente el CBR de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023		CBR	%		
4. ¿De qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre la resistencia a la compresión confinada de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023?	4. Determinar de qué manera influirá la adición de cemento caducado sobre la resistencia a la compresión confinada de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023	4. La adición de cemento caducado incrementa la resistencia a la compresión confinada de la subrasante de un suelo arcilloso en el Sector Huancarani 2023		RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA	Kg/cm2		

Fuente: Elaboración Propia

Cronograma de ejecución.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																
ACTIVIDADES	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	Semana				Semana				Semana				Semana			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Revisión de bibliografía	■	■														
Planteamiento del problema		■	■													
Desarrollo de la introducción			■	■	■											
Construcción del marco teórico				■	■											
Diseño metodológico y aspectos administrativos					■	■										
Presentación del informe final en borrador						■	■	■	■							
Levantamiento de observaciones del informe final									■	■	■					
Presentación del informe final										■	■	■				
Sustentación del IPI													■	■		

Fuente: Elaboración Propia

Matriz de Operacionalización

"Adición del cemento caducado en la subrasante de un suelo arcilloso para mejorar sus propiedades mecánicas Cusco 2023."					
X= CEMENTO CADUCADO					
Y1= PROPIEDADES FISICAS					
Y2= PROPIEDADES MECANICAS					
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
CEMENTO CADUCADO	La caducidad del cemento (CC) es generada por el uso de cemento almacenado a gran escala o expuesto a la humedad despues del periodo de caducidad considerando según el fabricante. (Rahmani et al. 2018).	La disposición de uso del cemento caducado analizado mediante los ensayos de laboratorio correspondientes al diseño experimental	DOSIS	1% - 3% - 5%	% De razon
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
PROPIEDADES MECANICAS	Las propiedades mecánicas (resistencia, deformabilidad y permeabilidad), son las únicas directamente aplicables a la solución de un problema práctico. (Rucks et al., 2004).	Corresponde a los ensayos normados que generaran consistencia en los resultados necesarios para demostrar las hipótesis de las propiedades mecánicas	POTENCIAL DE EXPANSION	%	De razon % A.S.T.M. D 2435
			PROCTOR MODIFICADO	gr/m3	De razon % A.S.T.M. D 1557
			CBR	%	De razon % A.S.T.M. D 1883
			RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA	Kg/cm2	De razon % A.S.T.M. D 3080

Fuente: Elaboración propia

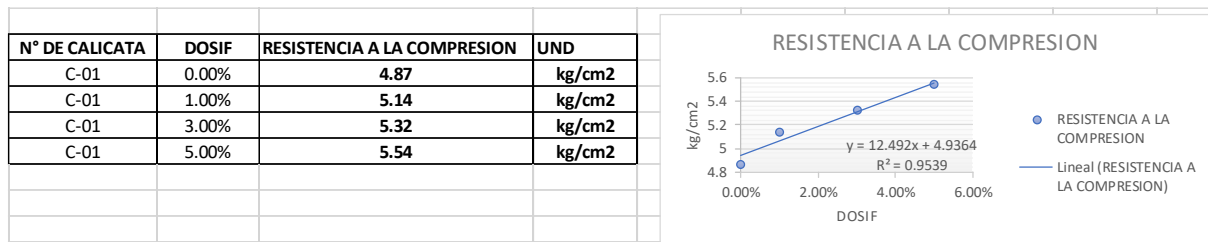
Determinación de cantidad de ensayos

"Adición del cemento caducado en la subrasante de un suelo arcilloso para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas Cusco 2022."		Muestra 00			Muestra 01			Muestra 02			Muestra 03		
		Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3	Repeticion	Repeticion	Repeticion	Repeticion	Repeticion	Repeticion	Repeticion	Repeticion	
Proposit 0	Dosificación propuesta de cemento caducado según norma CE 020 (2012)	0%			1%			3%			5%		
Determinación de Propiedades Físicas	Toma de muestra	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Determinación de la densidad in situ	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Granulometria por tamizado	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Granulometria por sedimentacion	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Determinación de limites de consistencia	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Determinación de contenido de humedad	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Muestreo de suelos SUCS - AASHTO	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Determinación de Propiedades Mecánicas	PROCTOR MODIFICADO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	POTENCIAL DE EXPANSION	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Parcial		10	10	10	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Total		57											

Análisis granulométrico por tamizado según la MTC E107

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA LA CALICATA 01 (C-01)

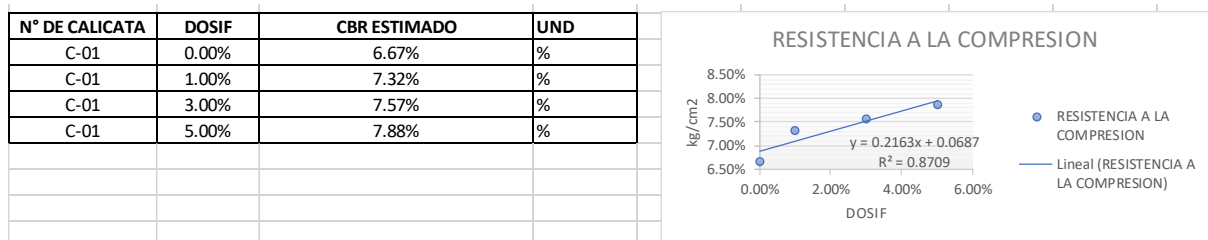
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DEL CBR ESTIMADO YANG H. HUANG PARA LA CALICATA 01 (C-01)

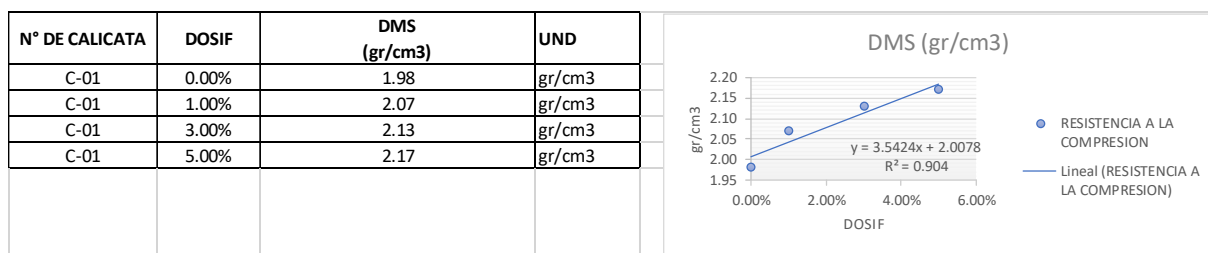
RESULTADOS DEL CBR ESTIMADO



Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DENSIDAD MAXIMA SECA PARA LA CALICATA 01 (C-01)

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DENSIDAD MAXIMA SECA

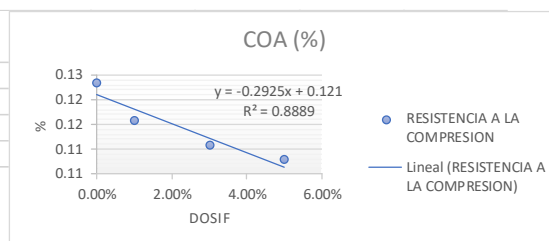


Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONTENIDO OPTIMO DE AGUA PARA LA CALICATA 01 (C-01)

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONTENIDO OPTIMO DE AGUA

N° DE CALICATA	DOSIF	COA (%)	UND
C-01	0.00%	0.12	%
C-01	1.00%	0.12	%
C-01	3.00%	0.11	%
C-01	5.00%	0.11	%

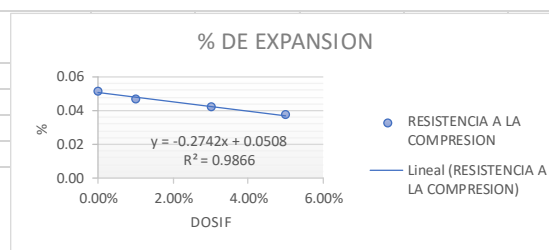


Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE EXPANSION PARA LA CALICATA 01 (C-01)

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE EXPANSION

N° DE CALICATA	DOSIF	% DE EXPANSION	UND
C-01	0.00%	0.05	%
C-01	1.00%	0.05	%
C-01	3.00%	0.04	%
C-01	5.00%	0.04	%



Fuente: Elaboración propia

CONFIGURACION DE TIPO DE SUB RASANTE PARA LA CALICATA 01 (C-01)

CONFIGURACION DE TIPO DE SUB RASANTE

N° DE CALICATA	DOSIF	TIPO DE SUBRASANTE
C-01	0.00%	REGULAR
C-01	1.00%	
C-01	3.00%	
C-01	5.00%	

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Resultados estadísticos descriptivos resistencia a la compresión

Descriptivos

	DOSIFICACIÓN		Estadístico	Error estándar		
Resistencia a la compresión	0.00%	Media	4,9200	,02887		
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,7958		
			Límite superior	5,0442		
		Media recortada al 5%	.			
		Mediana	4,9200			
		Varianza	,002			
		Desviación estándar	,05000			
		Mínimo	4,87			
		Máximo	4,97			
		Rango	,10			
		Rango intercuartil	.			
		Asimetría	,000	1,225		
		Curtosis	.	.		
			1.00%	Media	5,0700	,04728
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,8687
Límite superior	5,2733					
Media recortada al 5%	.					
Mediana	5,0900					
Varianza	,007					
Desviación estándar	,08185					
Mínimo	4,98					
Máximo	5,14					
Rango	,16					
Rango intercuartil	.					
Asimetría	-1,034			1,225		
Curtosis	.			.		
	3.00%			Media	5,2533	,07688
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,9225
		Límite superior	5,5841			
		Media recortada al 5%	.			
		Mediana	5,3200			
		Varianza	,018			
		Desviación estándar	,13317			
		Mínimo	5,10			
		Máximo	5,34			
		Rango	,24			

	Rango intercuartil		.
	Asimetría	-1,688	1,225
	Curtosis		.
5.00%	Media	5,4433	,07311
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,1288
		Límite superior	5,7579
	Media recortada al 5%		.
	Mediana	5,4900	
	Varianza	,016	
	Desviación estándar	,12662	
	Mínimo	5,30	
	Máximo	5,54	
	Rango	,24	
	Rango intercuartil		.
	Asimetría	-1,433	1,225
	Curtosis		.

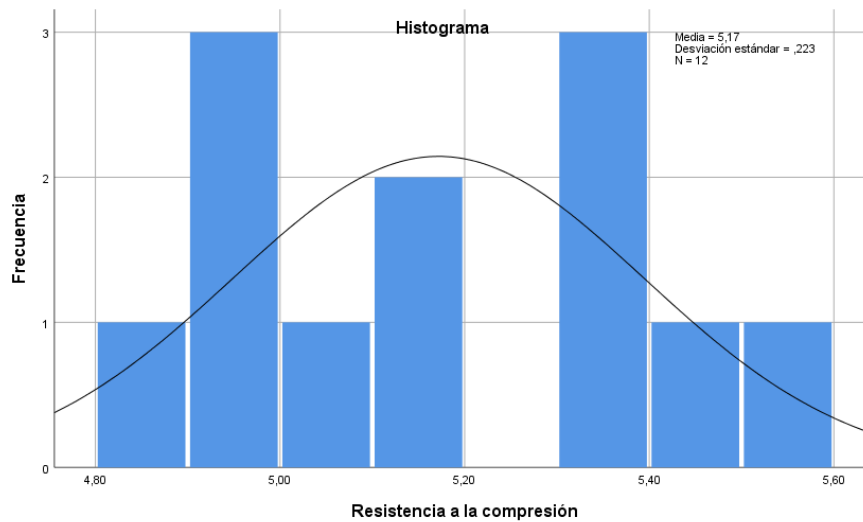
Fuente: Elaboración propia

Respecto a la resistencia a la compresión

- Para una dosificación al 0% de cemento caducado y 100% de suelo arcilloso, se encuentra entre 4.80 kg/cm^2 y 5.04 kg/cm^2 con un nivel de confianza del 95%.
- Para una dosificación al 1% de cemento caducado y 99% de suelo arcilloso, se encuentra entre 4.87 kg/cm^2 y 5.27 kg/cm^2 con un nivel de confianza del 95%.
- Para una dosificación al 3% de cemento caducado y 97% de suelo arcilloso, se encuentra entre 4.92 kg/cm^2 y 5.58 kg/cm^2 con un nivel de confianza del 95%.
- Para una dosificación al 5% de cemento caducado y 95% de suelo arcilloso, se encuentra entre 5.13 kg/cm^2 y 5.76 kg/cm^2 con un nivel de confianza del 95%.

En el histograma resultante se presenta para la resistencia a la compresión a diferentes porcentajes de adición de cemento caducado. Donde se puede apreciar que la tendencia de la **distribución de datos es paramétrica**.

PRUEBA DE NORMALIDAD



Fuente: Elaboración propia

PRUEBA DE NORMALIDAD

H_0 : Los datos provienen de una **distribución normal**

H_1 : Los datos provienen de una **distribución normal**

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

Pruebas de normalidad

	Pruebas de normalidad						
	DOSIFICACIÓN	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	0.00%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	1.00%	,263	3	.	,955	3	,593
	3.00%	,358	3	.	,812	3	,144
	5.00%	,310	3	.	,898	3	,380

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Decisión: Debido a que los valores de significancia correspondientes a la prueba de Shapiro-Wilk superan el 5%, entonces se acepta la hipótesis nula y rechaza la hipótesis alterna.

Para una significancia del 5% se afirma que los datos de resistencia a la compresión provienen de una distribución normal.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_0 : Todas las medias son iguales

H_1 : No todas las medias son iguales

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

Prueba ANOVA

ANOVA					
Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,462	3	,154	14,350	,001
Dentro de grupos	,086	8	,011		
Total	,548	11			

Fuente: Elaboración propia

Decisión: Debido a que el valor de significancia **0.001** correspondiente a la prueba del Análisis de varianza **no supera el 5%**, entonces se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna.

Con un nivel de significancia del 5% se afirma que los datos de resistencia a la compresión presentan **medias significativamente diferentes por lo menos en dos de los grupos** analizados, para los distintos porcentajes de adición de cemento caducado.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: CAPACIDAD SUBRASANTE

Descriptivos				
DOSIFICACIÓN			Estadístico	Error estándar
CBR (%)	0.00%	Media	6,8800	,11590
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,3813
		Límite superior	7,3787	
		Media recortada al 5%	-	
		Mediana	6,9000	

	Varianza		.040	
	Desviación estándar		.20075	
	Mínimo		6.67	
	Máximo		7,07	
	Rango		.40	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-.444	1.225
	Curtosis		.	.
1.00%	Media		7.2133	.07055
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6.9098	
		Límite superior	7.5169	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		7.2400	
	Varianza		.015	
	Desviación estándar		.12220	
	Mínimo		7.08	
	Máximo		7,32	
	Rango		.24	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-.935	1.225
	Curtosis		.	.
3.00%	Media		7.4767	.10868
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,0091	
		Límite superior	7,9443	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		7.5700	
	Varianza		.035	
	Desviación estándar		.18824	
	Mínimo		7.26	
	Máximo		7.60	
	Rango		.34	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1.683	1.225
	Curtosis		.	.
5.00%	Media		7.7433	.10366
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,2973	
		Límite superior	8,1893	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		7.8100	
	Varianza		.032	
	Desviación estándar		.17954	

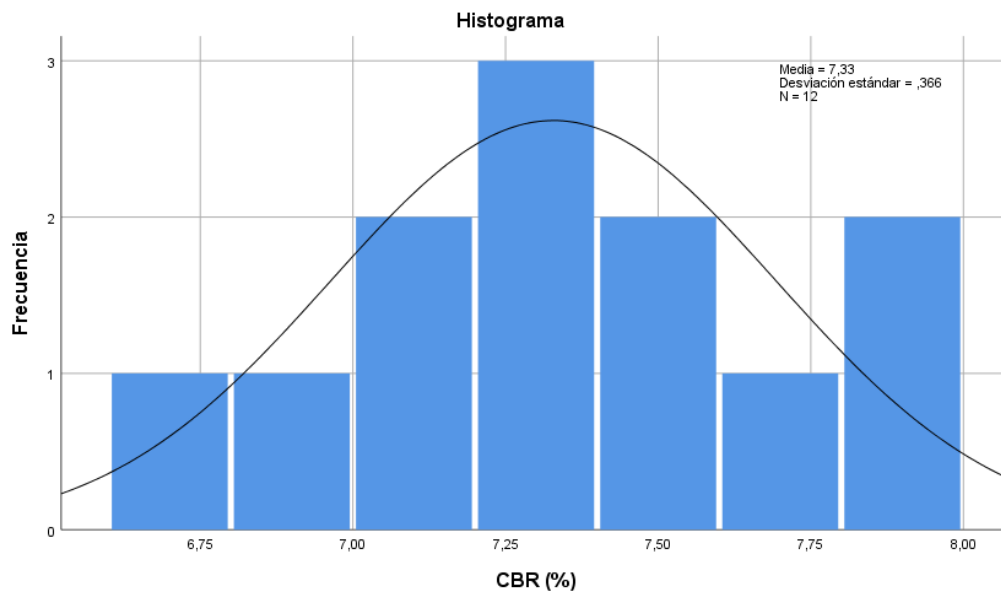
Mínimo	7,54	
Máximo	7,88	
Rango	,34	
Rango intercuartil	.	
Asimetría	-1,441	1,225
Curtosis	.	

Fuente: Elaboración propia

- La capacidad subrasante para una dosificación al 0% de cemento caducado y 100% de suelo arcilloso, presenta un CBR entre **6.38% y 7.38%** con un nivel de confianza del **95%**.
- La capacidad subrasante para una dosificación al 1% de cemento caducado y 99% de suelo arcilloso, presenta un CBR entre **6.91% y 7.52%** con un nivel de confianza del 95%.
- La capacidad subrasante para una dosificación al 3% de cemento caducado y 97% de suelo arcilloso, presenta un CBR entre **7.01% y 7.94%** con un nivel de confianza del **95%**.
- La capacidad subrasante para una dosificación al 5% de cemento caducado y 95% de suelo arcilloso, presenta un CBR entre **7.30% y 8.19%** con un nivel de confianza del **95%**.

En la gráfica es representado el histograma para la capacidad subrasante del suelo a diferentes cantidades de añadidura de cemento caducado. Donde se puede apreciar que la tendencia de la distribución de datos es paramétrica.

PRUEBA DE NORMALIDAD



Fuente: Elaboración propia

PRUEBA DE NORMALIDAD

H_0 : Los datos provienen de una **distribución normal**

H_1 : Los datos provienen de una **distribución normal**

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

Pruebas de normalidad

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	DOSIFICACIÓN	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR (%)	0.00%	,206	3	.	,993	3	,835
	1.00%	,253	3	.	,964	3	,637
	3.00%	,357	3	.	,816	3	,152
	5.00%	,311	3	.	,897	3	,375

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Decisión: Debido a que los valores de significancia correspondientes a la prueba de Shapiro-Wilk superan el 5%, entonces se acepta la hipótesis nula y rechaza la hipótesis alterna.

Con significancia del 5% se afirma que los datos de la capacidad subrasante del suelo (CBR) **proviene de una distribución normal.**

PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_0 : **Todas las medias son iguales**

H_1 : **No todas las medias son iguales**

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

Tabla 30. Prueba ANNOVA

ANOVA					
CBR (%)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,225	3	,408	13,294	,002
Dentro de grupos	,246	8	,031		
Total	1,471	11			

Fuente: Elaboración propia

Decisión: Debido a que el valor de significancia 0.002 correspondiente a la prueba del **Análisis de varianza no supera el 5%, entonces se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna.**

Con un nivel de significancia del 5% se afirma que los datos de la capacidad subrasante del suelo (CBR) presentan medias significativamente diferentes por lo menos en dos de los grupos analizados, para los distintos porcentajes de adición de cemento caducado.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: DENSIDAD MÁXIMA SECA

			Descriptivos	
DMS (gr/cm3)	DOSIFICACIÓN		Estadístico	Error estándar
	0.00%	Media	1,9533	,01453
		95% de intervalo de confianza para la media		
		Límite inferior	1,8908	
		Límite superior	2,0158	
		Media recortada al 5%		
		Mediana	1,9500	
		Varianza	,001	

	Desviación estándar		,02517	
	Mínimo		1,93	
	Máximo		1,98	
	Rango		,05	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,586	1,225
	Curtosis		.	.
1.00%	Media		2,0267	,02333
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,9263	
		Límite superior	2,1271	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		2,0200	
	Varianza		,002	
	Desviación estándar		,04041	
	Mínimo		1,99	
	Máximo		2,07	
	Rango		,08	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,722	1,225
	Curtosis		.	.
3.00%	Media		2,0933	,03667
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,9356	
		Límite superior	2,2511	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		2,1300	
	Varianza		,004	
	Desviación estándar		,06351	
	Mínimo		2,02	
	Máximo		2,13	
	Rango		,11	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,732	1,225
	Curtosis		.	.
5.00%	Media		2,1500	,02517
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,0417	
		Límite superior	2,2583	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		2,1700	
	Varianza		,002	
	Desviación estándar		,04359	
	Mínimo		2,10	

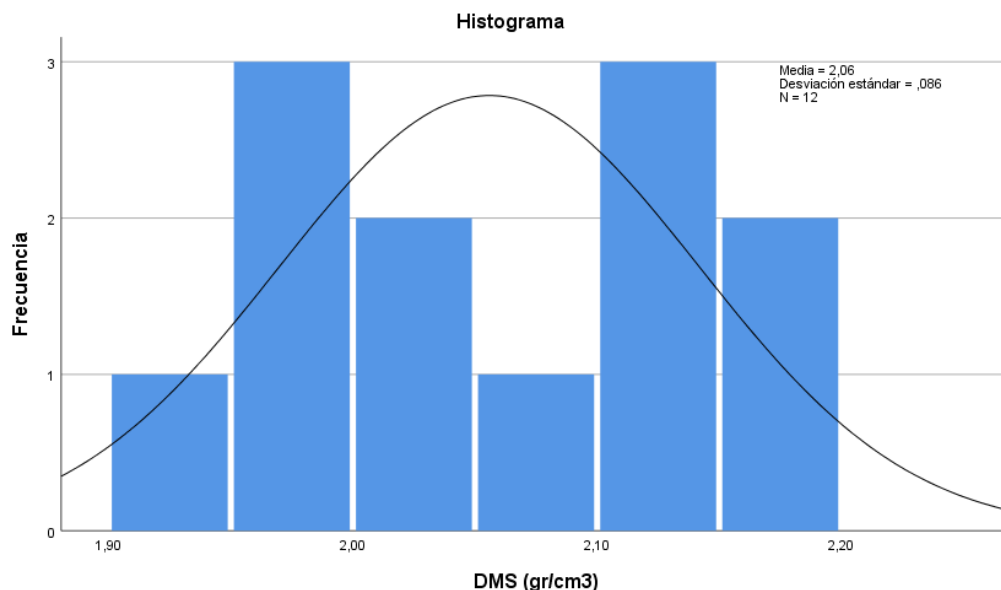
Máximo	2,18	
Rango	,08	
Rango intercuartil	.	
Asimetría	-1,630	1,225
Curtosis	.	.

Fuente: Elaboración propia

- La densidad máxima seca del suelo para una dosificación al 0% de cemento caducado y 100% de suelo arcilloso, se encuentra entre 1.89gr/cm^3 y 2.02gr/cm^3 con un nivel de confianza del 95%.
- La densidad máxima seca del suelo para una dosificación al 1% de cemento caducado y 99% de suelo arcilloso, se encuentra entre 1.93gr/cm^3 y 2.13gr/cm^3 con un nivel de confianza del 95%.
- La densidad máxima seca del suelo para una dosificación al 3% de cemento caducado y 97% de suelo arcilloso, se encuentra entre 1.94gr/cm^3 y 2.25gr/cm^3 con un nivel de confianza del 95%.
- La densidad máxima seca del suelo para una dosificación al 5% de cemento caducado y 95% de suelo arcilloso, se encuentra entre 2.04gr/cm^3 y 2.26gr/cm^3 con un nivel de confianza del 95%.

El histograma para la densidad máxima seca del suelo a disímiles proporciones de adición de cemento caducado. Donde se puede apreciar que la tendencia de la **distribución de datos es paramétrica.**

HISTOGRAMA



Fuente: Elaboración propia

PRUEBA DE NORMALIDAD

H_0 : Los datos provienen de una **distribución normal**

H_1 : Los datos provienen de una **distribución normal**

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad							
DOSIFICACIÓN	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
DMS (gr/cm3)	0.00%	,219	3	,987	3	,780	
	1.00%	,232	3	,980	3	,726	
	3.00%	,385	3	,750	3	,000	
	5.00%	,343	3	,842	3	,220	

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Decisión: Debido a que la mayoría de los valores de significancia correspondientes a la prueba de Shapiro-Wilk superan el 5%, entonces se acepta la hipótesis nula y rechaza la hipótesis alterna.

Con un nivel de significancia del 5% se afirma que los datos de la densidad máxima seca del suelo provienen de una **distribución normal**.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_0 : Todas las medias son iguales

H_1 : No todas las medias son iguales

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

ANOVA

ANOVA					
DMS (gr/cm ³)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,065	3	,022	10,551	,004
Dentro de grupos	,016	8	,002		
Total	,081	11			

Fuente: Elaboración propia

Decisión: Debido a que el valor de **significancia 0.004** correspondiente a la prueba del **Análisis de varianza no supera el 5%**, entonces se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna.

Con un nivel de significancia del 5% se afirma que los datos de la densidad máxima seca del suelo presentan medias significativamente diferentes por lo menos en dos de los grupos analizados, para los distintos porcentajes de adición de cemento caducado.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD

Descriptivos

DOSIFICACIÓN			Estadístico	Error estándar
COA (%)	0.00%	Media	11,5100	,43715
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	9,6291
			Límite superior	13,3909
		Media recortada al 5%		.
		Mediana	11,3000	
		Varianza	,573	

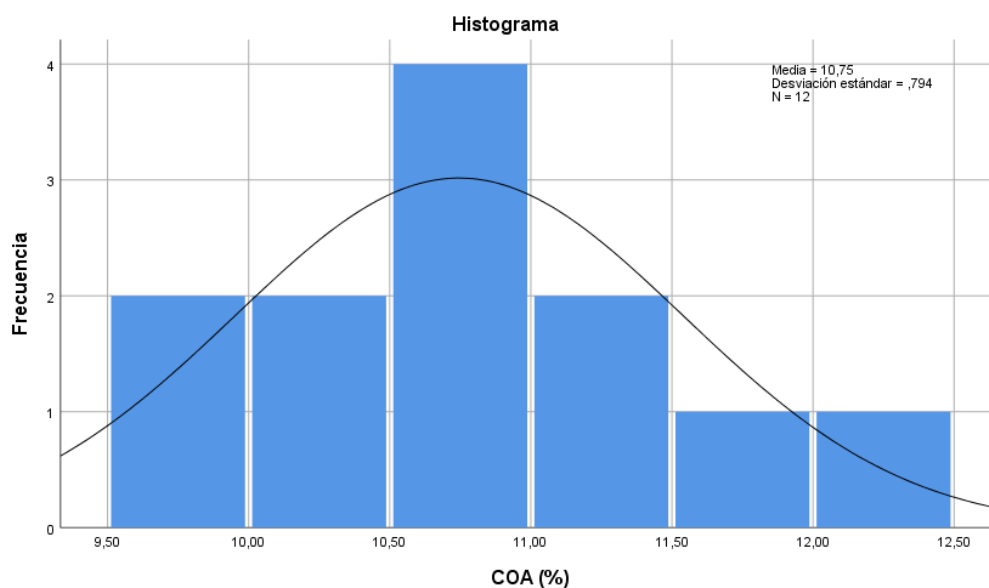
	Desviación estándar		,75717	
	Mínimo		10,88	
	Máximo		12,35	
	Rango		1,47	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,152	1,225
	Curtosis		.	.
1.00%	Media		10,8833	,41014
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	9,1187	
		Límite superior	12,6480	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		10,9100	
	Varianza		,505	
	Desviación estándar		,71038	
	Mínimo		10,16	
	Máximo		11,58	
	Rango		1,42	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,169	1,225
	Curtosis		.	.
3.00%	Media		10,4700	,35852
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,9274	
		Límite superior	12,0126	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		10,5100	
	Varianza		,386	
	Desviación estándar		,62097	
	Mínimo		9,83	
	Máximo		11,07	
	Rango		1,24	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,289	1,225
	Curtosis		.	.
5.00%	Media		10,1200	,36254
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,5601	
		Límite superior	11,6799	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		10,0500	
	Varianza		,394	
	Desviación estándar		,62793	
	Mínimo		9,53	

Máximo	10,78	
Rango	1,25	
Rango intercuartil	.	
Asimetría	,495	1,225
Curtosis	.	.

Fuente: Elaboración propia

- El COH para una dosificación al 0% de cemento caducado y 100% de suelo arcilloso, se encuentra entre **9.63% y 13.39%** con un nivel de confianza del **95%**.
- El contenido óptimo de humedad para una dosificación al 1% de cemento caducado y 99% de suelo arcilloso, se encuentra entre **9.12% y 12.65%** con un nivel de confianza del **95%**.
- El contenido óptimo de humedad para una dosificación al 3% de cemento caducado y 97% de suelo arcilloso, se encuentra entre **8.93% y 12.01%** con un nivel de confianza del **95%**.
- El contenido óptimo de humedad para una dosificación al 5% de cemento caducado y 95% de suelo arcilloso, se encuentra entre **8.56% y 11.68%** con un nivel de confianza del **95%**.

En la siguiente figura se presenta el histograma resultante para el contenido óptimo de humedad del suelo a diferentes porcentajes de adición de cemento caducado. Donde se puede apreciar que la **tendencia de la distribución de datos es paramétrica**.



Fuente: Elaboración propia

PRUEBA DE NORMALIDAD

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos provienen de una distribución normal

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

Pruebas de normalidad

DOSIFICACIÓN		Pruebas de normalidad			Shapiro-Wilk		
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Estadístico	gl	Sig.
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
COA (%)	0.00%	,276	3	.	,942	3	,537
	1.00%	,182	3	.	,999	3	,938
	3.00%	,192	3	.	,997	3	,893
	5.00%	,211	3	.	,991	3	,815

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Decisión: Debido a que los valores de significancia correspondientes a la prueba de Shapiro-Wilk superan el 5%, entonces se acepta la hipótesis nula y rechaza la hipótesis alterna.

Con un nivel de significancia del 5% se afirma que los datos del contenido óptimo de humedad del suelo provienen de una distribución normal.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_0 : Todas las medias son iguales

H_1 : No todas las medias son iguales

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

ANOVA

COA (%)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3,212	3	1,071	2,305	,153
Dentro de grupos	3,716	8	,464		
Total	6,927	11			

Fuente: Elaboración propia

Decisión: Debido a que el valor de significancia 0.153 correspondiente a la prueba del Análisis de varianza supera el 5%, entonces se acepta la hipótesis nula y rechaza la hipótesis alterna.

Con un nivel de significancia del 5% se afirma que los datos del contenido óptimo de humedad del suelo no presentan medias significativamente diferentes, para los distintos porcentajes de adición de cemento caducado.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: PORCENTAJE DE EXPANSIÓN

Descriptivos

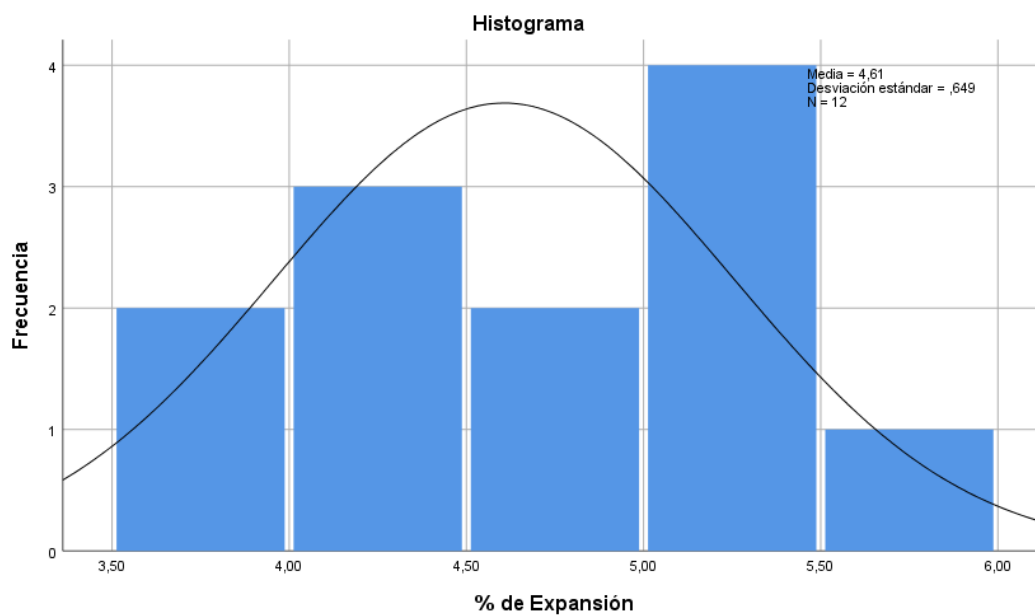
DOSIFICACIÓN		Estadístico	Error estándar	
% de Expansión	0.00%	Media	5,3333	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,6717	
		Límite superior	5,9949	
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	5,2000	
		Varianza	,071	
		Desviación estándar	,26633	
		Mínimo	5,16	
		Máximo	5,64	
		Rango	,48	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	1,688	1,225
		Curtosis	.	.

1.00%	Media		4,9567	,12115
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,4354	
		Límite superior	5,4779	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		5,0300	
	Varianza		,044	
	Desviación estándar		,20984	
	Mínimo		4,72	
	Máximo		5,12	
	Rango		,40	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		-1,381	1,225
	Curtosis			
	3.00%	Media		4,3467
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	3,7310	
		Límite superior	4,9624	
Media recortada al 5%				
Mediana			4,2400	
Varianza			,061	
Desviación estándar			,24786	
Mínimo			4,17	
Máximo			4,63	
Rango			,46	
Rango intercuartil				
Asimetría			1,578	1,225
Curtosis				
5.00%		Media		3,7900
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,1720	
		Límite superior	4,4080	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		3,7400	
	Varianza		,062	
	Desviación estándar		,24880	
	Mínimo		3,57	
	Máximo		4,06	
	Rango		,49	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		,868	1,225
	Curtosis			

Fuente: Elaboración propia

- El porcentaje de expansión del suelo para una dosificación al 0% de cemento caducado y 100% de suelo arcilloso, se encuentra entre **4.67%** y **5.99%** con un nivel de confianza del 95%.
- El porcentaje de expansión del suelo para una dosificación al 1% de cemento caducado y 99% de suelo arcilloso, se encuentra entre **4.44%** y **5.48%** con un nivel de confianza del 95%.
- El porcentaje de expansión del suelo para una dosificación al 3% de cemento caducado y 97% de suelo arcilloso, se encuentra entre **3.73%** y **4.96%** con un nivel de confianza del 95%.
- El porcentaje de expansión del suelo para una dosificación al 0% de cemento caducado y 100% de suelo arcilloso, se encuentra entre **3.17%** y **4.41%** con un nivel de confianza del 95%.

En la siguiente figura se presenta el histograma resultante para el porcentaje de expansión del suelo a diferentes porcentajes de adición de cemento caducado. Donde se puede apreciar que la tendencia de la distribución de datos es paramétrica.



Fuente: Elaboración propia

PRUEBA DE NORMALIDAD

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos provienen de una distribución normal

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

Pruebas de normalidad

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	DOSIFICACIÓN	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% de Expansión	0.00%	,358	3	.	,812	3	,144
	1.00%	,303	3	.	,908	3	,413
	3.00%	,333	3	.	,861	3	,271
	5.00%	,246	3	.	,970	3	,666

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Decisión: Debido a que los valores de significancia correspondientes a la prueba de Shapiro-Wilk superan el 5%, entonces se acepta la hipótesis nula y rechaza la hipótesis alterna.

Con un nivel de significancia del 5% se afirma que los datos del porcentaje de expansión del suelo provienen de una distribución normal.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_0 : Todas las medias son iguales

H_1 : No todas las medias son iguales

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

ANOVA

		ANOVA				
% de Expansión		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos		4,155	3	1,385	23,249	,000
Dentro de grupos		,477	8	,060		
Total		4,632	11			

Fuente: Elaboración propia

Decisión: Debido a que el **valor de significancia 0.000 correspondiente a la prueba del Análisis de varianza no supera el 5%, entonces se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna.**

Con un nivel de significancia del 5% se afirma que los datos del porcentaje de expansión del suelo presentan medias significativamente diferentes por lo menos en dos de los grupos analizados, para los distintos porcentajes de adición de cemento caducado.

RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE
 FECHA: CUSCO, MAYO 2023
 UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 - MTC E-107-200

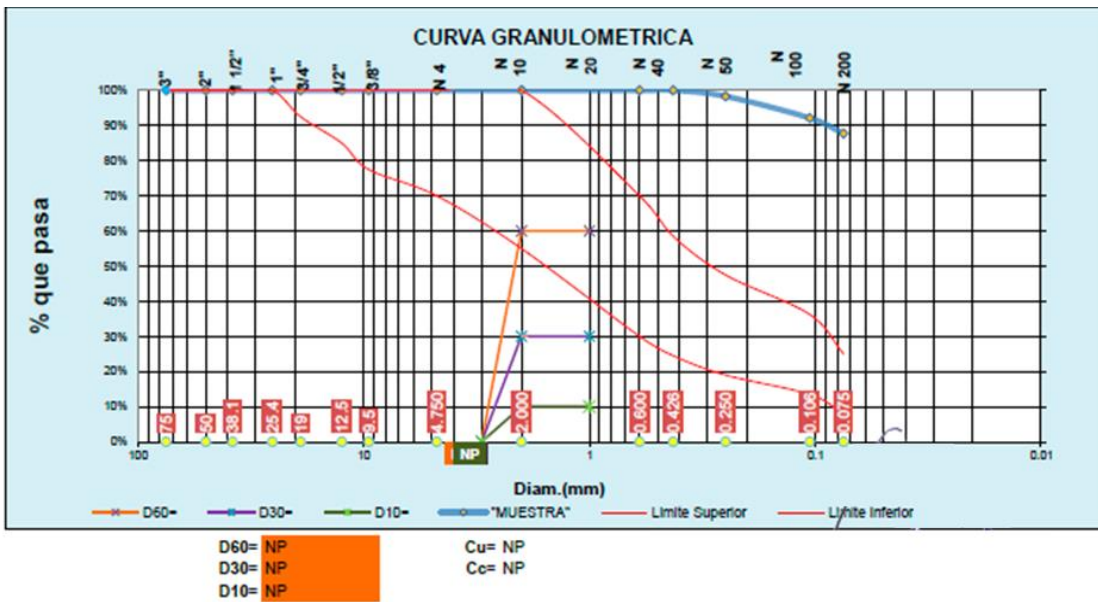
MANUAL DE PAVIMENTOS URBANOS CE010
 Gradación D

Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso retenido	%retenido	% retenido acumulado	%que pasa	Limite Superior	Limite Inferior	Cumple??
3 pulg	75	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
2 pulg	50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
1 1/2 pulg	38.1	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
1 pulg	25.4	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
3/4 pulg	19	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	92.50%	SI
1/2 pulg	12.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	85.00%	SI
3/8 pulg	9.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	77.50%	SI
N° 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	70.00%	SI
N° 10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	55.00%	SI
N°20	0.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	70.00%	30.00%	NO
N° 40	0.428	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	58.50%	24.50%	NO
N°60	0.250	5.88	1.88%	1.88%	98.32%	47.50%	19.00%	NO
N°140	0.106	21.51	6.17%	7.86%	92.14%	36.25%	13.50%	NO
N° 200	0.075	15.28	4.39%	12.24%	87.76%	25.00%	8.00%	NO
bandeja	0.010	305.71	87.76%	100.00%	0.00%			
TOTAL		348.36	100.00%					

% de gruesos= 12.24%
 % de finos= 87.76%
 % de grava= 0.00%
 % de arena= 12.24%

% de la fracción gruesa retenida en la malla N 4= 0.00% (Grava)
 % de la fracción gruesa pasa la malla N 4= 100.00% (Arena)

METODO DE COMPACTACION **C**



Fuente: Elaboración propia

La determinación de los límites de Atterberg se realizó utilizando tres valores para el límite plástico y el método multipunto para determinar el límite líquido.

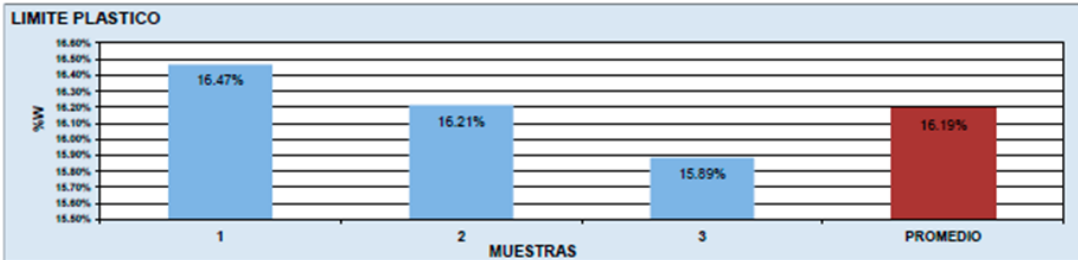
Determinación de los límites de Atterberg

PROYECTO: ADICIÓN DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022			
SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE	COORDENADAS UTM		CALICATA: C-01
FECHA: CUSCO, MAYO 2023	X	Y	SUCS: CL
UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO	111	222	DOSIF.: 0.00%

LIMITES DE CONSISTENCIA

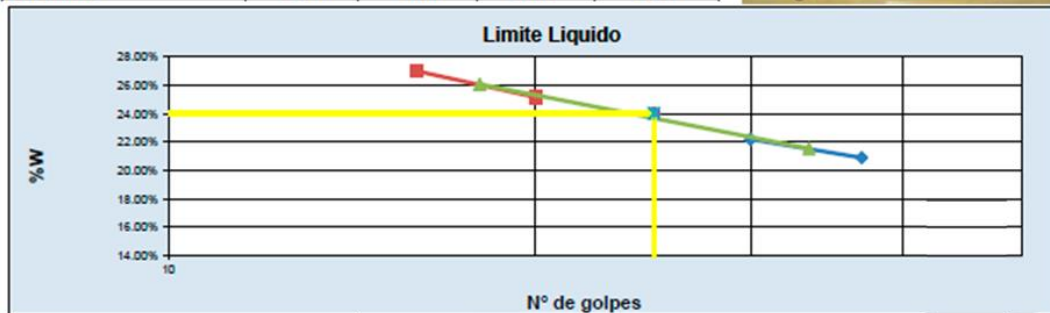
LIMITE PLASTICO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)

Nº de lata	1	2	3	PROMEDIO
peso de suelo hum. + lata(gr)	12.50	11.39	11.34	
peso de suelo seco + lata(gr)	11.49	10.56	10.51	
peso de lata(gr)	5.38	5.44	5.28	
peso de suelo seco(gr)	6.11	5.12	5.23	
peso de suelo humedo(gr)	7.12	5.95	6.08	
peso de agua(gr)	1.01	0.83	0.83	
contenido de humedad	16.47%	16.21%	15.89%	16.19%



LIMITE LIQUIDO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)

Nº de lata	1	2	3	4
peso de suelo humedo + lata(gr)	101.27	100.81	101.54	104.46
peso de suelo seco + lata(gr)	86.11	84.93	83.85	85.14
peso de lata(gr)	13.54	13.4	13.53	13.56
peso de suelo seco(gr)	72.57	71.53	70.32	71.58
peso de suelo humedo(gr)	87.73	87.41	88.01	90.90
peso de agua(gr)	15.16	15.88	17.69	19.32
contenido de humedad	20.89%	22.20%	25.16%	27.00%
Numero de golpes:N	37	30	20	16
LL aproximado	21.91	22.89	24.49	25.58



LL=	24.03
LP=	16.19
IP=	7.84

Fuente: Elaboración propia

Clasif. de suelos – SUCS. Determinación del tipo de suelo de acuerdo a SUCS, tomando parámetros base de retenido por la malla N°200 y N°4, los límites y los coeficientes de uniformidad y curvatura.

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022
 SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE
 FECHA: CUSCO, MAYO 2023
 UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS) ASTM D 2497

SISTEMA DE CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)

Datos para la clasificación

De la granulometría

% de gruesos= 12.24% Retenido en malla N 200= 12.24%
 % de finos= 87.76% Retenido en malla N 4= 0.00%
 % de grava= 0.00%
 % de arena= 12.24%
 % de la fracción gruesa retenida en la malla N 4= 0.00% (Grava)
 % de la fracción gruesa pasa la malla N 4= 100.00% (Arena)
 Cu= NP
 Cc= NP

De los límites de consistencia

LL= 24.03
 LP= 16.19
 IP= 7.84

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	
SUCS	DOSIF.
C-01	CL
	0.00%

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio		Clasificación de suelos		
		Símbolo de grupo	Nombre del grupo	
Suelos de partículas gruesas más del 50% es retenido en la malla No. 200	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	Cu < 4 y 1 < Cc < 3	GW Grava bien graduada	
	Gravas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	Cu < 4 y 1 < Cc < 3	GP Grava mal graduada	
		IP=4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM Grava limosa	
	Suelos de partículas gruesas más del 50% es retenido en la malla No. 200	Gravas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	IP=7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC Grava arcillosa
			Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM Grava bien graduada con limo
		Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	Cumple los criterios para GW y GC	GW-GC Grava bien graduada con arcilla
Cumple los criterios para GP y GM			GP-GM Grava mal graduada con limo	
Suelos de partículas finas El 50% o más pasa la malla No. 200	Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para GP y GC	GP-GC Grava mal graduada con arcilla	
		Cu < 6 y 1 < Cc < 3	SW Arena bien graduada	
	Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	Cu < 6 y 1 < Cc < 3	SP Arena mal graduada	
		IP=4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM Arena limosa	
	Suelos de partículas finas El 50% o más pasa la malla No. 200	Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	IP=7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC Arena arcillosa
			Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM Arena bien graduada con limo
Limos y arcillas Límite líquido menor que 50		Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC Arena bien graduada con arcilla	
		Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM Arena mal graduada con limo	
Suelos altamente orgánicos	Limos y arcillas Límite líquido mayor que 50	Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC Arena mal graduada con arcilla	
		IP=7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL Arcilla de baja plasticidad	
	Limos y arcillas Límite líquido mayor que 50	IP=4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	ML Arcilla de baja plasticidad	
		Límite líquido - secado al horno < 0.75	OL Arcilla orgánica	
	Limos y arcillas Límite líquido mayor que 50	Limos y arcillas Límite líquido mayor que 50	IP=7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH Arcilla de alta plasticidad
			IP=4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH Limo de alta plasticidad
		Límite líquido - secado al horno < 0.75	OH Limo orgánica	
		Límite líquido - no secado	PT Turba	

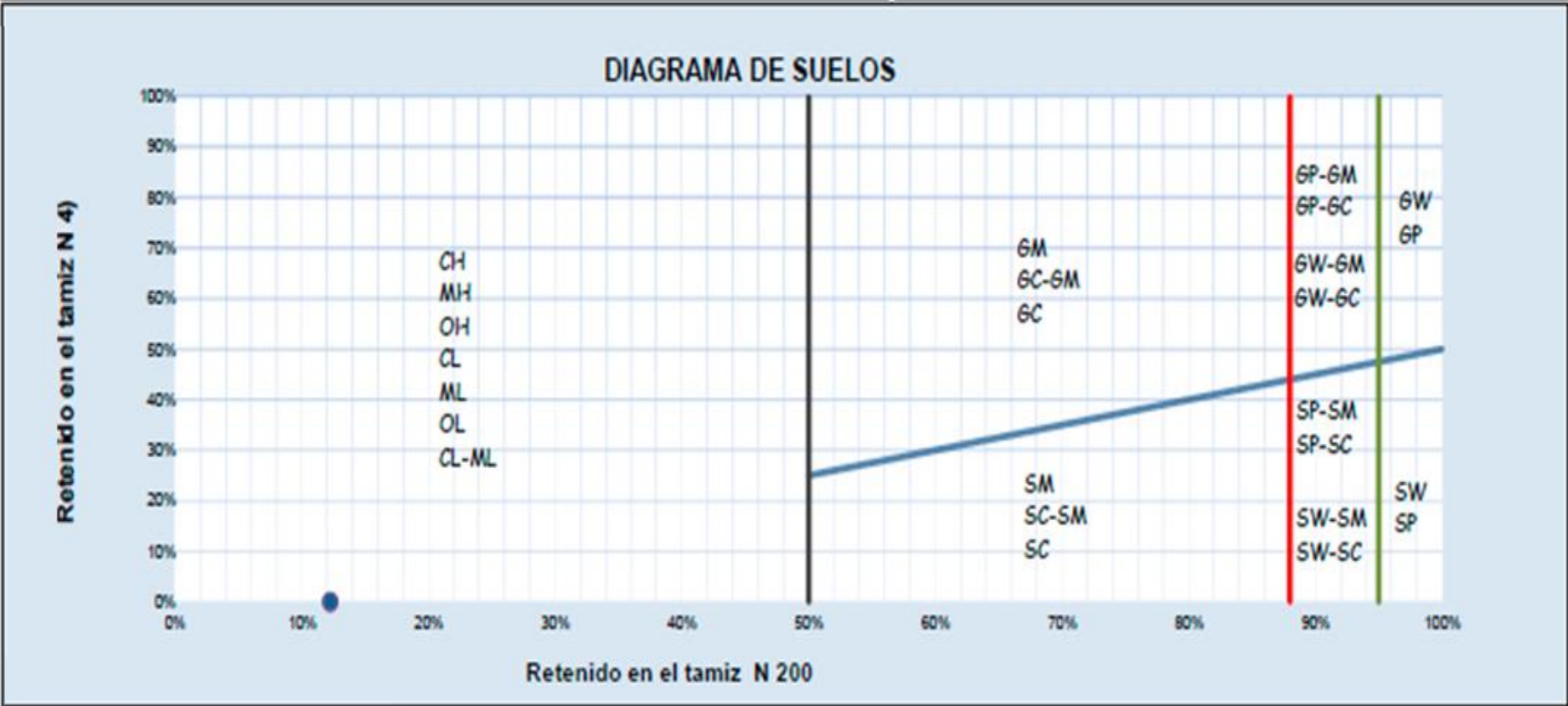
DIAGRAMA DE FLUJO PARA CLASIFICACION DE SUELOS

SUELOS																												
GRUESOS										FINOS																		
MENOS DEL 50% PASAN LA MALLA N 200										MAS DEL 50% PASAN LA MALLA N 200																		
GRAVAS					ARENAS					LIMOS Y ARCILLAS												ORG (Turba)						
LIMPIAS		COMBINACIONES			CON FINOS			LIMPIAS		COMBINACIONES			CON FINOS			LL<50%						LL>50%						
GW	GP	GW-GM	GW-GC	GP-GM	GP-GC	GM	GC	GC-GM	SW	SP	SW-SM	SW-SC	SP-SM	SP-SC	SM	SC	SC-SM	CL	CL-ML	ML	OL	CH	MH	OH	Pt			

CL	(SUCS)	=	Arcilla baja elasticidad
----	--------	---	--------------------------

Fuente: Elaboración propia

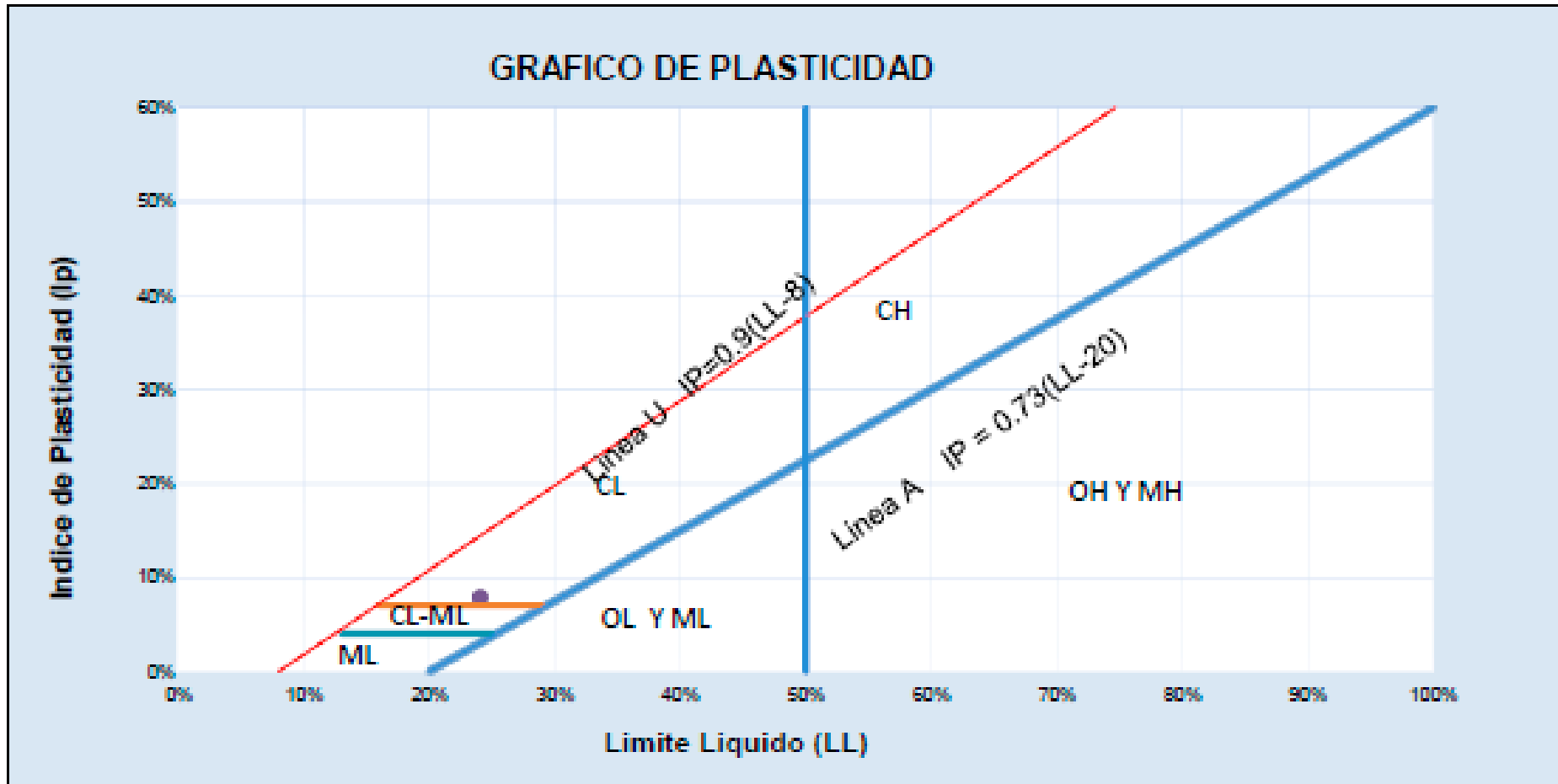
Diagrama de suelos SUCS, el cual ayuda a determinar el tipo de suelo, a partir del ponderado de la malla límite n° 4 y n°200



Fuente: Elaboración propia

Carta de plasticidad

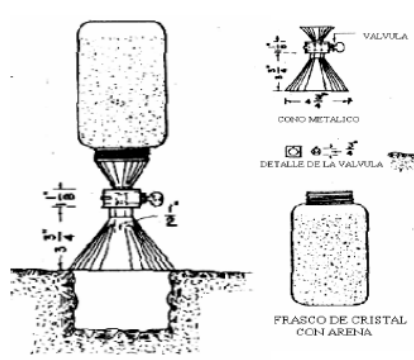
Se analiza el caso estudiado.



Fuente: Elaboración propia

Determinación de la densidad in situ.

DENSIDAD DE CAMPO (METODO DE CONO DE ARENA) - NTP 339.144		
OBRA: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022		
UBICACION: CUSCO-CUSCO-CUSCO		
SOLICITA: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE		
FECHA: CUSCO, MAYO 2023		
		COORDENADAS UTM
		X Y
		208215 8503677
CALICATA		C-01
SUCS		CL
DOSIF.		0.00%
PUNTO	1	
FECHA	CUSCO, MAYO 2023	
CALICATA	C-01	
UBICACIÓN	FONDO DE CALICATA	
1	Peso del frasco + arena grs.	7541.00
2	Peso del frasco + sobrante grs.	1841.00
3	Peso de la arena empleada grs. (1) (2)	5700.00
4	Peso de la arena del cono grs.	1608.00
5	Peso de la arena del hueco grs. (3) (4)	4092.00
6	Densidad de la arena	1.58
7	Volumen del hueco c.c. (5) / (6)	2589.87
8	Peso del tarro + suelo + grava grs.	
9	peso del tarro grs.	
10	Peso del suelo + grava (8) (9) grs.	4988.00
11	Densidad humeda del material	1.93
12	Contenido de humedad	5.80%
13	MDS (Densidad seca de campo)	1.82



DENSIDAD HUMEDA (NATURAL): 1.93

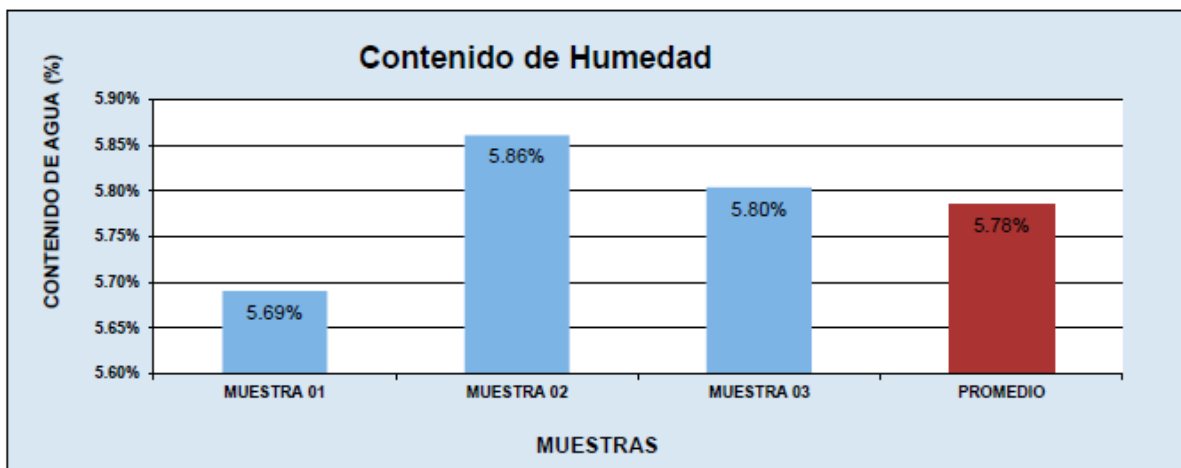
DENSIDAD SECA: 1.82

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022		
SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE		
FECHA: CUSCO, MAYO 2023		
UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO		
		COORDENADAS UTM
		X Y
		208215 8503677
CALICATA		C-01
SUCS		CL
DOSIF.		0%

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL MATERIAL (NTP - 339 - 127)

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	29.18	29.04	27.84	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	123.31	122.93	127.45	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	118.24	117.73	121.99	
PESO DEL AGUA	5.07	5.20	5.46	
PESO DEL SUELO SECO	89.06	88.69	94.15	
CONTENIDO DE AGUA (%)	5.69%	5.86%	5.80%	5.78%

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 5.78%



Fuente: Elaboración propia

Determinación de relación entre la densidad seca y la humedad de compactación de los materiales – PROCTOR

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

Clasificación SUCS= CL
Clasificación ASTTHO= A-4 (0)

COORDENADAS UTM	
X	Y
208215	8503677

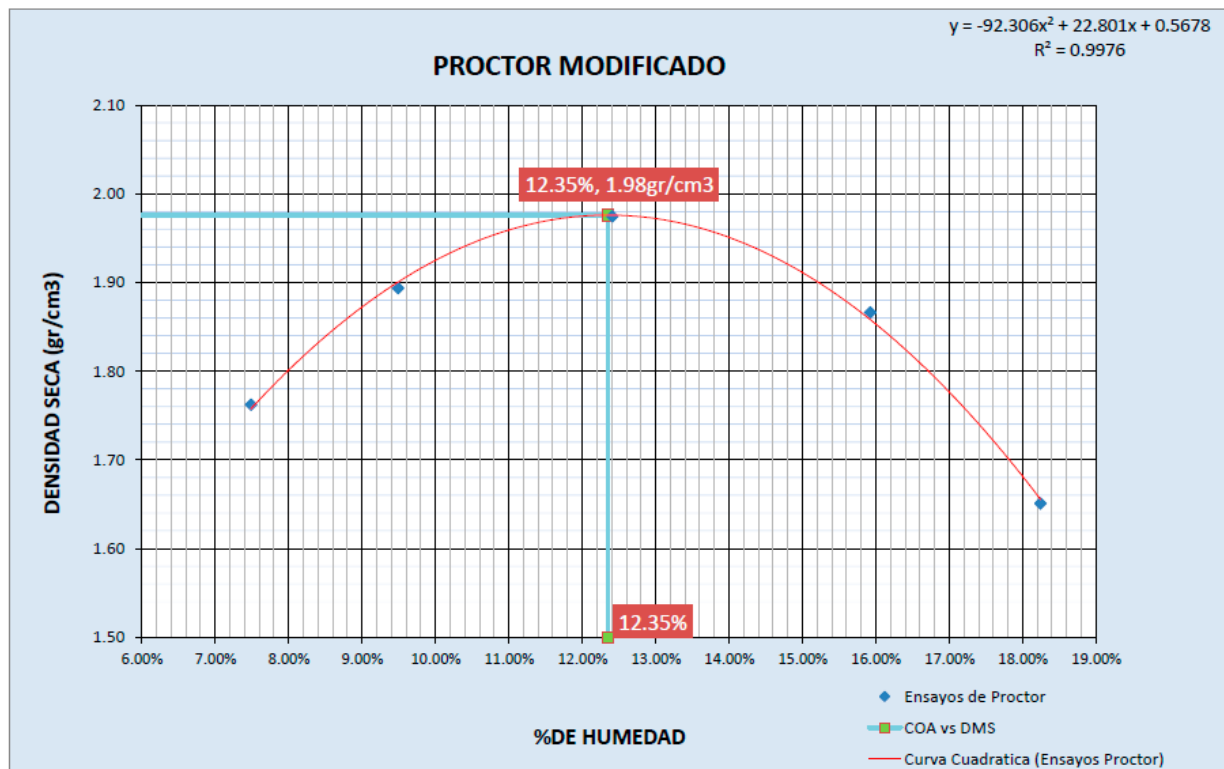
CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

METODO		C
DATOS DEL MOLDE		
Altura	11.62cm	
Diametro	15.24cm	
Volumen	2119.66cm ³	
Peso	5770.00gr	
Material pasante del tamiz	3/4	

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 (NTP. 339.141)

Energía de compactación 2 700 kN-m/m³

FECHA:	MUESTRA N°									
MOLDE N°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NUMERO DE CAPAS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA										
PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	9784.8gr	10164.8gr	10474.8gr	10355.4gr	9908.0gr					
PESO MOLDE	5770.0gr	5770.0gr	5770.0gr	5770.0gr	5770.0gr					
PESO MUESTRA HUMEDA	4014.8gr	4394.8gr	4704.8gr	4585.4gr	4138.0gr					
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	2119.66cm ³	2119.7gr	2119.7gr	2119.7gr	2119.7gr					
DENSIDAD HUMEDAD	1.89gr/cm ³	2.07gr/cm ³	2.22gr/cm ³	2.16gr/cm ³	1.95gr/cm ³					
DENSIDAD SECA	1.76gr/cm ³	1.89gr/cm ³	1.97gr/cm ³	1.87gr/cm ³	1.65gr/cm ³					
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE N°	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PESO RECIPIENTE	42.6gr	46.7gr	46.0gr	53.3gr	54.9gr	51.6gr	53.5gr	51.2gr	51.2gr	52.4gr
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	121.8gr	123.4gr	107.1gr	115.2gr	115.5gr	106.2gr	102.3gr	108.9gr	123.6gr	108.4gr
PESO DE LA MUESTRA SECA. + RECIPIENTE	116.3gr	118.1gr	101.8gr	109.8gr	108.9gr	100.1gr	95.5gr	101.2gr	112.3gr	99.9gr
PESO DE AGUA	5.5gr	5.3gr	5.3gr	5.3gr	6.6gr	6.1gr	6.8gr	7.8gr	11.3gr	8.5gr
PESO DE MUESTRA SECA	73.7gr	71.4gr	55.8gr	56.5gr	54.0gr	48.5gr	42.0gr	50.0gr	61.1gr	47.5gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	7.53%	7.44%	9.52%	9.46%	12.23%	12.60%	16.26%	15.59%	18.48%	18.01%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	7.49%		9.49%		12.41%		15.92%		18.24%	



DMS =	1.98gr/cm ³
CHO =	12.35%

Fuente: Elaboración propia

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE "MOLDES SUELO-CEMENTO"

PROYECTO/OBRA

ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE

BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA CUSCO, MAYO 2023

CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIFICACION	0%

COORDENADAS UTM	
X	Y
208215	8503677

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA SUELO CEMENTO

MARCA DE CEMENTO	YURA
TIPO DE CEMENTO	IP
EDAD DE ENSAYO	7 DIAS

TIPO DE SUELO	CL	A-4 (0)
---------------	----	---------

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE "MOLDES SUELO-CEMENTO"

Nº de Briqueta	Nº de Ensayo	Dosificacion de cemento usado	Diametro	Altura	Area de la seccion	Relacion (D/h)	Correccion Esbeltez	Edad (días)	Dial kg	RESISTENCIAS	
										Resist. de (kg/cm2)	Mpas
A	1	0%	2.80 Pulg	5.60 Pulg	6.16 Pulg2	2.0	1.00	7 DIAS	185	4.66	0.46
B		0	2.80 Pulg	5.50 Pulg	6.16 Pulg2	2.0	1.00	7 DIAS	200	5.03	0.49
C		0%	2.80 Pulg	5.65 Pulg	6.16 Pulg2	2.0	1.00	7 DIAS	195	4.91	0.48



RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA PROMEDIO: 4.87 kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

CBR ESTIMADO A PARTIR DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL.

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

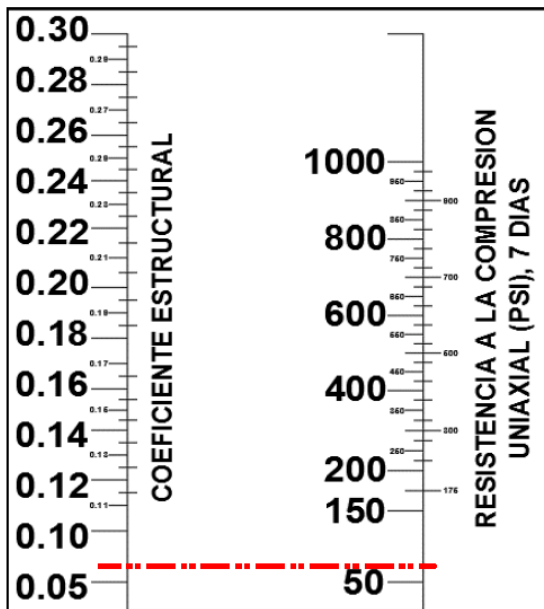
SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

COORDENADAS UTM	
X	Y
208215	8503677

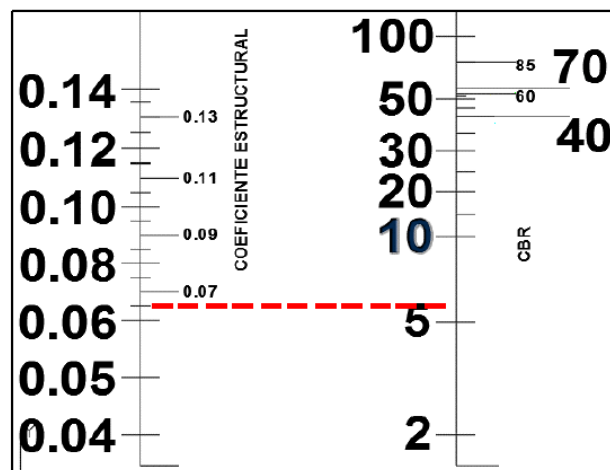
CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIFICACION	0%

CBR ESTIMADO A PARTIR DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL (**)

		DOSIFICACIONES DE CEMENTO			PROMEDIO
		A	B	C	
RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL	kg/cm2	4.66	5.03	4.91	69 PSI
	PSI	66	72	70	
COEFICIENTE ESTRUCTURAL		0.070	0.072	0.071	Graf. 1
CBR ESTIMADO		6.5%	6.8%	6.7%	Graf. 2



Graf. 1



Graf. 2

Categorías de Sub rasante	CBR
S0 : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Sub rasante insuficiente	De CBR : ≥ 3% A CBR < 6%
S2 : Sub rasante Regular	De CBR : ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Sub rasante Buena	De CBR : ≥ 10% A CBR < 20%
S4 : Sub rasante Muy Buena	De CBR : ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Sub rasante Excelente	CBR : ≥ 30%

CBR ESTIMADO	TIPO DE SUBRASANTE
6.7%	REGULAR

(**)Extraido de Paviment Analysis and Design [YANG H. HUANG]

Fuente: Elaboración propia

En la determinación del potencial de expansión del suelo mediante el método A, se registró la variación del volumen a lo largo de un período de tiempo estimado, abarcando un máximo de 4320 minutos para el caso en cuestión.

DETERMINACION DE LA EXPANSION DEL SUELO

Tesis o proyecto: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

Solicitante: BACH. EDGAR MAMANI QUISEP
 fecha: CUSCO, MAYO 2023
 Ubicación: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
208215	8503677

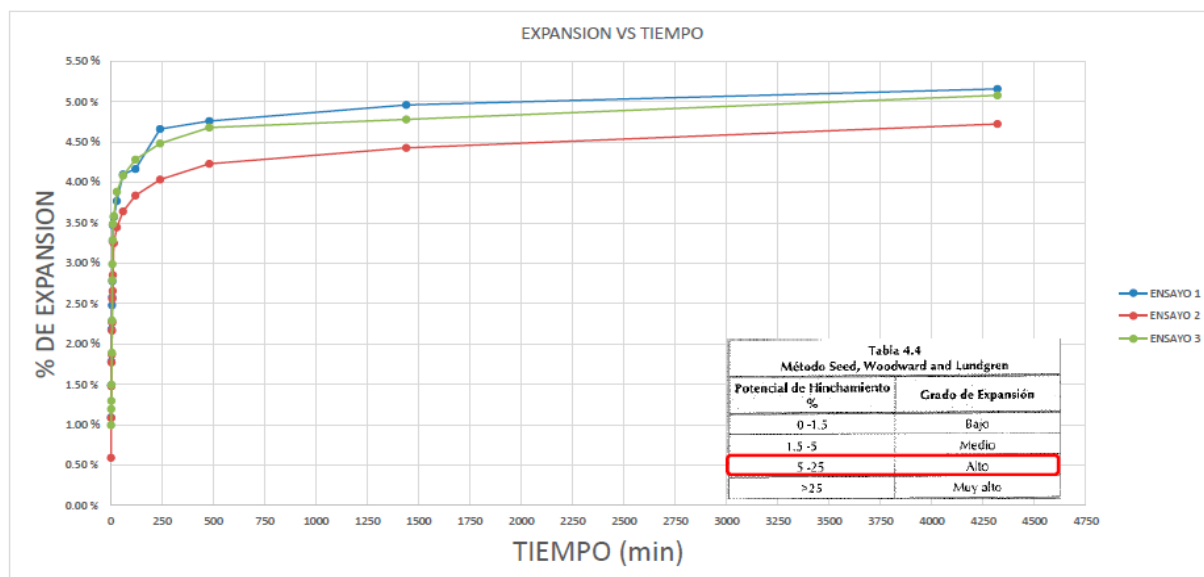
CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIFICACION	0%

DETERMINACION DE LA EXPANSION DEL SUELO

ESTADO DE LA MUESTRA	1	2	3
DIAMETRO (cm)	5.05	5.08	5.01
AREA (cm ²)	20.03	20.27	19.71
ALTURA (cm)	2.51	2.53	2.50
VOLUMEN (cm ³)	50.27	51.28	49.28
PESO DEL ANILLO	35.66	35.66	35.66
PESO DEL ANILLO + SUELO HUMEDO	120.10	120.66	118.39
PESO DEL ANILLO + SUELO SECO	117.33	118.11	115.85
PESO EL AGUA	2.77	2.55	2.54
PESO DEL ESPECIMEN SOLIDO SECO	81.67	82.45	80.19
PESO DEL ESPECIMEN SOLIDO HUMEDO	84.44	85.00	82.73
DENSIDAD HUMEDA	1.68	1.66	1.68
DENSIDAD SECA	1.62	1.61	1.63
HUMEDAD	3.39%	3.09%	3.17%



N° DE MUESTRA	1			2			3		
	LECTURA DEL DIAL (pulg)	DEFORMACION (mm)	% DE EXPANSION	LECTURA DEL DIAL (pulg)	DEFORMACION (mm)	% DE EXPANSION	LECTURA DEL DIAL (pulg)	DEFORMACION (mm)	% DE EXPANSION
1	0.011	0.273812	1.09 %	0.006	0.149352	0.59 %	0.010	0.24892	1.00 %
2	0.015	0.37338	1.49 %	0.011	0.273812	1.08 %	0.012	0.298704	1.19 %
3	0.018	0.448056	1.79 %	0.015	0.37338	1.48 %	0.013	0.323596	1.29 %
4	0.022	0.547624	2.18 %	0.018	0.448056	1.77 %	0.015	0.37338	1.49 %
5	0.023	0.572516	2.28 %	0.019	0.472948	1.87 %	0.019	0.472948	1.89 %
6	0.025	0.6223	2.48 %	0.022	0.547624	2.18 %	0.023	0.572516	2.29 %
7	0.025	0.647192	2.58 %	0.023	0.572516	2.26 %	0.027	0.696976	2.79 %
8	0.027	0.696976	2.78 %	0.025	0.647192	2.58 %	0.029	0.74676	2.99 %
9	0.032	0.821436	3.27 %	0.026	0.672084	2.66 %	0.032	0.821436	3.29 %
10	0.034	0.87122	3.47 %	0.028	0.721868	2.85 %	0.034	0.87122	3.48 %
15	0.035	0.896112	3.57 %	0.032	0.821436	3.25 %	0.035	0.896112	3.58 %
30	0.037	0.945896	3.77 %	0.034	0.87122	3.44 %	0.038	0.970788	3.88 %
60	0.040	1.020572	4.08 %	0.036	0.921004	3.64 %	0.040	1.020572	4.08 %
120	0.041	1.045464	4.17 %	0.038	0.970788	3.84 %	0.042	1.070356	4.28 %
240	0.046	1.169924	4.66 %	0.040	1.020572	4.03 %	0.044	1.12014	4.48 %
480	0.047	1.194816	4.76 %	0.042	1.070356	4.23 %	0.046	1.169924	4.68 %
1440	0.049	1.2446	4.96 %	0.044	1.12014	4.43 %	0.047	1.194816	4.78 %
4320	0.051	1.294384	5.16 %	0.047	1.194816	4.72 %	0.050	1.269492	5.08 %



POTENCIAL DE EXPANSION MAXIMO **5.16 %**

Fuente: Elaboración propia

COTA DE TERRENO NATURAL, COTA DE TERRENO SUBRASANTE y DESNIVEL

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
208215	8503677
CALICATA	C-01
SUCS	CL
UBICACIÓN	0.00%

COTA DE TERRENO NATURAL: 3300 m.s.n.m.
 COTA DE TERRENO SUBRASANTE: 3300 m.s.n.m.
 DESNIVEL: 0.00 m

Prof.	ESC	SUCS	FOTOGRAFIA	Simbologia SUCS	Descripcion SUCS	Observaciones
0.10 m		Pt			Turba y Suelos Altamente Organicos	MATERIAL ALTAMENTE ORGANICO, CON PRESENCIA DE RAICES DE PLANTAS, ESTE MATERIAL DEBERA SER REMOVIDO, ELIMINDADO Y POSTERIORMENTE RELLENADO CON UN NUEVO MATERIAL DE CANTERA (LASTRE). LO SEÑALADO DEPENDERA DEL NIVEL O COTA DE SUBRASANTE
0.20 m						
0.30 m						
0.40 m						
0.50 m						
0.60 m						
0.70 m						
0.80 m						
0.90 m		CL			Arcilla baja elasticidad	MATERIAL COHESIVO DE COLOR MARRON OSCURO CON PRESENCIA DE PEQUEÑAS LAMINACIONES DE ARENA DE COLOR GRIS OSCURO
1.00 m						
1.10 m						
1.20 m						
1.30 m						
1.40 m						
1.50 m						
1.60 m						
NO SE DETECTO LA PRESENCIA DE NIVEL FREATICO HASTA LA PROFUNDIDAD DE INVESTIGACION						

Fuente: Elaboración propia



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos

PROYECTO / TESIS

ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

UBICACIÓN

DIST.	CUSCO	PROV.	CUSCO	DEP.	CUSCO
-------	-------	-------	-------	------	-------

SOLICITANTE

BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (EMS)



EMS CON FINES DE PAVIMENTACION

MTC / ASTM / AASHTO

PROFESIONAL RESPONSABLE

JEFFERSON CHARA HOLGUIN (CIP:307704)

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CUSCO, MAYO 2023



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y OBRAS DE TERRAPLENES

C-01

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 - MTC E-107-200

MANUAL DE PAVIMENTOS URBANOS CE010

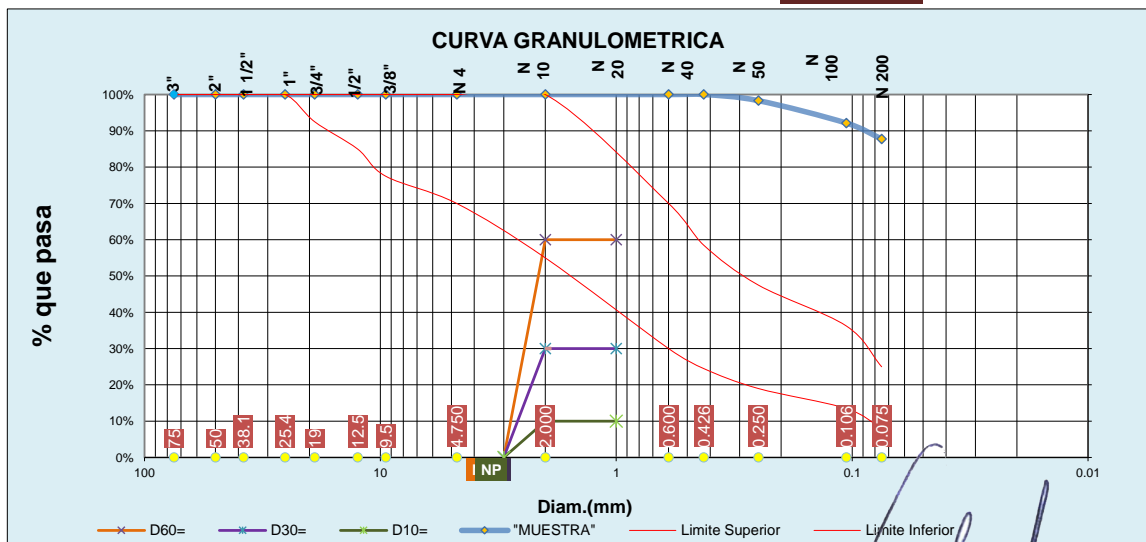
Gradación D

Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso retenido	%retenido	% retenido acumulado	%que pasa	Limite Superior	Limite Inferior	Cumple??
3 pulg	75	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
2 pulg	50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
1 1/2 pulg	38.1	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
1 pulg	25.4	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
3/4 pulg	19	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	92.50%	SI
1/2 pulg	12.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	85.00%	SI
3/8 pulg	9.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	77.50%	SI
N° 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	70.00%	SI
N° 10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	55.00%	SI
N°20	0.600	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	70.00%	30.00%	NO
N° 40	0.426	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	58.50%	24.50%	NO
N°60	0.250	5.86	1.68%	1.68%	98.32%	47.50%	19.00%	NO
N°140	0.106	21.51	6.17%	7.86%	92.14%	36.25%	13.50%	NO
N° 200	0.075	15.28	4.39%	12.24%	87.76%	25.00%	8.00%	NO
bandeja	0.010	305.71	87.76%	100.00%	0.00%			
TOTAL		348.36		100.00%				

% de gruesos= 12.24%
 % de finos= 87.76%
 % de grava= 0.00%
 % de arena= 12.24%

% de la fraccion gruesa retenida en la malla N 4= 0.00% (Grava)
 % de la fraccion gruesa pasa la malla N 4= 100.00% (Arena)

METODO DE COMPACTACION **C**



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VAS
 TERRESTRES

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

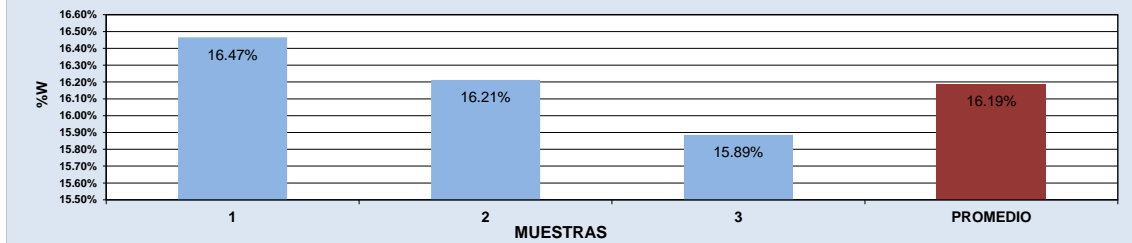
LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE PLASTICO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)

Nº de lata	1	2	3	PROMEDIO
peso de suelo hum. + lata(gr)	12.50	11.39	11.34	
peso de suelo seco + lata(gr)	11.49	10.56	10.51	
peso de lata(gr)	5.38	5.44	5.28	
peso de suelo seco (gr)	6.11	5.12	5.23	
peso de suelo humedo(gr)	7.12	5.95	6.06	
peso de agua(gr)	1.01	0.83	0.83	
contenido de humedad	16.47%	16.21%	15.89%	16.19%

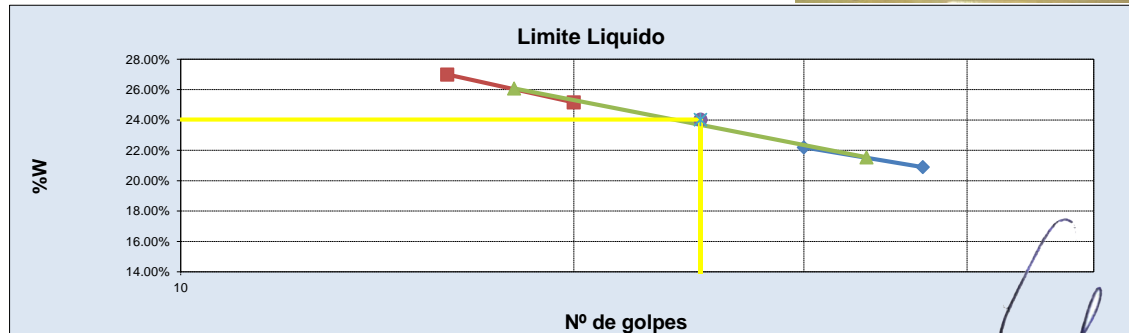


LIMITE PLASTICO



LIMITE LIQUIDO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)

Nº de lata	1	2	3	4
peso de suelo humedo + lata(gr)	101.27	100.81	101.54	104.46
peso de suelo seco + lata(gr)	86.11	84.93	83.85	85.14
peso de lata(gr)	13.54	13.4	13.53	13.56
peso de suelo seco (gr)	72.57	71.53	70.32	71.58
peso de suelo humedo (gr)	87.73	87.41	88.01	90.90
peso de agua (gr)	15.16	15.88	17.69	19.32
contenido de humedad	20.89%	22.20%	25.16%	27.00%
Numero de golpes;N	37	30	20	16
LL aproximado	21.91	22.69	24.49	25.58



LL=	24.03
LP=	16.19
IP=	7.84



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
ESPECIALISTA EN GEOLOGIA Y VIAS
TERRESTRES

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS) ASTM D 2487

SISTEMA DE CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)

Datos para la clasificacion

De la granulometria

% de gruesos= 12.24%
 % de finos= 87.76% Retenido en malla N 200= 12.24%
 % de grava= 0.00% Retenido en malla N 4= 0.00%
 % de arena= 12.24%
 % de la fraccion gruesa retenida en la malla N 4= 0.00% (Grava)
 % de la fraccion gruesa pasa la malla N 4= 100.00% (Arena)

Cu= NP
 Cc= NP

De los limites de consistencia

LL= 24.03
 LP= 16.19
 IP= 7.84

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio		Clasificación de suelos		
		Símbolo de grupo	Nombre del grupo	
Suelos de partículas gruesas Mas del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	Cu ≥ 4 y 1 ≤ Cc ≤ 3	GW Grava bien graduada	
		Cu < 4 y 1 > Cc > 3	GP Grava mal graduada	
	Gravas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM Grava limosa	
		IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC Grava arcillosa	
	Gravas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM Grava bien graduada con limo	
		Cumple los criterios para GW y GC	GW-GC Grava bien graduada con arcilla	
		Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM Grava mal graduada con limo	
		Cumple los criterios para GP y GC	GP-GC Grava mal graduada con arcilla	
	Suelos de partículas finas El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	Cu ≥ 6 y 1 ≤ Cc ≤ 3	SW Arena bien graduada
			Cu < 6 y 1 > Cc > 3	SP Arena mal graduada
Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200		IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM Arena limosa	
		IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC Arena arcillosa	
Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200		Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM Arena bien graduada con limo	
		Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC Arena bien graduada con arcilla	
		Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM Arena mal graduada con limo	
		Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC Arena mal graduada con arcilla	
Suelos de partículas finas El 50% o mas pasa la malla No. 200		Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL Arcilla de baja plasticidad
		Limos y arcillas Limite Liquido menor que 50	IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	ML Limo de baja plasticidad
	Orgánicos		Limite liquido - secado al horno < 0.75 limite liquido - no secado	OL Arcilla organica Limo organico
	Limos y arcillas Limite Liquido mayor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH Arcilla de alta plasticidad
		Orgánicos	IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH Limo de alta plasticidad
		Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0.75 limite liquido - no secado	OH Arcilla organica Limo organica
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia organica de color oscuro	PT	Turba	

DIAGRAMA DE FLUJO PARA CLASIFICACION DE SUELOS

SUELOS																									
GRUESOS														FINOS											
MENOS DEL 50% PASAN LA MALLA N 200														MAS DEL 50% PASAN LA MALLA N 200											
GRAVAS							ARENAS							LIMOS Y ARCILLAS				ORG							
LIMPIAS		COMBINACIONES			CON FINOS		LIMPIAS		COMBINACIONES			CON FINOS		LL < 50%		LL > 50%		(Turba)							
GW	GP	GW-GM	GW-GC	GP-GM	GP-GC	GM	GC	GC-GM	SW	SP	SW-SM	SW-SC	SP-SM	SP-SC	SM	SC	SC-SM	CL	CL-ML	ML	OL	CH	MH	OH	Pt

CL	(SUCS)	=	Arcilla baja elasticidad
----	--------	---	--------------------------



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y OBRAS
 TERRESTRES

CONGEOINGC E.I.R.L.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

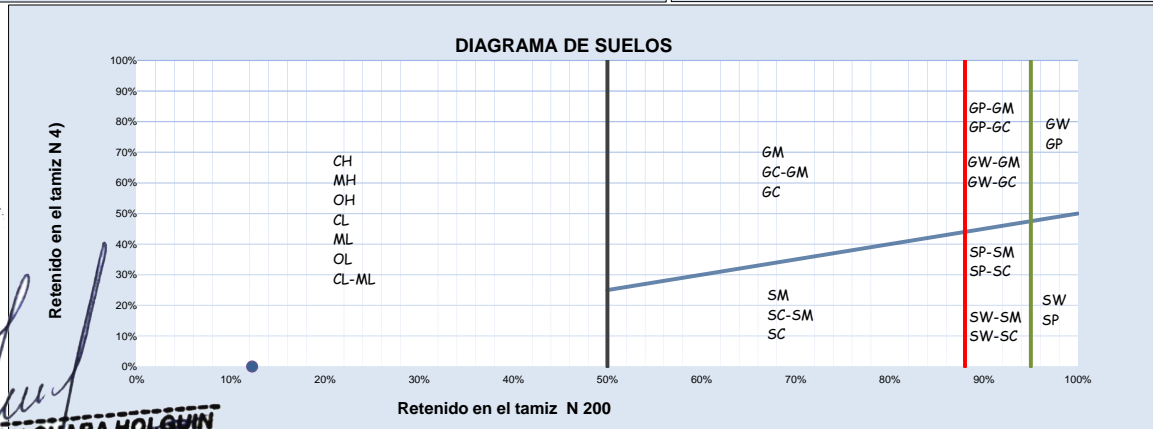
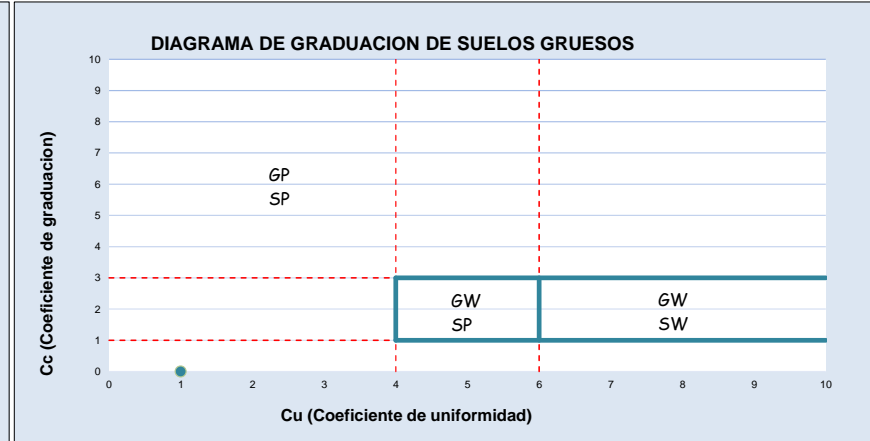
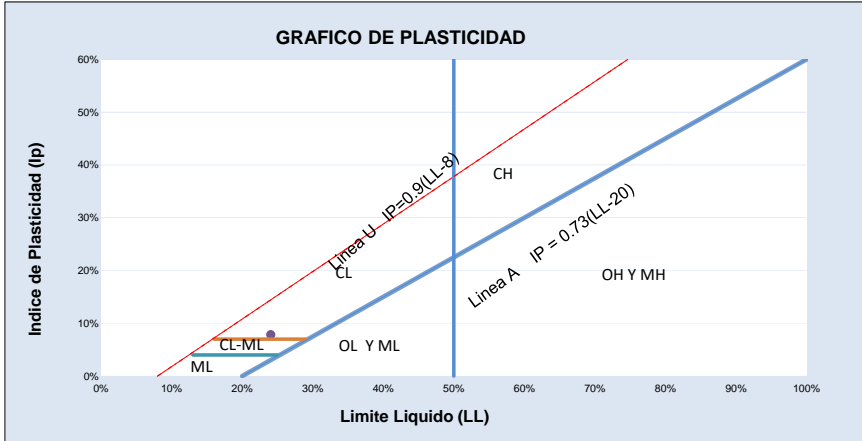
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
RESPONSABLE EN GEOTECNIA Y VIAS
TERRESTRES

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO

Datos para la clasificación

De la granulometría

% QUE PASA EL TAMIZ N 10= 100.00%
 % QUE PASA EL TAMIZ N 40= 100.00%
 % QUE PASA EL TAMIZ N 200= 92.14%

De los límites de consistencia

LL= 24.03%
 LP= 16.19%
 IP= 7.84%

Clasificación General	Materiales granulares. (35% como máximo de la que pasa el tamiz N° 200)							Materiales de arcilla-limo (más de 35% del total de la muestra que pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	
Análisis por mallas, porcentaje que pasa el tamiz												A-7-6
N° 10	50%max											
N° 40	30%max	50%max	51%max									
N° 200	15%max	10%max	10%max	35%max	35%max	35%max	35%max	36%min	36%min	36%min	36%min	
Características de la fracción que pasa la malla N° 40												
Límite líquido (LL)				40%max	41%min	40%max	41%min	40%max	41%min	40%max	41%min	41%min
Índice de plast. (IP)	6%max	NP	10%max	10%max	10%max	11%min	11%min	10%max	10%max	11%min	11%min	11%min
Índice del grupo (GI)	5	5	5	5	5	0	0	5	5	5	5	5
Clasificación mas GI	A-1-a (5)	A-1-b (5)	A-3 (5)	A-2-4 (5)	A-2-5 (5)	A-2-6 (0)	A-2-7 (0)	A-4 (5)	A-5 (5)	A-6 (5)	A-7-5 (5)	
Tipo de material	Fragmento de roca, grava y arena		Arena fina	Gravas y arena limosas o arcillosa				Principalmente suelos limosos		Principalmente suelos arcillosos		
Clasif. De la Subrasante	Excelente a buena							Regular a pobre				
Equipo de compactación idóneo	Rodillo Liso y Rodillo vibratorio	Rodillo Neumatico, Liso y Vibratorio	Pison impacto y Rodillo vibratorio	Rodillo Neumatico, Liso y Vibratorio	Rodillo Neumatico, Liso y Vibratorio	Rodillo Neumatico, Liso y Pison Impac.	Rodillo Neumatico, Liso y Pata e cabra	Rodillo Neumatico, Liso y Pata e cabra	Rodillo Neumatico, y Pata de cabra	Rodillo Neumatico, y Pata de cabra	Rodillo Pata de cabra	

A-4 (0) (AASHTO) = Principalmente partículas finas limosas.



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VÍAS
 TERRESTRES

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

DENSIDAD DE CAMPO (METODO DE CONO DE ARENA) - NTP 339.144

OBRA: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

SOLICITA: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

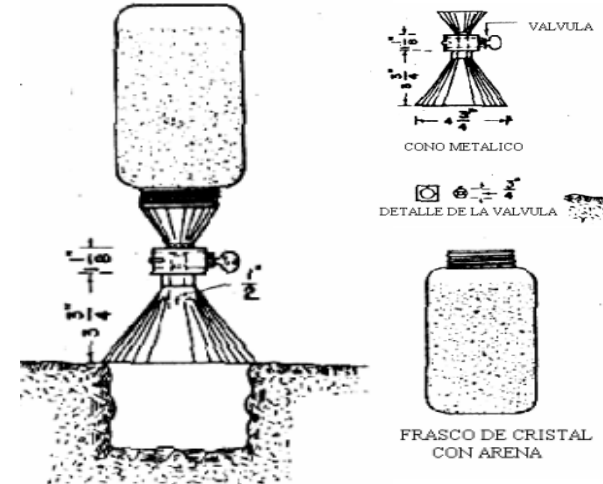
FECHA: CUSCO, MAYO 2023

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

PUNTO	1
FECHA	CUSCO, MAYO 2023
CALICATA	C-01
UBICACIÓN	FONDO DE CALICATA

1	Peso del frasco + arena grs.	7541.00
2	Peso del frasco + sobrante grs.	1841.00
3	Peso de la arena empleada grs. (1) (2)	5700.00
4	Peso de la arena del cono grs.	1608.00
5	Peso de la arena del hueco grs. (3) (4)	4092.00
6	Densidad de la arena	1.58
7	Volumen del hueco c.c. (5) / (6)	2589.87
8	Peso del tarro + suelo + grava grs.	
9	peso del tarro grs.	
10	Peso del suelo + grava (8) (9) grs.	4988.00
11	Densidad humeda del material	1.93
12	Contenido de humedad	5.80%
13	MDS (Densidad seca de campo)	1.82



DENSIDAD HUMEDA (NATURAL):	1.93
DENSIDAD SECA:	1.82



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
RESPONSALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
TERRESTRES

CONGOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
 RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
 congoingc@gmail.com - www.congoingc.com
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

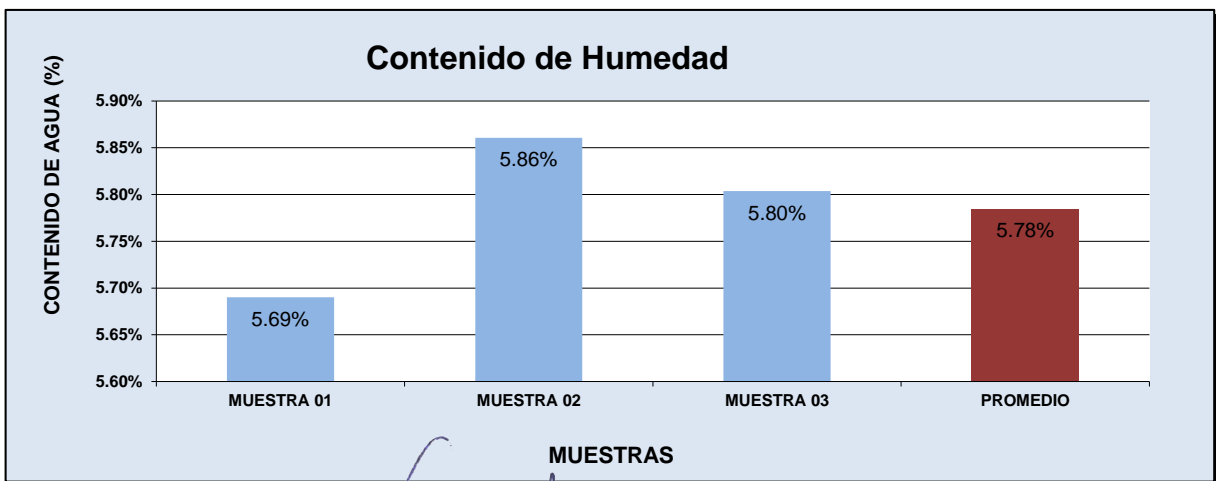
COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIF.	0%

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL MATERIAL (NTP - 339 - 127)

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	29.18	29.04	27.84	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	123.31	122.93	127.45	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	118.24	117.73	121.99	
PESO DEL AGUA	5.07	5.20	5.46	
PESO DEL SUELO SECO	89.06	88.69	94.15	
CONTENIDO DE AGUA (%)	5.69%	5.86%	5.80%	5.78%

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = **5.78%**



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
 TERRESTRES



CONGOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098
 DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
 congoingc@gmail.com - www.congoingc.com
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE
FECHA: CUSCO, MAYO 2023
UBICACION: CUSCO-CUSCO-CUSCO

Clasificacion SUCS= CL
 Clasificacion ASTHMO= A-4 (0)

METODO		C
DATOS DEL MOLDE		
Altura	11.62cm	
Diametro	15.24cm	
Volumen	2119.66cm ³	
Peso	5770.00gr	
Material pasante del tamiz	3/4	

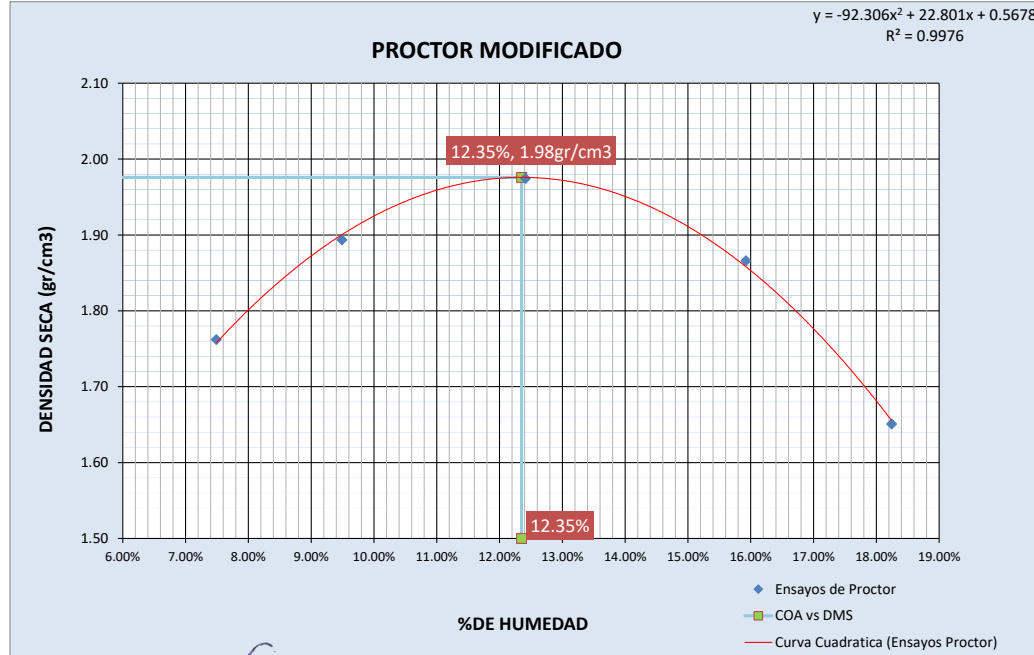
COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 (NTP. 339.141)

Energia de compactacion 2 700 kN-m/m³

FECHA:	MUESTRA N°									
	1		1		1		1		1	
MOLDE N°	5		5		5		5		5	
NUMERO DE CAPAS	56		56		56		56		56	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		56		56		56		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA										
PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	9784.8gr		10164.8gr		10474.8gr		10355.4gr		9908.0gr	
PESO MOLDE	5770.0gr		5770.0gr		5770.0gr		5770.0gr		5770.0gr	
PESO MUESTRA HUMEDA	4014.8gr		4394.8gr		4704.8gr		4585.4gr		4138.0gr	
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	2119.66cm ³		2119.7gr		2119.7gr		2119.7gr		2119.7gr	
DENSIDAD HUMEDAD	1.89gr/cm ³		2.07gr/cm ³		2.22gr/cm ³		2.16gr/cm ³		1.95gr/cm ³	
DENSIDAD SECA	1.76gr/cm ³		1.89gr/cm ³		1.97gr/cm ³		1.87gr/cm ³		1.65gr/cm ³	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE N°	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
PESO RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	42.6gr	46.7gr	46.0gr	53.3gr	54.9gr	51.6gr	53.5gr	51.2gr	51.2gr	52.4gr
PESO DE LA MUESTRA SECA. + RECIPIENTE	121.8gr	123.4gr	107.1gr	115.2gr	115.5gr	106.2gr	102.3gr	108.9gr	123.6gr	108.4gr
PESO DE LA MUESTRA SECA. + RECIPIENTE	116.3gr	118.1gr	101.8gr	109.8gr	108.9gr	100.1gr	95.5gr	101.2gr	112.3gr	99.9gr
PESO DE AGUA	5.5gr	5.3gr	5.3gr	5.3gr	6.6gr	6.1gr	6.8gr	7.8gr	11.3gr	8.5gr
PESO DE MUESTRA SECA	73.7gr	71.4gr	55.8gr	56.5gr	54.0gr	48.5gr	42.0gr	50.0gr	61.1gr	47.5gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	7.53%	7.44%	9.52%	9.46%	12.23%	12.60%	16.26%	15.59%	18.48%	18.01%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	7.49%		9.49%		12.41%		15.92%		18.24%	



DMS = 1.98gr/cm³
 CHO = 12.35%

ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
RESPONSABLE EN GEOLOGIA Y VAS TERRESTRES



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO/OBRA

ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE

BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA CUSCO, MAYO 2023

CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIFICACION	0%

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

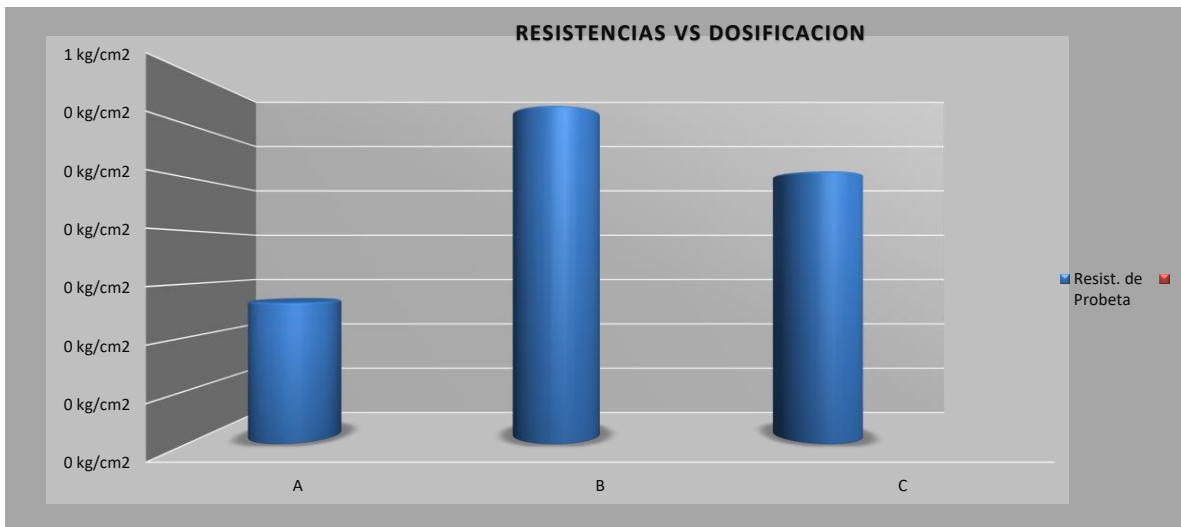
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA SUELO CEMENTO

MARCA DE CEMENTO	YURA
TIPO DE CEMENTO	IP
EDAD DE ENSAYO	7 DIAS


TIPO DE SUELO	CL	A-4 (0)
----------------------	----	---------

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE "MOLDES SUELO-CEMENTO"

Nº de Briqueta	Nº de Ensayo	Dosificacion de cemento usado	Diametro	Altura	Area de la seccion	Relacion (D/h)	Correccion Esbeltez	Edad (días)	Dial kg	RESISTENCIAS	
										Resist. de Probeta	
										(kg/cm ²)	Mpas
A	1	0%	2.80 Pulg	5.60 Pulg	6.16 Pulg ²	2.0	1.00	7 DIAS	185	4.66	0.46
B		0	2.80 Pulg	5.50 Pulg	6.16 Pulg ²	2.0	1.00	7 DIAS	200	5.03	0.49
C		0%	2.80 Pulg	5.65 Pulg	6.16 Pulg ²	2.0	1.00	7 DIAS	195	4.91	0.48



RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA PROMEDIO: 4.87 kg/cm²


 ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOLOGIA Y VIAS TERRESTRES



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

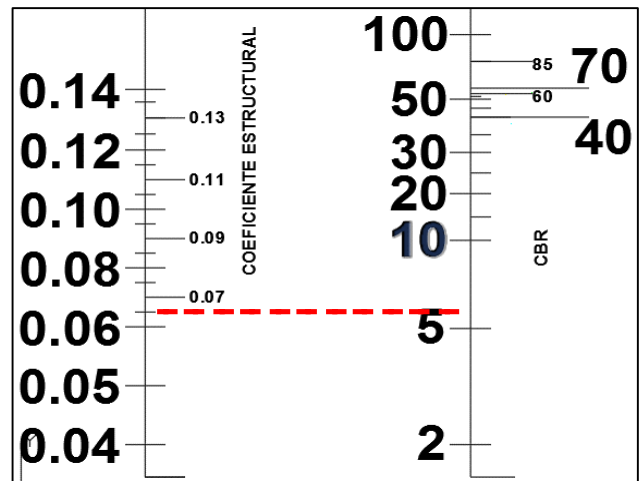
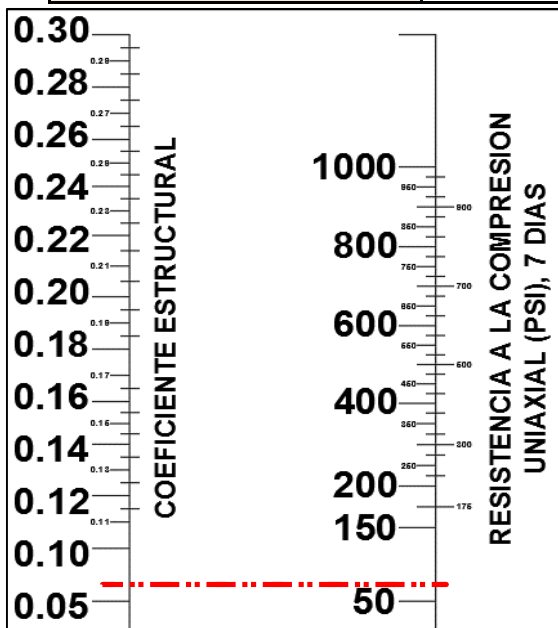
SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSIFICACION	0%

CBR ESTIMADO A PARTIR DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL (**)

		DOSIFICACIONES DE CEMENTO			PROMEDIO
		A	B	C	
RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL	kg/cm2	4.66	5.03	4.91	69 PSI
	PSI	66	72	70	
COEFICIENTE ESTRUCTURAL		0.128	0.134	0.137	Graf. 1
CBR ESTIMADO		39%	46%	57%	Graf. 2



Graf. 2

Graf. 1

Categorías de Sub rasante	CBR
S0 : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Sub rasante insuficiente	De CBR : ≥ 3% A CBR < 6%
S2 : Sub rasante Regular	De CBR : ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Sub rasante Buena	De CBR : ≥ 10% A CBR < 20%
S4 : Sub rasante Muy Buena	De CBR : ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Sub rasante Excelente	CBR: ≥ 30%

CBR ESTIMADO	TIPO DE SUBRASANTE
6%	REGULAR

(**)Extraido de Paviment Analysis and Design [YANG H. HUANG]



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
RESPONSABLE EN GEOLOGIA Y VIAS
TERRESTRES



Tesis o proyecto: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

Solicitante: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE
 fecha: CUSCO, MAYO 2023
 Ubicación: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

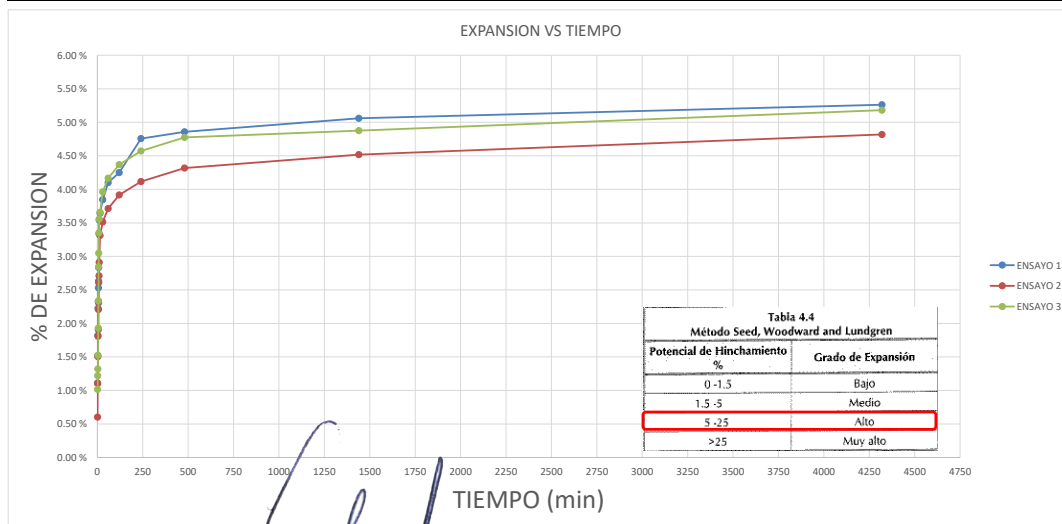
CALICATA	C-01
SUCS	CL
DOSFIFICACION	0%

DETERMINACION DE LA EXPANSION DEL SUELO

ESTADO DE LA MUESTRA	1	2	3
DIAMETRO (cm)	5.05	5.08	5.01
AREA (cm ²)	20.03	20.27	19.71
ALTURA (cm)	2.51	2.53	2.50
VOLUMEN (cm ³)	50.27	51.28	49.28
PESO DEL ANILLO	35.66	35.66	35.66
PESO DEL ANILLO + SUELO HUMEDO	120.10	120.66	118.39
PESO DEL ANILLO + SUELO SECO	117.33	118.11	115.85
PESO EL AGUA	2.77	2.55	2.54
PESO DEL ESPECIMEN SOLIDO SECO	81.67	82.45	80.19
PESO DEL ESPECIMEN SOLIDO HUMEDO	84.44	85.00	82.73
DENSIDAD HUMEDA	1.68	1.66	1.68
DENSIDAD SECA	1.62	1.61	1.63
HUMEDAD	3.39%	3.09%	3.17%



N° DE MUESTRA	1			2			3		
	LECTURA DEL DIAL (pulg)	DEFORMACION (mm)	% DE EXPANSION	LECTURA DEL DIAL (pulg)	DEFORMACION (mm)	% DE EXPANSION	LECTURA DEL DIAL (pulg)	DEFORMACION (mm)	% DE EXPANSION
1	0.011	0.2794	1.11 %	0.006	0.1524	0.60 %	0.010	0.254	1.02 %
2	0.015	0.381	1.52 %	0.011	0.2794	1.10 %	0.012	0.3048	1.22 %
3	0.018	0.4572	1.82 %	0.015	0.381	1.51 %	0.013	0.3302	1.32 %
4	0.022	0.5588	2.23 %	0.018	0.4572	1.81 %	0.015	0.381	1.52 %
5	0.023	0.5842	2.33 %	0.019	0.4826	1.91 %	0.019	0.4826	1.93 %
6	0.025	0.635	2.53 %	0.022	0.5588	2.21 %	0.023	0.5842	2.34 %
7	0.026	0.6604	2.63 %	0.023	0.5842	2.31 %	0.028	0.7112	2.84 %
8	0.028	0.7112	2.83 %	0.026	0.6604	2.61 %	0.030	0.762	3.05 %
9	0.033	0.8382	3.34 %	0.027	0.6858	2.71 %	0.033	0.8382	3.35 %
10	0.035	0.889	3.54 %	0.029	0.7366	2.91 %	0.035	0.889	3.56 %
15	0.036	0.9144	3.64 %	0.033	0.8382	3.31 %	0.036	0.9144	3.66 %
30	0.038	0.9652	3.85 %	0.035	0.889	3.51 %	0.039	0.9906	3.96 %
60	0.040	1.016	4.05 %	0.037	0.9398	3.71 %	0.041	1.0414	4.17 %
120	0.042	1.0668	4.25 %	0.039	0.9906	3.92 %	0.043	1.0922	4.37 %
240	0.047	1.1938	4.76 %	0.041	1.0414	4.12 %	0.045	1.143	4.57 %
480	0.048	1.2192	4.86 %	0.043	1.0922	4.32 %	0.047	1.1938	4.78 %
1440	0.050	1.27	5.06 %	0.045	1.143	4.52 %	0.048	1.2192	4.88 %
4320	0.052	1.3208	5.26 %	0.048	1.2192	4.82 %	0.051	1.2954	5.18 %



POTENCIAL DE EXPANSION MAXIMO	5.26 %
-------------------------------	--------

[Handwritten Signature]
ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOLOGIA Y VIAS TERRESTRES

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222
CALICATA	C-01
SUCS	CL
UBICACIÓN	0.00%

COTA DE TERRENO NATURAL: 3300 m.s.n.m.

COTA DE TERRENO SUBRASANTE: 3300 m.s.n.m.

DESNIVEL: 0.00 m

Prof.	ESC	SUCS	FOTOGRAFIA	Simbologia SUCS	Descripcion SUCS	Observaciones
0.10 m		Pt			Turba y Suelos Altamente Organicos	MATERIAL ALTAMENTE ORGANICO, CON PRESENCIA DE RAICES DE PLANTAS, ESTE MATERIAL DEBERA SER REMOVIDO, ELIMINADO Y POSTERIORMENTE RELLENADO CON UN NUEVO MATERIAL DE CANTERA (LASTRE). LO SEÑALADO DEPENDERA DEL NIVEL O COTA DE SUBRASANTE
0.20 m						
0.30 m						
0.40 m						
0.50 m						
0.60 m						
0.70 m						
0.80 m						
0.90 m		CL			Arcilla baja elasticidad	MATERIAL COHESIVO DE COLOR MARRON OSCURO CON PRESENCIA DE PEQUEÑAS LAMINACIONES DE ARENA DE COLOR GRIS OSCURO
1.00 m						
1.10 m						
1.20 m						
1.30 m						
1.40 m						
1.50 m						
1.60 m						
NO SE DETECTO LA PRESENCIA DE NIVEL FREATICO HASTA LA PROFUNDIDAD DE INVESTIGACION						

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



Suelos

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

CAPA	SUBRASANTE
ALTITUD	3300 m.s.n.m.

N° DE CALIC	DOSIF.	RESISTENCIA A LA COMPRESION	CBR ESTIMADO	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO	DMS (gr/cm3)	COA (%)	Wnat%	% DE EXPANSION
C-01	0.00%	4.87kg/cm2	6.00%	0.00%	12.24%	87.76%	24.03	16.19	7.84	CL	A-4 (0)	1.98 gr/cm3	12.35%	5.78%	5.26%

N° DE CALIC	DOSIF.	TIPO DE SUBRASANTE
C-01	0.00%	REGULAR

Categorías de Sub rasante	CBR
S0 : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Sub rasante insuficiente	De CBR : ≥ 3% A CBR < 6%
S2 : Sub rasante Regular	De CBR : ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Sub rasante Buena	De CBR : ≥ 10% A CBR < 20%
S4 : Sub rasante Muy Buena	De CBR : ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Sub rasante Excelente	CBR : ≥ 30%



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
RESPONSALISTA EN GEOLOGIA Y VIAS
TERRESTRES



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos

PROYECTO / TESIS

ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

UBICACIÓN

DIST.	CUSCO	PROV.	CUSCO	DEP.	CUSCO
-------	-------	-------	-------	------	-------

SOLICITANTE

BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (EMS)



EMS CON FINES DE PAVIMENTACION

MTC / ASTM / AASHTO

PROFESIONAL RESPONSABLE

JEFFERSON CHARA HOLGUIN (CIP:307704)

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CUSCO, MAYO 2023



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
TERRESTRES

C-02

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-02
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 - MTC E-107-200

MANUAL DE PAVIMENTOS URBANOS CE010

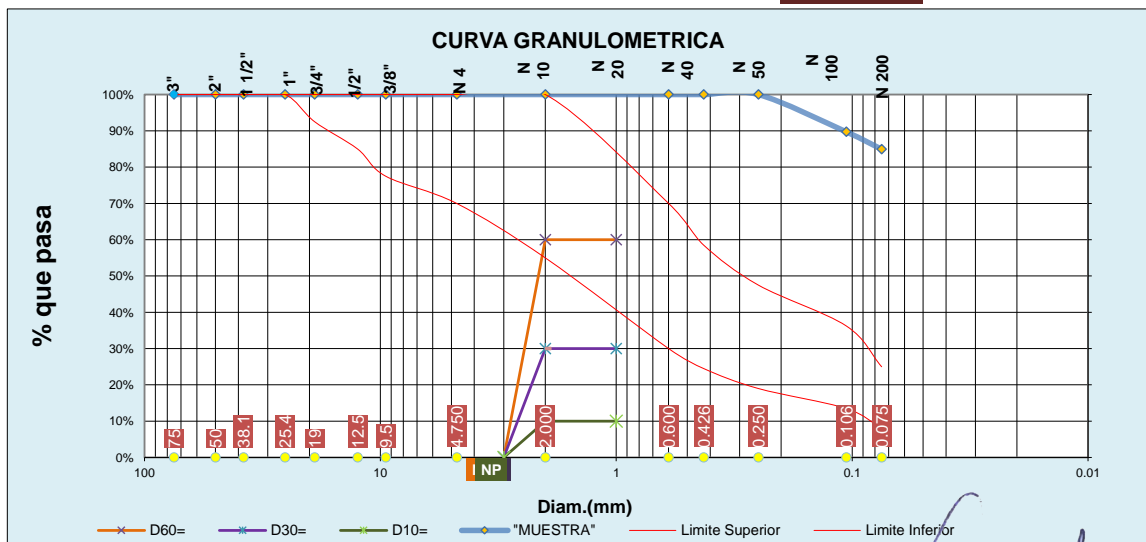
Gradación D

Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso retenido	%retenido	% retenido acumulado	%que pasa	Limite Superior	Limite Inferior	Cumple??
3 pulg	75	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
2 pulg	50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
1 1/2 pulg	38.1	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
1 pulg	25.4	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
3/4 pulg	19	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	92.50%	SI
1/2 pulg	12.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	85.00%	SI
3/8 pulg	9.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	77.50%	SI
N° 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	70.00%	SI
N° 10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	55.00%	SI
N°20	0.600	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	70.00%	30.00%	NO
N° 40	0.426	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	58.50%	24.50%	NO
N°60	0.250	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	47.50%	19.00%	NO
N°140	0.106	36.23	10.28%	10.28%	89.72%	36.25%	13.50%	NO
N° 200	0.075	16.88	4.79%	15.07%	84.93%	25.00%	8.00%	NO
bandeja	0.010	299.33	84.93%	100.00%	0.00%			
TOTAL		352.44		100.00%				

% de gruesos= 15.07%
 % de finos= 84.93%
 % de grava= 0.00%
 % de arena= 15.07%

% de la fraccion gruesa retenida en la malla N 4= 0.00% (Grava)
 % de la fraccion gruesa pasa la malla N 4= 100.00% (Arena)

METODO DE COMPACTACION **C**



D60= NP
 D30= NP
 D10= NP

Cu= NP
 Cc= NP



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
 TERRESTRES

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-02
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

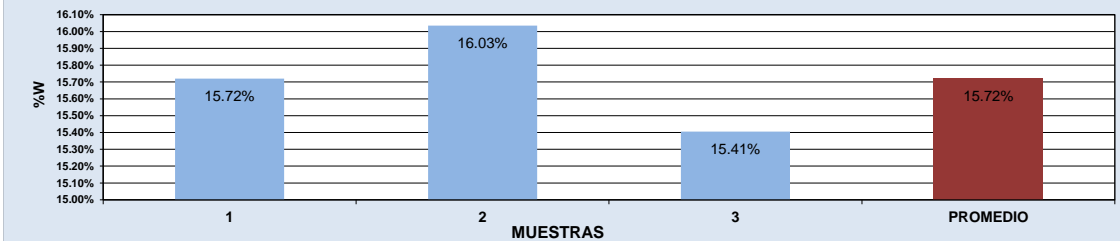
LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE PLASTICO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)

Nº de lata	1	2	3	PROMEDIO
peso de suelo hum. + lata(gr)	11.83	12.73	11.62	
peso de suelo seco + lata(gr)	10.95	11.75	10.79	
peso de lata(gr)	5.38	5.66	5.37	
peso de suelo seco(gr)	5.57	6.09	5.42	
peso de suelo humedo(gr)	6.45	7.07	6.25	
peso de agua(gr)	0.88	0.98	0.83	
contenido de humedad	15.72%	16.03%	15.41%	15.72%

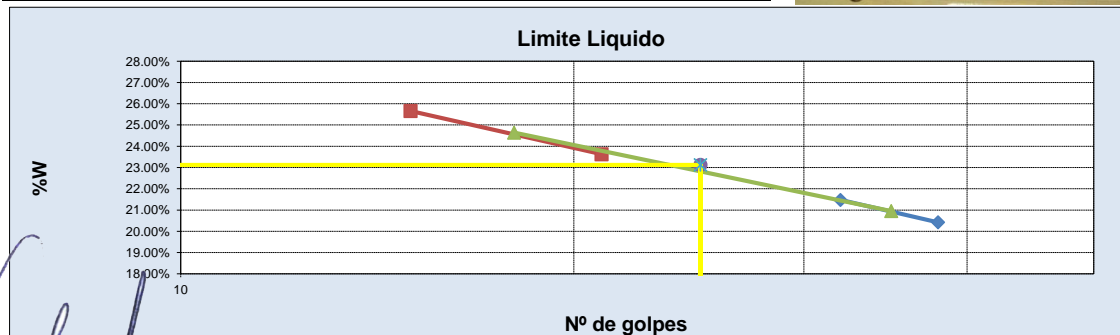


LIMITE PLASTICO



LIMITE LIQUIDO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)

Nº de lata	1	2	3	4
peso de suelo humedo + lata(gr)	86.69	100.83	92.29	95.15
peso de suelo seco + lata(gr)	74.26	85.39	77.24	78.45
peso de lata(gr)	13.38	13.5	13.53	13.38
peso de suelo seco(gr)	60.88	71.89	63.71	65.07
peso de suelo humedo(gr)	73.31	87.33	78.76	81.77
peso de agua(gr)	12.43	15.44	15.05	16.70
contenido de humedad	20.42%	21.48%	23.63%	25.66%
Numero de golpes;N	38	32	21	15
LL aproximado	21.48	22.13	23.13	24.12



LL=	23.12
LP=	15.72
IP=	7.40



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VAS
TERRAPLENES

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS) ASTM D 2487

SISTEMA DE CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)

Datos para la clasificacion

De la granulometria

% de gruesos= 15.07%
 % de finos= 84.93% Retenido en malla N 200= 15.07%
 % de grava= 0.00% Retenido en malla N 4= 0.00%
 % de arena= 15.07%
 % de la fraccion gruesa retenida en la malla N 4= 0.00% (Grava)
 % de la fraccion gruesa pasa la malla N 4= 100.00% (Arena)

Cu= NP
 Cc= NP

De los limites de consistencia

LL= 23.12
 LP= 15.72
 IP= 7.40

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-02
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio		Clasificación de suelos	
		Símbolo de grupo	Nombre del grupo
Suelos de partículas gruesas Mas del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	Cu ≥ 4 y 1 ≤ Cc ≤ 3	GW Grava bien graduada
		Cu < 4 y 1 > Cc > 3	GP Grava mal graduada
	Gravas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM Grava limosa
		IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC Grava arcillosa
	Gravas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM Grava bien graduada con limo
		Cumple los criterios para GW y GC	GW-GC Grava bien graduada con arcilla
Suelos de partículas gruesas mas del 50% es retenido en la malla No. 200	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	Cu ≥ 6 y 1 ≤ Cc ≤ 3	SW Arena bien graduada
		Cu < 6 y 1 > Cc > 3	SP Arena mal graduada
	Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM Arena limosa
		IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC Arena arcillosa
	Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM Arena bien graduada con limo
		Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC Arena bien graduada con arcilla
Suelos de partículas finas El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL Arcilla de baja plasticidad
	Limos y arcillas Limite Liquido menor que 50	IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	ML Limo de baja plasticidad
	Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0.75 limite liquido - no secado	OL Arcilla orgánica
	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH Arcilla de alta plasticidad
	Limos y arcillas Limite Liquido mayor que 50	IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH Limo de alta plasticidad
	Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0.75 limite liquido - no secado	OH Arcilla orgánica
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica de color oscuro	PT	Turba

DIAGRAMA DE FLUJO PARA CLASIFICACION DE SUELOS

SUELOS																									
GRUESOS														FINOS											
MENOS DEL 50% PASAN LA MALLA N 200														MAS DEL 50% PASAN LA MALLA N 200											
GRAVAS							ARENAS							LIMOS Y ARCILLAS						ORG					
LIMPIAS		COMBINACIONES			CON FINOS		LIMPIAS		COMBINACIONES			CON FINOS		LL<50%			LL>50%			(Turba)					
GW	GP	GW-GM	GW-GC	GP-GM	GP-GC	GM	GC	GC-GM	SW	SP	SW-SM	SW-SC	SP-SM	SP-SC	SM	SC	SC-SM	CL	CL-ML	ML	OL	CH	MH	OH	Pt

CL	(SUCS)	=	Arcilla baja elasticidad
----	--------	---	--------------------------



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VÍAS
 TERRESTRES

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

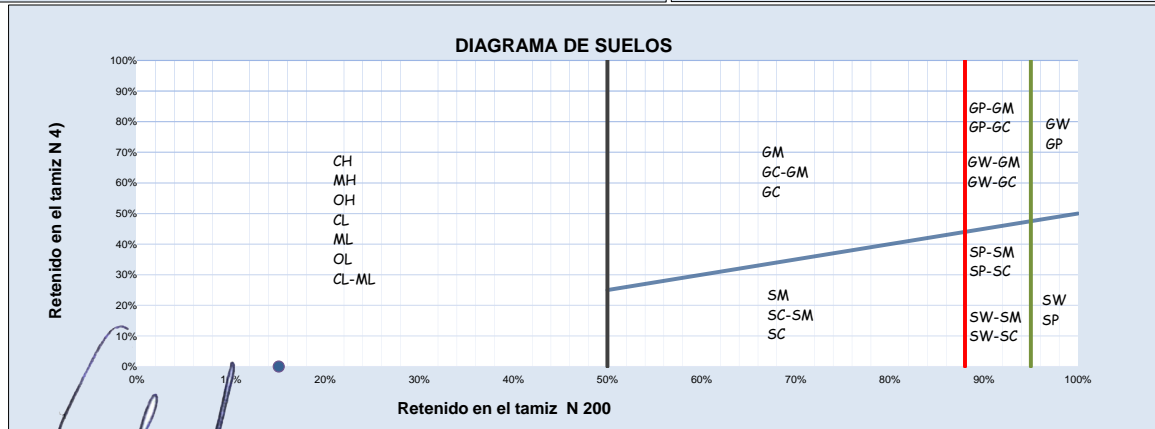
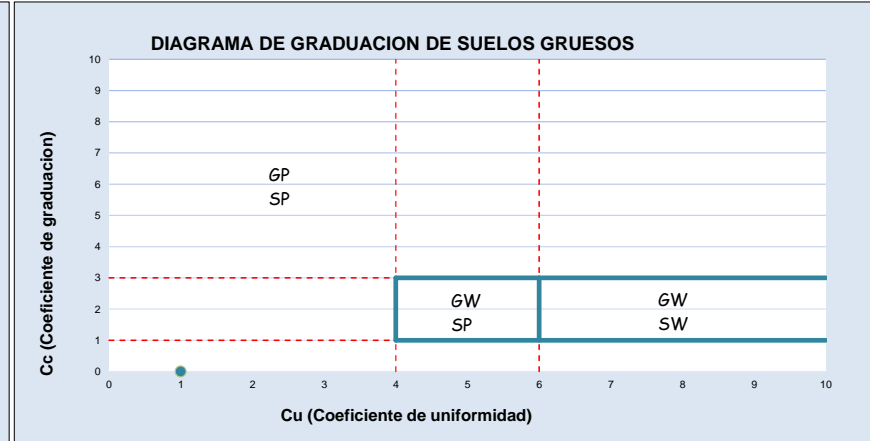
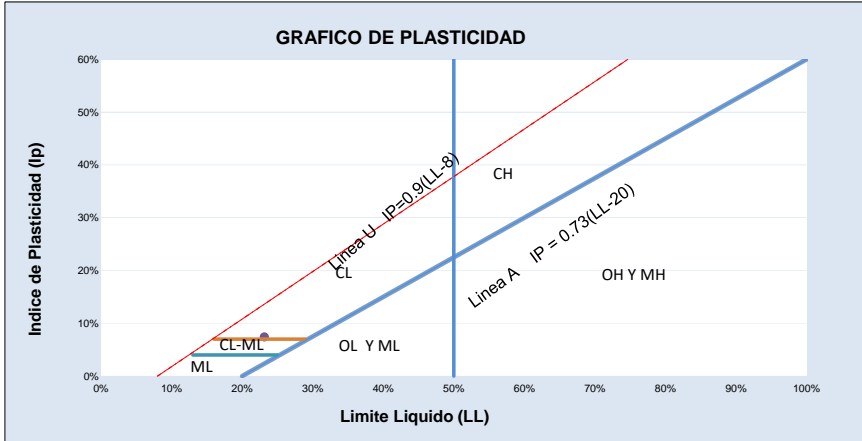
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
RESPONSABLE EN GEOLOGIA Y VIAS
TERRESTRES

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO

Datos para la clasificación

De la granulometría

% QUE PASA EL TAMIZ N 10= 100.00%
 % QUE PASA EL TAMIZ N 40= 100.00%
 % QUE PASA EL TAMIZ N 200= 89.72%

De los límites de consistencia

LL= 23.12%
 LP= 15.72%
 IP= 7.40%

Clasificación General	Materiales granulares. (35% como máximo de la que pasa el tamiz N° 200)							Materiales de arcilla-limo (más de 35% del total de la muestra que pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	
Análisis por mallas, porcentaje que pasa el tamiz												A-7-6
N° 10	50%max											
N° 40	30%max	50%max	51%max									
N° 200	15%max	10%max	10%max	35%max	35%max	35%max	35%max	36%min	36%min	36%min	36%min	
Características de la fracción que pasa la malla N° 40												
Límite líquido (LL)				40%max	41%min	40%max	41%min	40%max	41%min	40%max	41%min	41%min
Índice de plast. (IP)	6%max	NP	10%max	10%max	10%max	11%min	11%min	10%max	10%max	11%min	11%min	11%min
Índice del grupo (GI)	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4	4
Clasificación mas GI	A-1-a (4)	A-1-b (4)	A-3 (4)	A-2-4 (4)	A-2-5 (4)	A-2-6 (0)	A-2-7 (0)	A-4 (4)	A-5 (4)	A-6 (4)	A-7-5 (4)	A-7-6 (4)
Tipo de material	Fragmento de roca, grava y arena		Arena fina	Gravas y arena limosas o arcillosa				Principalmente suelos limosos		Principalmente suelos arcillosos		
Clasif. De la Subrasante	Excelente a buena							Regular a pobre				
Equipo de compactación idóneo	Rodillo Liso y Rodillo vibratorio	Rodillo Neumatico, Liso y Vibratorio	Pison impacto y Rodillo vibratorio	Rodillo Neumatico, Liso y Vibratorio	Rodillo Neumatico, Liso y Vibratorio	Rodillo Neumatico, Liso y Pison Impac.	Rodillo Neumatico, Liso y Pata e cabra	Rodillo Neumatico, Liso y Pata e cabra	Rodillo Neumatico, y Pata de cabra	Rodillo Neumatico, y Pata de cabra	Rodillo Pata de cabra	Rodillo Pata de cabra

A-4 (0) (AASHTO) = Principalmente partículas finas limosas.



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VÍAS
 TERRESTRES

CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

DENSIDAD DE CAMPO (METODO DE CONO DE ARENA) - NTP 339.144

OBRA: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

SOLICITA: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

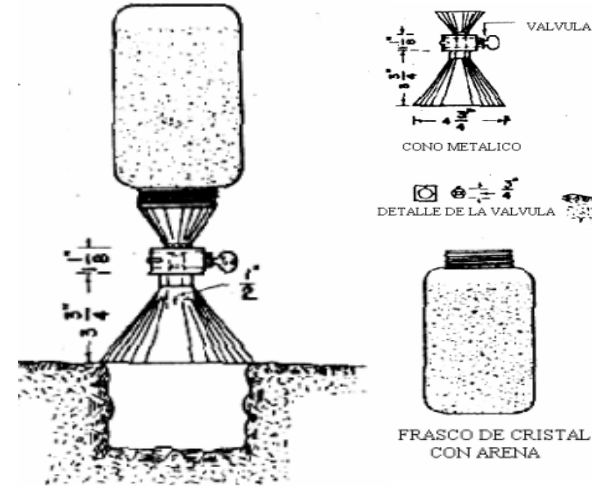
FECHA: CUSCO, MAYO 2023

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-02
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

PUNTO	1
FECHA	CUSCO, MAYO 2023
CALICATA	C-02
UBICACIÓN	FONDO DE CALICATA

1	Peso del frasco + arena grs.	7511.00
2	Peso del frasco + sobrante grs.	1832.00
3	Peso de la arena empleada grs. (1) (2)	5679.00
4	Peso de la arena del cono grs.	1608.00
5	Peso de la arena del hueco grs. (3) (4)	4071.00
6	Densidad de la arena	1.58
7	Volumen del hueco c.c. (5) / (6)	2576.58
8	Peso del tarro + suelo + grava grs.	
9	peso del tarro grs.	
10	Peso del suelo + grava (8) (9) grs.	4881.00
11	Densidad humeda del material	1.89
12	Contenido de humedad	5.58%
13	MDS (Densidad seca de campo)	1.79



DENSIDAD HUMEDA (NATURAL): 1.89

DENSIDAD SECA: 1.79



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
 TERRESTRES

CONGOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
 RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
 congoingc@gmail.com - www.congoingc.com
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

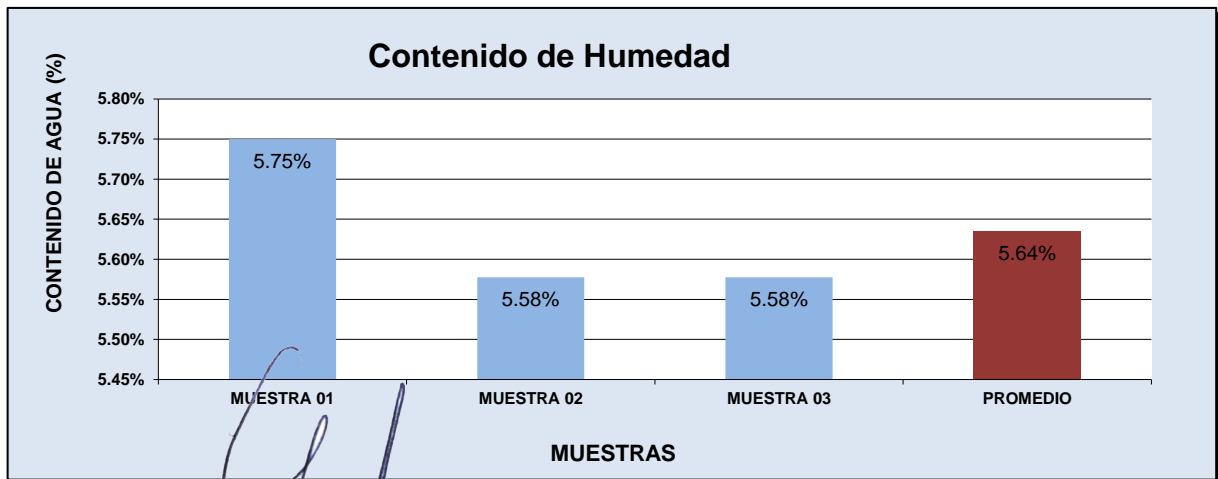
COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-02
SUCS	CL
DOSIF.	0%

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL MATERIAL (NTP - 339 - 127)

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	27.58	28.41	28.22	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	116.91	124.86	122.09	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	112.05	119.76	117.13	
PESO DEL AGUA	4.86	5.10	4.96	
PESO DEL SUELO SECO	84.47	91.35	88.91	
CONTENIDO DE AGUA (%)	5.75%	5.58%	5.58%	5.64%

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = **5.64%**



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
 TERRESTRES



CONGOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098
 DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
 congoingc@gmail.com - www.congoingc.com
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE
FECHA: CUSCO, MAYO 2023
UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

Clasificación SUCS= CL
 Clasificación ASHTHO= A-4 (0)

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

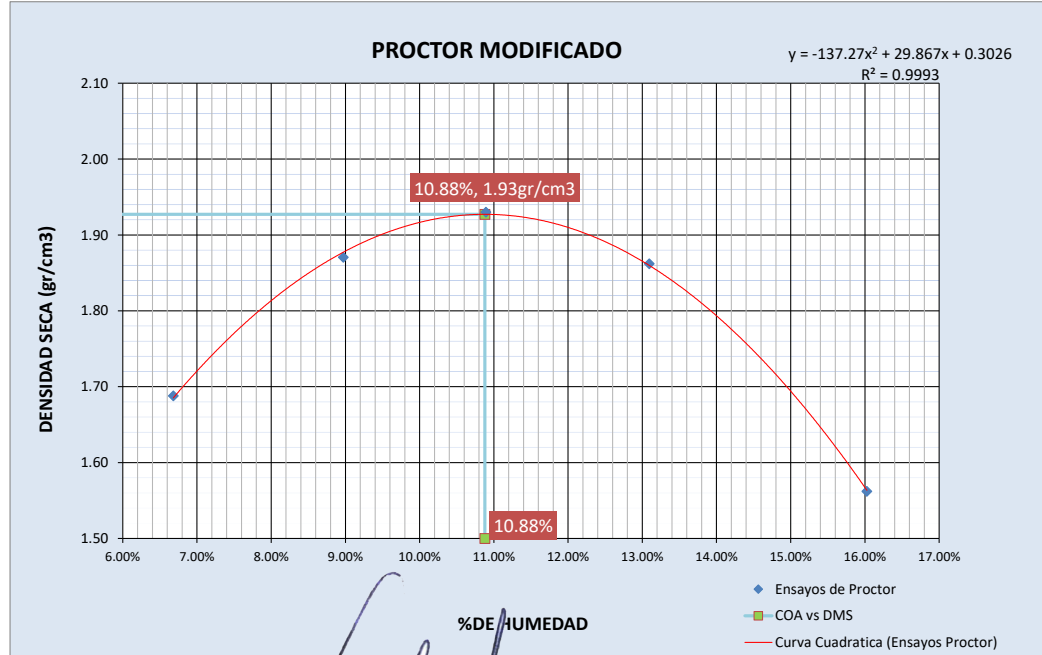
CALICATA	C-02
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

METODO		C
DATOS DEL MOLDE		
Altura	11.62cm	
Diametro	15.24cm	
Volumen	2119.66cm ³	
Peso	5770.00gr	
Material pasante del tamiz	3/4	

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 (NTP. 339.141)

Energía de compactación 2 700 kN-m/m³

FECHA:	MUESTRA N°									
	1		1		1		1		1	
MOLDE N°	1		1		1		1		1	
NUMERO DE CAPAS	5		5		5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		56		56		56		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA										
PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	9587.0gr		10091.0gr		10306.8gr		10234.0gr		9612.0gr	
PESO MOLDE	5770.0gr		5770.0gr		5770.0gr		5770.0gr		5770.0gr	
PESO MUESTRA HUMEDA	3817.0gr		4321.0gr		4536.8gr		4464.0gr		3842.0gr	
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	2119.66cm ³		2119.7gr		2119.7gr		2119.7gr		2119.7gr	
DENSIDAD HUMEDAD	1.80gr/cm ³		2.04gr/cm ³		2.14gr/cm ³		2.11gr/cm ³		1.81gr/cm ³	
DENSIDAD SECA	1.69gr/cm ³		1.87gr/cm ³		1.93gr/cm ³		1.86gr/cm ³		1.56gr/cm ³	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE N°	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
PESO RECIPIENTE	42.5gr	45.8gr	46.7gr	53.5gr	54.3gr	51.5gr	54.8gr	51.2gr	49.4gr	54.0gr
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	110.3gr	106.3gr	103.1gr	109.0gr	125.0gr	112.1gr	119.8gr	122.7gr	109.6gr	103.5gr
PESO DE LA MUESTRA SECA. + RECIPIENTE	106.2gr	102.5gr	98.6gr	104.2gr	118.1gr	106.1gr	112.0gr	114.7gr	101.5gr	96.5gr
PESO DE AGUA	4.2gr	3.9gr	4.4gr	4.8gr	6.9gr	6.0gr	7.8gr	8.0gr	8.1gr	7.0gr
PESO DE MUESTRA SECA	63.6gr	56.7gr	51.9gr	50.7gr	63.8gr	54.6gr	57.1gr	63.5gr	52.2gr	42.5gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	6.55%	6.82%	8.52%	9.43%	10.84%	10.95%	13.64%	12.54%	15.58%	16.47%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	6.68%		8.97%		10.89%		13.09%		16.03%	



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VÍAS
 TERRESTRES



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO/OBRA

ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE

BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA CUSCO, MAYO 2023

CALICATA	C-02
SUCS	CL
DOSIFICACION	0%

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

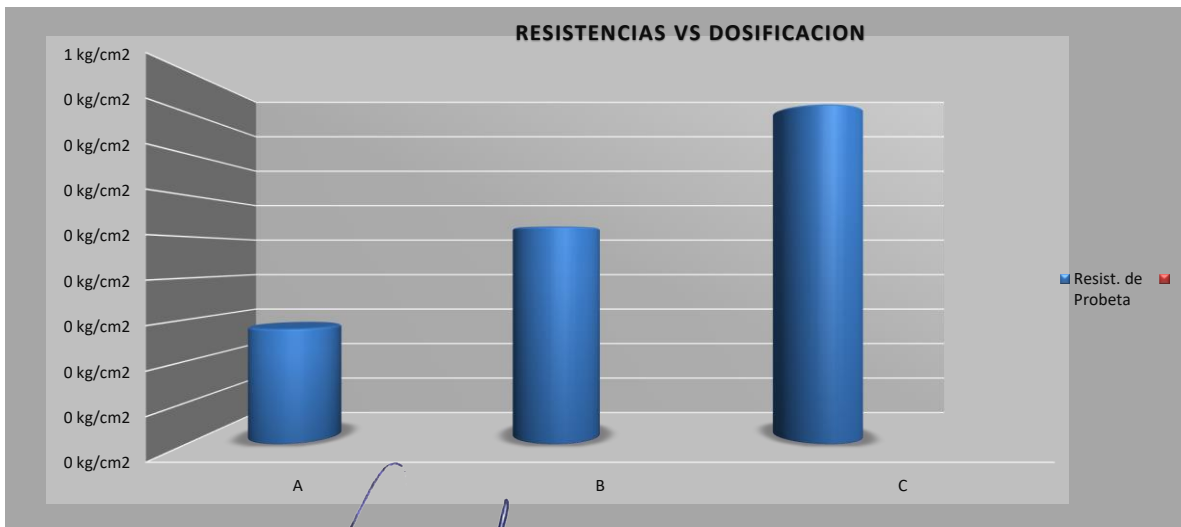
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA SUELO CEMENTO

MARCA DE CEMENTO	YURA
TIPO DE CEMENTO	IP
EDAD DE ENSAYO	7 DIAS

TIPO DE SUELO	CL	A-4 (0)
----------------------	----	---------

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE "MOLDES SUELO-CEMENTO"

Nº de Briqueta	Nº de Ensayo	Dosificacion de cemento usado	Diametro	Altura	Area de la seccion	Relacion (D/h)	Correccion Esbeltez	Edad (días)	Dial kg	RESISTENCIAS	
										Resist. de Probeta	
										(kg/cm ²)	Mpas
A	1	0%	2.80 Pulg	5.63 Pulg	6.16 Pulg ²	2.0	1.00	7 DIAS	190	4.78	0.47
B		0	2.80 Pulg	5.63 Pulg	6.16 Pulg ²	2.0	1.00	7 DIAS	195	4.91	0.48
C		0%	2.80 Pulg	5.68 Pulg	6.16 Pulg ²	2.0	1.00	7 DIAS	201	5.06	0.50



RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA PROMEDIO: 4.92 kg/cm²



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOLOGIA Y VIAS TERRESTRES



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

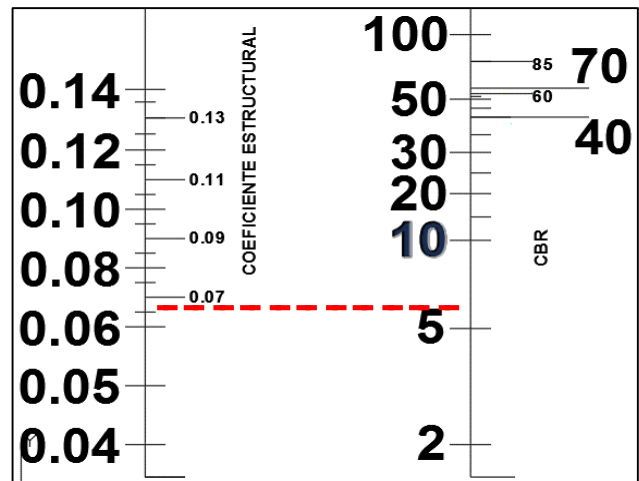
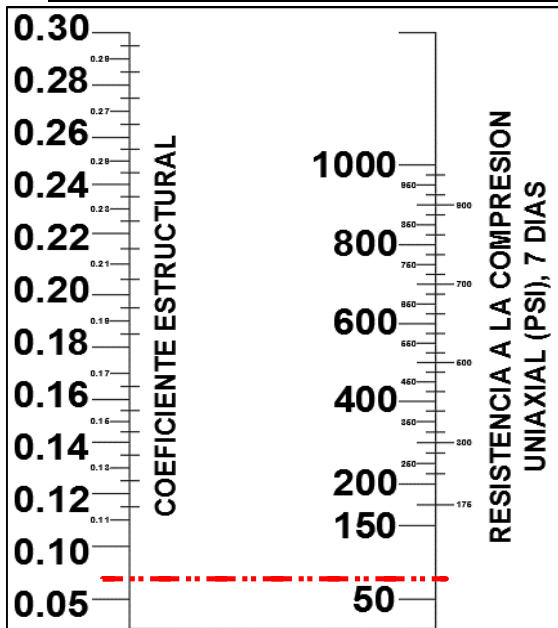
SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-02
SUCS	CL
DOSIFICACION	0%

CBR ESTIMADO A PARTIR DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL ()**

	kg/cm2	DOSIFICACIONES DE CEMENTO			PROMEDIO
		A	B	C	
RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL		4.78	4.91	5.06	
	PSI	68	70	72	70 PSI
COEFICIENTE ESTRUCTURAL		0.128	0.134	0.137	Graf. 1
CBR ESTIMADO		39%	46%	57%	Graf. 2



Graf. 2

Graf. 1

Categorías de Sub rasante	CBR
S0 : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Sub rasante insuficiente	De CBR : ≥ 3% A CBR < 6%
S2 : Sub rasante Regular	De CBR : ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Sub rasante Buena	De CBR : ≥ 10% A CBR < 20%
S4 : Sub rasante Muy Buena	De CBR : ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Sub rasante Excelente	CBR: ≥ 30%

CBR ESTIMADO	TIPO DE SUBRASANTE
6.5%	REGULAR

(**)Extraido de Paviment Analysis and Design [YANG H. HUANG]



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
RESPONSALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES



Tesis o proyecto: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

Solicitante: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE
 fecha: CUSCO, MAYO 2023
 Ubicación: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

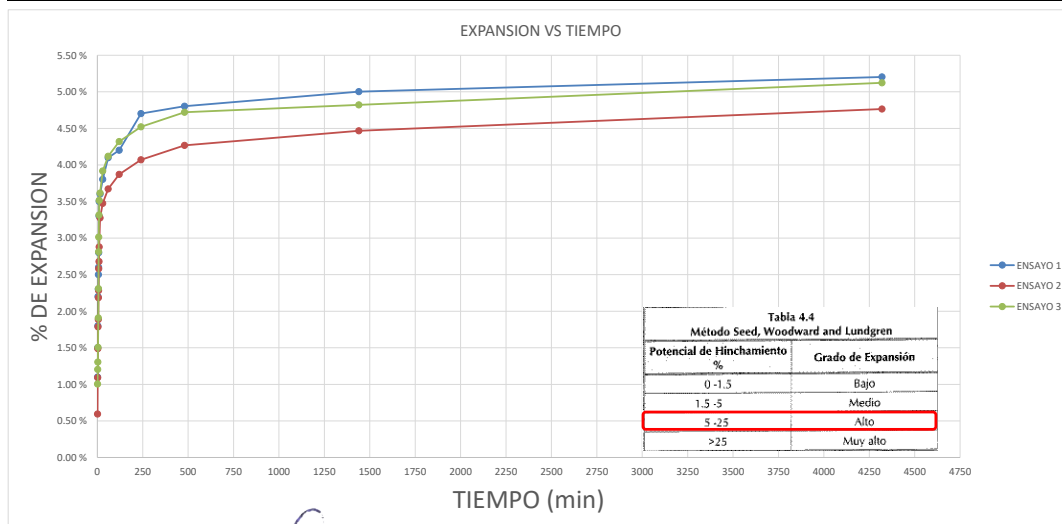
CALICATA	C-02
SUCS	CL
DOOSIFICACION	0%

DETERMINACION DE LA EXPANSION DEL SUELO


ESTADO DE LA MUESTRA	1	2	3
DIAMETRO (cm)	5.05	5.08	5.01
AREA (cm ²)	20.03	20.27	19.71
ALTURA (cm)	2.51	2.53	2.50
VOLUMEN (cm ³)	50.27	51.28	49.28
PESO DEL ANILLO	35.66	35.66	35.66
PESO DEL ANILLO + SUELO HUMEDO	120.10	120.66	118.39
PESO DEL ANILLO + SUELO SECO	117.33	118.11	115.85
PESO EL AGUA	2.77	2.55	2.54
PESO DEL ESPECIMEN SOLIDO SECO	81.67	82.45	80.19
PESO DEL ESPECIMEN SOLIDO HUMEDO	84.44	85.00	82.73
DENSIDAD HUMEDA	1.68	1.66	1.68
DENSIDAD SECA	1.62	1.61	1.63
HUMEDAD	3.39%	3.09%	3.17%



N° DE MUESTRA	1			2			3		
	LECTURA DEL DIAL (pulg)	DEFORMACION (mm)	% DE EXPANSION	LECTURA DEL DIAL (pulg)	DEFORMACION (mm)	% DE EXPANSION	LECTURA DEL DIAL (pulg)	DEFORMACION (mm)	% DE EXPANSION
1	0.011	0.27627072	1.10 %	0.006	0.15069312	0.60 %	0.010	0.2511552	1.00 %
2	0.015	0.3767328	1.50 %	0.011	0.27627072	1.09 %	0.012	0.30138624	1.21 %
3	0.018	0.45207936	1.80 %	0.015	0.3767328	1.49 %	0.013	0.32650176	1.31 %
4	0.022	0.55254144	2.20 %	0.018	0.45207936	1.79 %	0.015	0.3767328	1.51 %
5	0.023	0.57765696	2.30 %	0.019	0.47719488	1.89 %	0.019	0.47719488	1.91 %
6	0.025	0.627888	2.50 %	0.022	0.55254144	2.18 %	0.023	0.57765696	2.31 %
7	0.026	0.65300352	2.60 %	0.023	0.57765696	2.28 %	0.028	0.70323456	2.81 %
8	0.028	0.70323456	2.80 %	0.026	0.65300352	2.58 %	0.030	0.7534656	3.01 %
9	0.033	0.82881216	3.30 %	0.027	0.67811904	2.68 %	0.033	0.82881216	3.32 %
10	0.035	0.8790432	3.50 %	0.029	0.72835008	2.88 %	0.035	0.8790432	3.52 %
15	0.036	0.90415872	3.60 %	0.033	0.82881216	3.28 %	0.036	0.90415872	3.62 %
30	0.038	0.95438976	3.80 %	0.035	0.8790432	3.47 %	0.039	0.97950528	3.92 %
60	0.040	1.0211552	4.10 %	0.037	0.92927424	3.67 %	0.041	1.02973632	4.12 %
120	0.042	1.05485184	4.20 %	0.039	0.97950528	3.87 %	0.043	1.07996736	4.32 %
240	0.046	1.18042944	4.70 %	0.041	1.02973632	4.07 %	0.044	1.1301984	4.52 %
480	0.047	1.20554496	4.80 %	0.043	1.07996736	4.27 %	0.046	1.18042944	4.72 %
1440	0.049	1.255776	5.00 %	0.044	1.1301984	4.47 %	0.047	1.20554496	4.82 %
4320	0.051	1.30600704	5.20 %	0.047	1.20554496	4.76 %	0.050	1.28089152	5.12 %



POTENCIAL DE EXPANSION MAXIMO **5.20 %**


ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
 TERRAPLENES

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222
CALICATA	C-02
SUCS	CL
UBICACIÓN	0.00%

COTA DE TERRENO NATURAL: 3301 m.s.n.m.

COTA DE TERRENO SUBRASANTE: 3301 m.s.n.m.

DESNIVEL: 0.00 m

Prof.	ESC	SUCS	FOTOGRAFIA	Simbologia SUCS	Descripcion SUCS	Observaciones
0.10 m		Pt			Turba y Suelos Altamente Organicos	MATERIAL ALTAMENTE ORGANICO, CON PRESENCIA DE RAICES DE PLANTAS, ESTE MATERIAL DEBERA SER REMOVIDO, ELIMINDADO Y POSTERIORMENTE RELLENADO CON UN NUEVO MATERIAL DE CANTERA (LASTRE). LO SEÑALADO DEPENDERA DEL NIVEL O COTA DE SUBRASANTE
0.20 m						
0.30 m						
0.40 m						
0.50 m						
0.60 m						
0.70 m						
0.80 m						
0.90 m		CL			Arcilla baja elasticidad	MATERIAL COHESIVO DE COLOR MARRON OSCURO CON PRESENCIA DE PEQUEÑAS LAMINACIONES DE ARENA DE COLOR GRIS OSCURO
1.00 m						
1.10 m						
1.20 m						
1.30 m						
1.40 m						
1.50 m						
1.60 m						
NO SE DETECTO LA PRESENCIA DE NIVEL FREATICO HASTA LA PROFUNDIDAD DE INVESTIGACION						

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



Suelos

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

CAPA	SUBRASANTE
ALTITUD	3301 m.s.n.m.

N° DE CALIC	DOSIF.	RESISTENCIA A LA COMPRESION	CBR ESTIMADO	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO	DMS (gr/cm3)	COA (%)	Wnat%	% DE EXPANSION
C-02	0.00%	4.92kg/cm2	6.50%	0.00%	15.07%	84.93%	23.12	15.72	7.40	CL	A-4 (0)	1.93 gr/cm3	10.88%	5.64%	5.20%

N° DE CALIC	DOSIF.	TIPO DE SUBRASANTE
C-02	0.00%	REGULAR

Categorías de Sub rasante	CBR
S0 : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Sub rasante insuficiente	De CBR : ≥ 3% A CBR < 6%
S2 : Sub rasante Regular	De CBR : ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Sub rasante Buena	De CBR : ≥ 10% A CBR < 20%
S4 : Sub rasante Muy Buena	De CBR : ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Sub rasante Excelente	CBR: ≥ 30%



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos

PROYECTO / TESIS

ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

UBICACIÓN

DIST.	CUSCO	PROV.	CUSCO	DEP.	CUSCO
-------	-------	-------	-------	------	-------

SOLICITANTE

BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (EMS)



EMS CON FINES DE PAVIMENTACION

MTC / ASTM / AASHTO

PROFESIONAL RESPONSABLE

JEFFERSON CHARA HOLGUIN (CIP:307704)

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CUSCO, MAYO 2023



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
TERRESTRES

C-03

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-03
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 - MTC E-107-200

MANUAL DE PAVIMENTOS URBANOS CE010

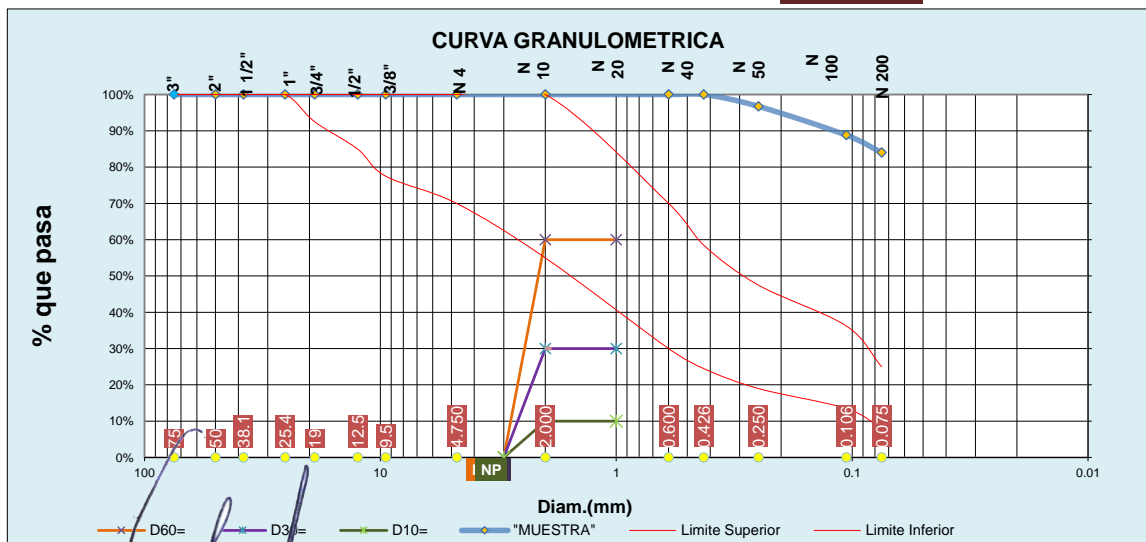
Gradación D

Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso retenido	%retenido	% retenido acumulado	%que pasa	Limite Superior	Limite Inferior	Cumple??
3 pulg	75	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
2 pulg	50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
1 1/2 pulg	38.1	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
1 pulg	25.4	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
3/4 pulg	19	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	92.50%	SI
1/2 pulg	12.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	85.00%	SI
3/8 pulg	9.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	77.50%	SI
N° 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	70.00%	SI
N° 10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	55.00%	SI
N°20	0.600	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	70.00%	30.00%	NO
N° 40	0.426	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	58.50%	24.50%	NO
N°60	0.250	12.47	3.25%	3.25%	96.75%	47.50%	19.00%	NO
N°140	0.106	30.45	7.93%	11.18%	88.82%	36.25%	13.50%	NO
N° 200	0.075	18.45	4.81%	15.99%	84.01%	25.00%	8.00%	NO
bandeja	0.010	322.45	84.01%	100.00%	0.00%			
TOTAL		383.82		100.00%				

% de gruesos= 15.99%
 % de finos= 84.01%
 % de grava= 0.00%
 % de arena= 15.99%

% de la fraccion gruesa retenida en la malla N 4= 0.00% (Grava)
 % de la fraccion gruesa pasa la malla N 4= 100.00% (Arena)

METODO DE COMPACTACION **C**



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VÍAS
 TERRESTRES

D60= NP
 D30= NP
 D10= NP

Cu= NP
 Cc= NP

CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-03
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

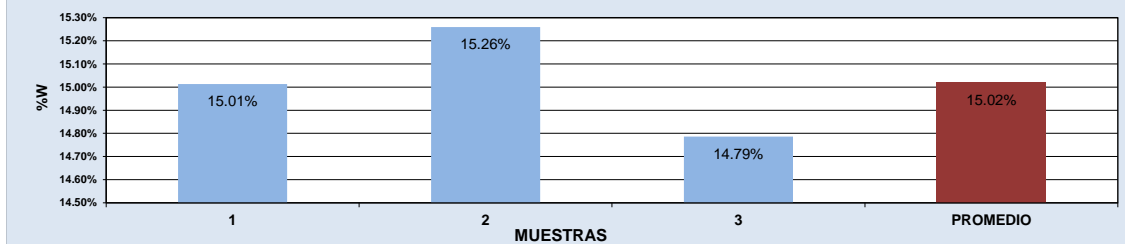
LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE PLASTICO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)

Nº de lata	1	2	3	PROMEDIO
peso de suelo hum. + lata(gr)	11.59	12.87	11.19	
peso de suelo seco + lata(gr)	10.77	11.89	10.45	
peso de lata(gr)	5.31	5.50	5.44	
peso de suelo seco(gr)	5.46	6.39	5.01	
peso de suelo humedo(gr)	6.28	7.37	5.75	
peso de agua(gr)	0.82	0.98	0.74	
contenido de humedad	15.01%	15.26%	14.79%	15.02%

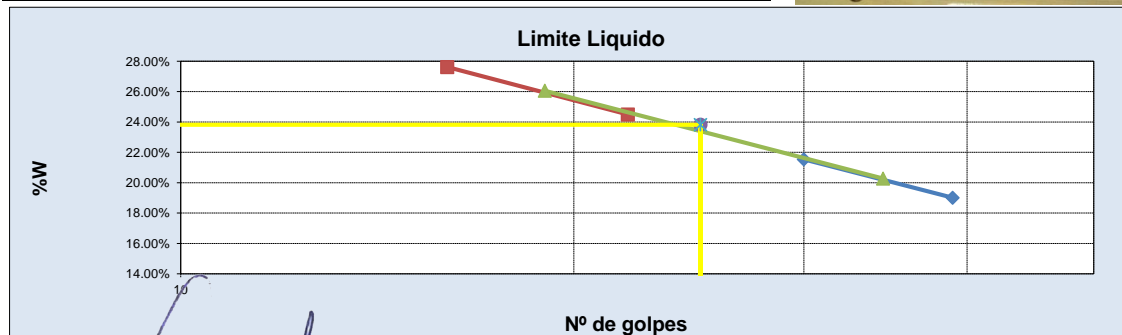


LIMITE PLASTICO



LIMITE LIQUIDO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)

Nº de lata	1	2	3	4
peso de suelo humedo + lata(gr)	87.39	103.48	92.16	89.17
peso de suelo seco + lata(gr)	75.57	87.54	76.70	72.77
peso de lata(gr)	13.39	13.52	13.56	13.4
peso de suelo seco(gr)	62.18	74.02	63.14	59.37
peso de suelo humedo(gr)	74.00	89.96	78.60	75.77
peso de agua(gr)	11.82	15.94	15.46	16.40
contenido de humedad	19.01%	21.54%	24.49%	27.62%
Numero de golpes;N	39	30	22	16
LL aproximado	20.06	22.02	24.12	26.17



LL=	23.82
LP=	15.02
IP=	8.80



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
TERRESTRES

CONGEOINGC E.I.R.L.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS) ASTM D 2487

SISTEMA DE CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)

Datos para la clasificacion

De la granulometria

% de gruesos= 15.99%
 % de finos= 84.01% Retenido en malla N 200= 15.99%
 % de grava= 0.00% Retenido en malla N 4= 0.00%
 % de arena= 15.99%
 % de la fraccion gruesa retenida en la malla N 4= 0.00% (Grava)
 % de la fraccion gruesa pasa la malla N 4= 100.00% (Arena)

Cu= NP
 Cc= NP

De los limites de consistencia

LL= 23.82
 LP= 15.02
 IP= 8.80

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-03
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio		Clasificación de suelos		
		Símbolo de grupo	Nombre del grupo	
Suelos de partículas gruesas más del 50% es retenido en la malla No. 200	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	Cu ≥ 4 y 1 ≤ Cc ≤ 3	GW Grava bien graduada	
		Cu < 4 y 1 > Cc > 3	GP Grava mal graduada	
	Gravas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM Grava limosa	
		IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC Grava arcillosa	
		Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM Grava bien graduada con limo	
		Cumple los criterios para GW y GC	GW-GC Grava bien graduada con arcilla	
Suelos de partículas gruesas más del 50% es retenido en la malla No. 200	Gravas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM Grava mal graduada con limo	
		Cumple los criterios para GP y GC	GP-GC Grava mal graduada con arcilla	
	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	Cu ≥ 6 y 1 ≤ Cc ≤ 3	SW Arena bien graduada	
		Cu < 6 y 1 > Cc > 3	SP Arena mal graduada	
	Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM Arena limosa	
		IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC Arena arcillosa	
Suelos de partículas finas El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM Arena bien graduada con limo	
		Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC Arena bien graduada con arcilla	
		Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM Arena mal graduada con limo	
		Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC Arena mal graduada con arcilla	
	Limos y arcillas Limite Liquido menor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL Arcilla de baja plasticidad
			IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	ML Limo de baja plasticidad
	Limos y arcillas Limite Liquido mayor que 50	Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0.75 limite liquido - no secado	OL Arcilla orgánica Limo orgánico
		Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH Arcilla de alta plasticidad
	Limos y arcillas Limite Liquido mayor que 50		IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH Limo de alta plasticidad
		Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0.75 limite liquido - no secado	OH Arcilla orgánica Limo orgánica
	Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica de color oscuro	PT	Turba

DIAGRAMA DE FLUJO PARA CLASIFICACION DE SUELOS

SUELOS																									
GRUESOS												FINOS													
MENOS DEL 50% PASAN LA MALLA N 200												MAS DEL 50% PASAN LA MALLA N 200													
GRAVAS						ARENAS						LIMOS Y ARCILLAS						ORG							
LIMPIAS		COMBINACIONES				CON FINOS		LIMPIAS		COMBINACIONES				CON FINOS		LL<50%		LL>50%		(Turba)					
GW	GP	GW-GM	GW-GC	GP-GM	GP-GC	GM	GC	GC-GM	SW	SP	SW-SM	SW-SC	SP-SM	SP-SC	SM	SC	SC-SM	CL	CL-ML	ML	OL	CH	MH	OH	Pt
																		CL	CL-ML	ML	OL	CH	MH	OH	Pt

CL	(SUCS)	=	Arcilla baja elasticidad
----	--------	---	--------------------------



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
 TERRESTRES

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

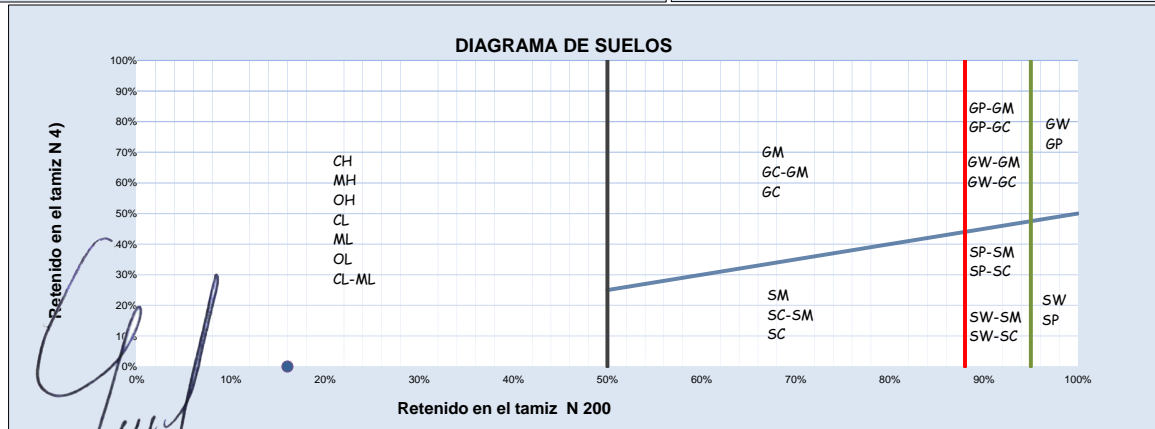
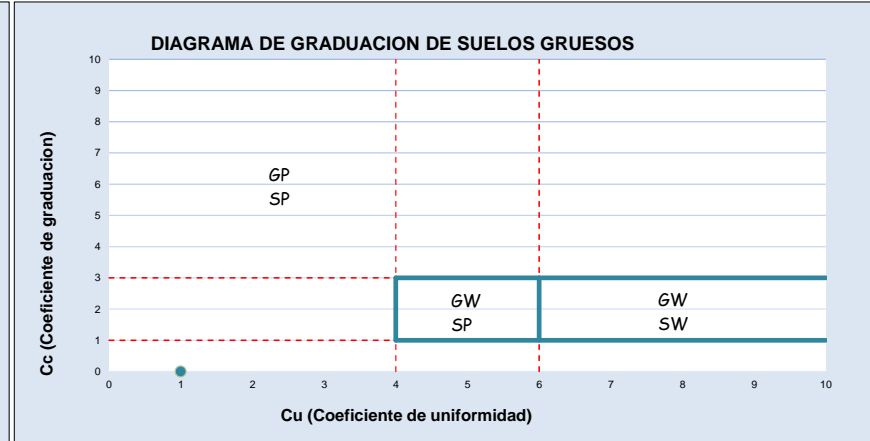
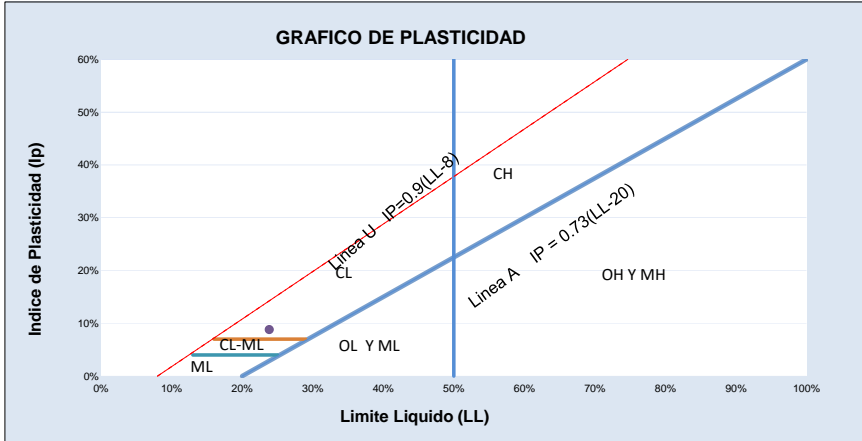
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
TERRESTRES

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO

Datos para la clasificación

De la granulometría

% QUE PASA EL TAMIZ N 10= 100.00%
 % QUE PASA EL TAMIZ N 40= 100.00%
 % QUE PASA EL TAMIZ N 200= 88.82%

De los límites de consistencia

LL= 23.82%
 LP= 15.02%
 IP= 8.80%

Clasificación General	Materiales granulares. (35% como máximo de la que pasa el tamiz N° 200)							Materiales de arcilla-limo (más de 35% del total de la muestra que pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación por grupos	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Análisis por mallas, porcentaje que pasa el tamiz											A-7-6
N° 10	50%max										
N° 40	30%max	50%max	51%max								
N° 200	15%max	10%max	10%max	35%max	35%max	35%max	35%max	36%min	36%min	36%min	36%min
Características de la fracción que pasa la malla N° 40											
Límite líquido (LL)				40%max	41%min	40%max	41%min	40%max	41%min	40%max	41%min
Índice de plast. (IP)	6%max	NP	10%max	10%max	10%max	11%min	11%min	10%max	10%max	11%min	11%min
Índice del grupo (GI)	6	6	6	6	6	0	0	6	6	6	6
Clasificación mas GI	A-1-a (6)	A-1-b (6)	A-3 (6)	A-2-4 (6)	A-2-5 (6)	A-2-6 (0)	A-2-7 (0)	A-4 (6)	A-5 (6)	A-6 (6)	A-7-5 (6)
Tipo de material	Fragmento de roca, grava y arena		Arena fina	Gravas y arena limosas o arcillosas				Principalmente suelos limosos		Principalmente suelos arcillosos	
Clasif. De la Subrasante	Excelente a buena							Regular a pobre			
Equipo de compactación idóneo	Rodillo Liso y Rodillo vibratorio	Rodillo Neumático, Liso y Vibratorio	Pison impacto y Rodillo vibratorio	Rodillo Neumático, Liso y Vibratorio	Rodillo Neumático, Liso y Vibratorio	Rodillo Neumático, Liso y Pison Impac.	Rodillo Neumático, Liso y Pata e cabra	Rodillo Neumático, Liso y Pata e cabra	Rodillo Neumático, y Pata de cabra	Rodillo Neumático, y Pata de cabra	Rodillo Pata de cabra



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN (AASHTO) = Principalmente partículas finas limosas.

GIP. 307704
 RESPONSABLE EN GEOTECNIA Y MAS
 TEMAS

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

DENSIDAD DE CAMPO (METODO DE CONO DE ARENA) - NTP 339.144

OBRA: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

SOLICITA: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

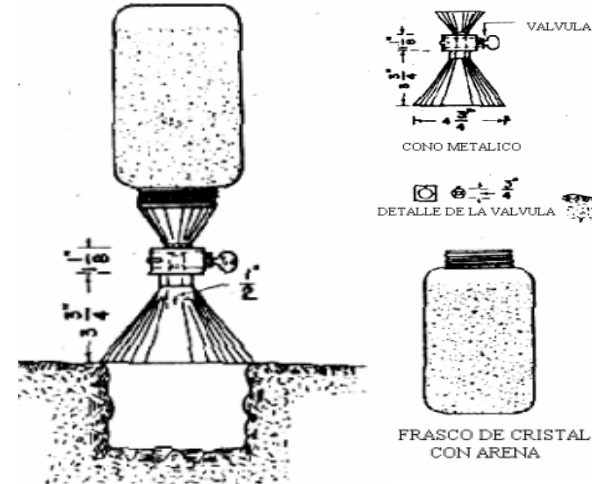
FECHA: CUSCO, MAYO 2023

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-03
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

PUNTO	1
FECHA	CUSCO, MAYO 2023
CALICATA	C-03
UBICACIÓN	FONDO DE CALICATA

1	Peso del frasco + arena grs.	7655.00
2	Peso del frasco + sobrante grs.	1745.00
3	Peso de la arena empleada grs. (1) (2)	5910.00
4	Peso de la arena del cono grs.	1608.00
5	Peso de la arena del hueco grs. (3) (4)	4302.00
6	Densidad de la arena	1.58
7	Volumen del hueco c.c. (5) / (6)	2722.78
8	Peso del tarro + suelo + grava grs.	
9	peso del tarro grs.	
10	Peso del suelo + grava (8) (9) grs.	5512.00
11	Densidad humeda del material	2.02
12	Contenido de humedad	6.29%
	MDS (Densidad seca de campo)	1.90



DENSIDAD HUMEDA (NATURAL):	2.02
DENSIDAD SECA:	1.90



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
TERRESTRES

CONGOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
 RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
 congoingc@gmail.com - www.congoingc.com
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

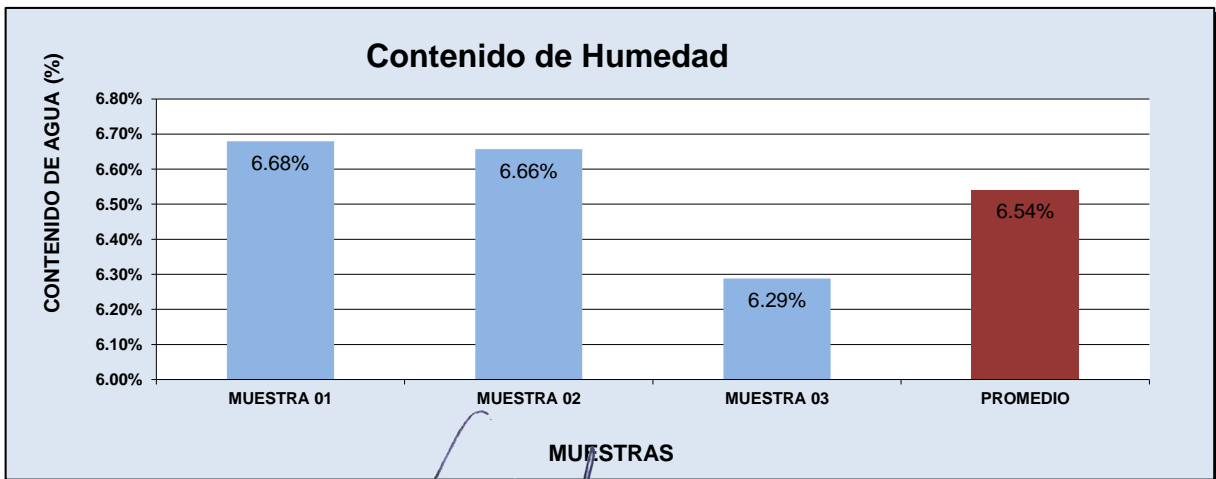
COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-03
SUCS	CL
DOSIF.	0%

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL MATERIAL (NTP - 339 - 127)

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	27.51	28.36	27.93	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	118.71	121.35	128.80	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	113.00	115.55	122.83	
PESO DEL AGUA	5.71	5.80	5.97	
PESO DEL SUELO SECO	85.49	87.19	94.90	
CONTENIDO DE AGUA (%)	6.68%	6.66%	6.29%	6.54%

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = **6.54%**



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
 TERRESTRES



CONGOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098
 DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
 congoingc@gmail.com - www.congoingc.com
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE
FECHA: CUSCO, MAYO 2023
UBICACION: CUSCO-CUSCO-CUSCO

Clasificacion SUCS= CL
 Clasificacion ASTHMO= A-4 (0)

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

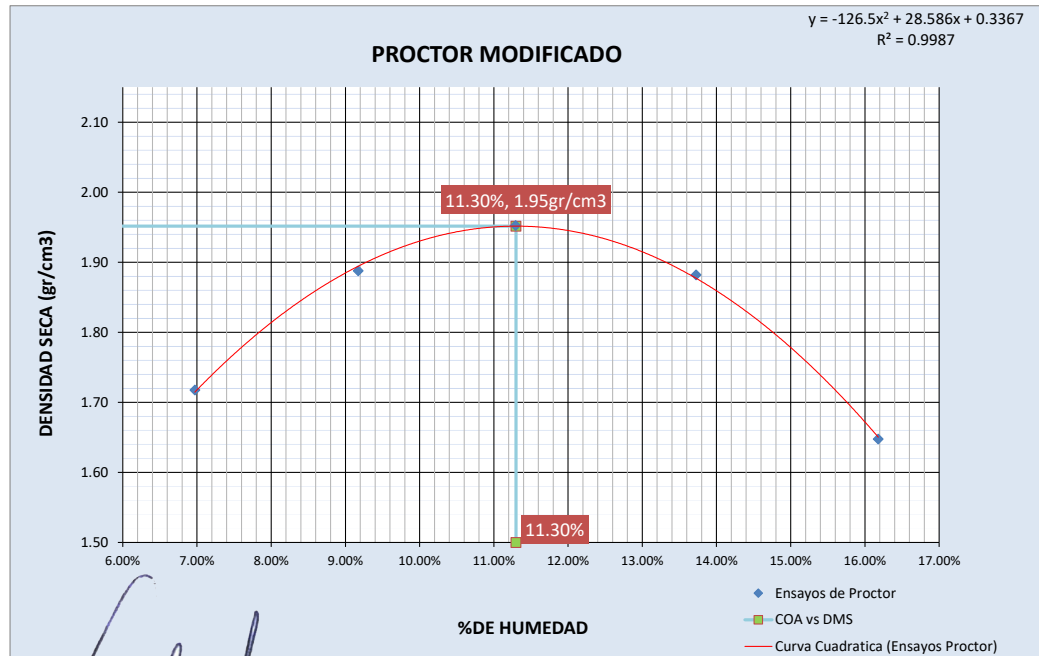
CALICATA	C-03
SUCS	CL
DOSIF.	0.00%

METODO		C
DATOS DEL MOLDE		
Altura	11.62cm	
Diametro	15.24cm	
Volumen	2119.66cm ³	
Peso	5770.00gr	
Material pasante del tamiz	3/4	

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 (NTP. 339.141)

Energia de compactacion 2 700 kN-m/m³

FECHA:	MUESTRA N°									
	1		1		1		1		1	
MOLDE N°	5		5		5		5		5	
NUMERO DE CAPAS	56		56		56		56		56	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		56		56		56		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA										
PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	9665.0gr		10139.0gr		10376.0gr		10307.0gr		9828.0gr	
PESO MOLDE	5770.0gr		5770.0gr		5770.0gr		5770.0gr		5770.0gr	
PESO MUESTRA HUMEDA	3895.0gr		4369.0gr		4606.0gr		4537.0gr		4058.0gr	
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	2119.66cm ³		2119.7gr		2119.7gr		2119.7gr		2119.7gr	
DENSIDAD HUMEDAD	1.84gr/cm ³		2.06gr/cm ³		2.17gr/cm ³		2.14gr/cm ³		1.91gr/cm ³	
DENSIDAD SECA	1.72gr/cm ³		1.89gr/cm ³		1.95gr/cm ³		1.88gr/cm ³		1.65gr/cm ³	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE N°	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
PESO RECIPIENTE	43.7gr	45.7gr	45.6gr	52.4gr	52.2gr	51.5gr	55.1gr	52.5gr	50.5gr	53.8gr
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	108.0gr	103.0gr	109.8gr	118.5gr	111.4gr	107.3gr	126.0gr	102.4gr	104.9gr	110.7gr
PESO DE LA MUESTRA SECA. + RECIPIENTE	103.9gr	99.2gr	104.3gr	113.1gr	105.5gr	101.6gr	117.6gr	96.3gr	97.2gr	102.9gr
PESO DE AGUA	4.1gr	3.8gr	5.6gr	5.4gr	6.0gr	5.7gr	8.4gr	6.1gr	7.7gr	7.8gr
PESO DE MUESTRA SECA	60.2gr	53.5gr	58.6gr	60.7gr	53.2gr	50.1gr	62.4gr	43.8gr	46.7gr	49.2gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	6.76%	7.18%	9.51%	8.84%	11.21%	11.38%	13.53%	13.91%	16.53%	15.83%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	6.97%		9.17%		11.29%		13.72%		16.18%	



DMS =	1.95gr/cm ³
CHO =	11.30%



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
 TERRESTRES



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO/OBRA

ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE

BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA CUSCO, MAYO 2023

CALICATA	C-03
SUCS	CL
DOSIFICACION	0%

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA SUELO CEMENTO

MARCA DE CEMENTO	YURA
TIPO DE CEMENTO	IP
EDAD DE ENSAYO	7 DIAS

TIPO DE SUELO	CL	A-4 (0)
----------------------	----	---------

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE "MOLDES SUELO-CEMENTO"

N° de Briqueta	N° de Ensayo	Dosificacion de cemento usado	Diametro	Altura	Area de la seccion	Relacion (D/h)	Correccion Esbeltez	Edad (días)	Dial (kg)	RESISTENCIAS	
										Resist. de Probeta	
										(kg/cm ²)	Mpas
A	1	0%	2.80 Pulg	5.71 Pulg	6.16 Pulg ²	2.0	1.00	7 DIAS	199	5.01	0.49
B		0	2.80 Pulg	5.64 Pulg	6.16 Pulg ²	2.0	1.00	7 DIAS	188	4.73	0.46
C		0%	2.80 Pulg	5.70 Pulg	6.16 Pulg ²	2.0	1.00	7 DIAS	205	5.16	0.51



RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA PROMEDIO: 4.97 kg/cm²

ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

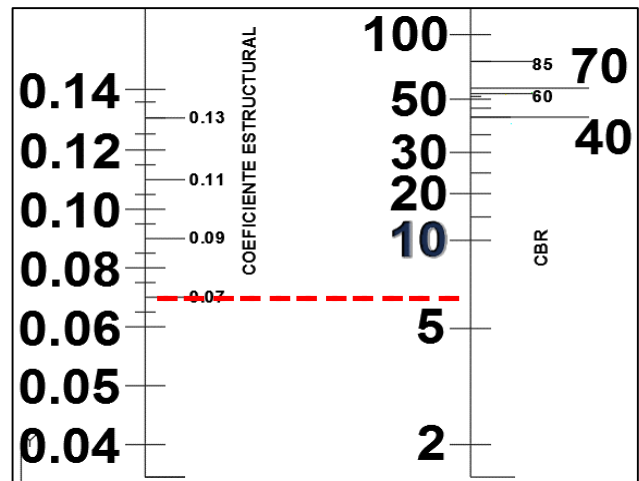
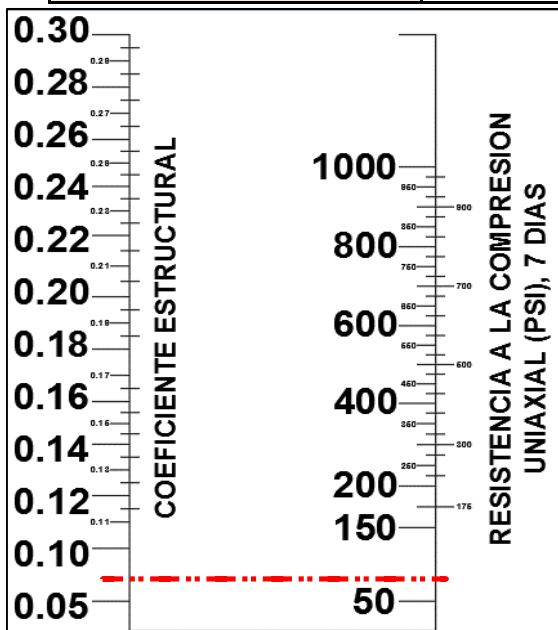
SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-03
SUCS	CL
DOSIFICACION	0%

CBR ESTIMADO A PARTIR DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL ()**

	kg/cm2	DOSIFICACIONES DE CEMENTO			PROMEDIO
		A	B	C	
RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL		5.01	4.73	5.16	
	PSI	71	67	73	71 PSI
COEFICIENTE ESTRUCTURAL		0.128	0.134	0.137	Graf. 1
CBR ESTIMADO		39%	46%	57%	Graf. 2



Graf. 2

Graf. 1

Categorías de Sub rasante	CBR
S0 : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Sub rasante insuficiente	De CBR : ≥ 3% A CBR < 6%
S2 : Sub rasante Regular	De CBR : ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Sub rasante Buena	De CBR : ≥ 10% A CBR < 20%
S4 : Sub rasante Muy Buena	De CBR : ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Sub rasante Excelente	CBR: ≥ 30%

CBR ESTIMADO	TIPO DE SUBRASANTE
6.8%	REGULAR

(**) Extraído de Paviment Analysis and Design [YANG H. HUANG]



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS
TERRESTRES



Tesis o proyecto: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

Solicitante: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE
 fecha: CUSCO, MAYO 2023
 Ubicación: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-03
SUCS	CL
DOSFIFICACION	0%

DETERMINACION DE LA EXPANSION DEL SUELO

ESTADO DE LA MUESTRA	1	2	3
DIAMETRO (cm)	5.05	5.08	5.01
AREA (cm ²)	20.03	20.27	19.71
ALTURA (cm)	2.51	2.53	2.50
VOLUMEN (cm ³)	50.27	51.28	49.28
PESO DEL ANILLO	35.66	35.66	35.66
PESO DEL ANILLO + SUELO HUMEDO	120.10	120.66	118.39
PESO DEL ANILLO + SUELO SECO	117.33	118.11	115.85
PESO EL AGUA	2.77	2.55	2.54
PESO DEL ESPECIMEN SOLIDO SECO	81.67	82.45	80.19
PESO DEL ESPECIMEN SOLIDO HUMEDO	84.44	85.00	82.73
DENSIDAD HUMEDA	1.68	1.66	1.68
DENSIDAD SECA	1.62	1.61	1.63
HUMEDAD	3.39%	3.09%	3.17%



N° DE MUESTRA	1			2			3		
	LECTURA DEL DIAL (pulg)	DEFORMACION (mm)	% DE EXPANSION	LECTURA DEL DIAL (pulg)	DEFORMACION (mm)	% DE EXPANSION	LECTURA DEL DIAL (pulg)	DEFORMACION (mm)	% DE EXPANSION
1	0.012	0.303897792	1.21 %	0.007	0.165762432	0.66 %	0.011	0.27627072	1.11 %
2	0.016	0.41440608	1.65 %	0.012	0.303897792	1.20 %	0.013	0.331524864	1.33 %
3	0.020	0.497287296	1.98 %	0.016	0.41440608	1.64 %	0.014	0.359151936	1.44 %
4	0.024	0.607795584	2.42 %	0.020	0.497287296	1.97 %	0.016	0.41440608	1.66 %
5	0.025	0.635422656	2.53 %	0.021	0.524914368	2.07 %	0.021	0.524914368	2.10 %
6	0.027	0.6906768	2.75 %	0.024	0.607795584	2.40 %	0.025	0.635422656	2.54 %
7	0.028	0.718303872	2.86 %	0.025	0.635422656	2.51 %	0.030	0.773558016	3.09 %
8	0.030	0.773558016	3.08 %	0.028	0.718303872	2.84 %	0.033	0.82881216	3.32 %
9	0.036	0.911693376	3.63 %	0.029	0.745930944	2.95 %	0.036	0.911693376	3.65 %
10	0.038	0.96694752	3.85 %	0.032	0.801185088	3.17 %	0.038	0.96694752	3.87 %
15	0.039	0.994574592	3.96 %	0.036	0.911693376	3.60 %	0.039	0.994574592	3.98 %
30	0.041	1.049828736	4.18 %	0.038	0.96694752	3.82 %	0.042	1.077455808	4.31 %
60	0.041	1.049828736	4.18 %	0.040	1.022201664	4.04 %	0.045	1.132709952	4.53 %
120	0.046	1.160337024	4.62 %	0.042	1.077455808	4.26 %	0.047	1.187964096	4.75 %
240	0.051	1.298472384	5.17 %	0.045	1.132709952	4.48 %	0.049	1.24321824	4.97 %
480	0.052	1.326099456	5.28 %	0.047	1.187964096	4.70 %	0.051	1.298472384	5.19 %
1440	0.054	1.3813536	5.50 %	0.049	1.24321824	4.91 %	0.052	1.326099456	5.30 %
4320	0.055	1.385807744	5.52 %	0.052	1.326099456	5.24 %	0.055	1.408980672	5.64 %

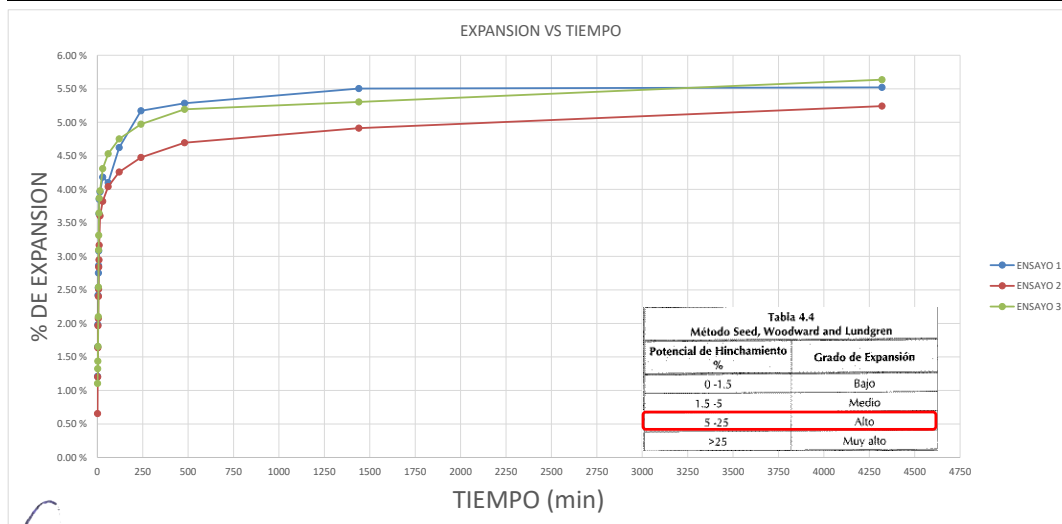


Tabla 4.4
 Método Seed, Woodward and Lundgren

Potencial de Hinchamiento %	Grado de Expansión
0 -1.5	Bajo
1.5 -5	Medio
5 -25	Alto
>25	Muy alto

POTENCIAL DE EXPANSION MAXIMO **5.64 %**



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP. 307704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VÍAS
 FERREAS

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

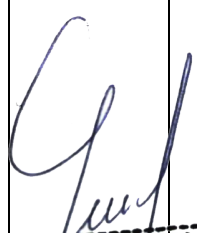

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

COORDENADAS UTM	
X	Y
111	222

CALICATA	C-03
SUCS	CL
UBICACIÓN	0.00%

COTA DE TERRENO NATURAL: 3302 m.s.n.m.
 COTA DE TERRENO SUBRASANTE: 3302 m.s.n.m.
 DESNIVEL: 0.00 m

Prof.	ESC	SUCS	FOTOGRAFIA	Simbologia SUCS	Descripcion SUCS	Observaciones
0.10 m		Pt			Turba y Suelos Altamente Organicos	MATERIAL ALTAMENTE ORGANICO, CON PRESENCIA DE RAICES DE PLANTAS, ESTE MATERIAL DEBERA SER REMOVIDO, ELIMINDADO Y POSTERIORMENTE RELLENADO CON UN NUEVO MATERIAL DE CANTERA (LASTRE). LO SEÑALADO DEPENDERA DEL NIVEL O COTA DE SUBRASANTE
0.20 m						
0.30 m						
0.40 m						
0.50 m						
0.60 m						
0.70 m						
0.80 m						
0.90 m		CL			Arcilla baja elasticidad	MATERIAL COHESIVO DE COLOR MARRON OSCURO CON PRESENCIA DE PEQUEÑAS LAMINACIONES DE ARENA DE COLOR GRIS OSCURO
1.00 m						
1.10 m						
1.20 m						
1.30 m						
1.40 m						
1.50 m						
1.60 m						
  ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN CIP. 307704 RESPONSABLE EN GEOLOGIA Y VIAS TERRESTRES						
NO SE DETECTO LA PRESENCIA DE NIVEL FREATICO HASTA LA PROFUNDIDAD DE INVESTIGACION						

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



Suelos

PROYECTO: ADICION DEL CEMENTO CADUCADO EN LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BACH. EDGAR MAMANI QUISPE

FECHA: CUSCO, MAYO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CUSCO-CUSCO

CAPA	SUBRASANTE
ALTITUD	3302 m.s.n.m.

N° DE CALIC	DOSIF.	RESISTENCIA A LA COMPRESION	CBR ESTIMADO	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO	DMS (gr/cm3)	COA (%)	Wnat%	% DE EXPANSION
C-03	0.00%	4.97kg/cm2	6.80%	0.00%	15.99%	84.01%	23.82	15.02	8.80	CL	A-4 (0)	1.95 gr/cm3	11.30%	6.54%	5.64%

N° DE CALIC	DOSIF.	TIPO DE SUBRASANTE
C-03	0.00%	REGULAR

Categorías de Sub rasante	CBR
S0 : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Sub rasante insuficiente	De CBR : ≥ 3% A CBR < 6%
S2 : Sub rasante Regular	De CBR : ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Sub rasante Buena	De CBR : ≥ 10% A CBR < 20%
S4 : Sub rasante Muy Buena	De CBR : ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Sub rasante Excelente	CBR : ≥ 30%



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP. 307704
RESPONSABLE EN GEOLOGIA Y VIAS TERRESTRES

ANEXO: GALERIA FOTOGRAFICA

DESARROLLO DE CALICATAS Y OBTENCION DE LA MUESTRA 01



DESARROLLO DE CALICATAS Y OBTENCION DE LA MUESTRA 02



DESARROLLO DE CALICATAS Y OBTENCION DE LA MUESTRA 03



DISPOSICION PARA MUESTREO DEL MATERIAL



DETERMINACION DEL PESO Y PORCIONAMIENTO



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD



DISEMINACION Y CUARTEO DEL MATERIAL



DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA



EMPASTADO DEL MATERIAL PARA PRUEBA DE CASAGRANDE



DETERMINACION DE CHO - DMS



COLOCACION DE LA MUESTRA EN EL MOLDE



COMPACTACION DE LA MUESTRA



DOSIFICACION DEL CEMENTO CADUCADO



MEZCLADO Y COLOCACION EN EL MOLDE



ENRASADO COMPACTADO EN EL MOLDE



DESMONTAJE DEL MOLDE – UNIAXIALASTM



DESMOLDE – UNIAXIALASTM



COLOCACION EN EL DISPOSITIVO DE COMPRESION UNIAXIAL



DETERMINACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL



LECTURA DE RESISTENCIA Y UESTRA DE EJEMPLARES



DETERM. DE LA RESISTENCIA A DIFERENTES DOSIFICACIONES





Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/03/27

Solicitante CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
E.I.R.L.

Dirección A.H. S. HERRERA MZ. Q LT. 8 - CUSCO CUSCO WANCHAQ

Instrumento de medición BALANZA

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 30000 g

**División de escala
Resolución** 1 g

**División de verificación
(e)** 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo R21PE30

N° de serie 8340110204

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2023/03/27

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus Instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este Instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 27 °C	Final: 27 °C
Humedad Relativa	Inicial: 81 %hr	Final: 81 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000.0	0.001	-0.001	30001.0	0.007	-0.004
2	15000.0	0.002	-0.004	30001.0	0.003	-0.006
3	15000.0	0.007	0.005	30000.0	0.004	-0.004
4	14999.0	0.001	0.001	29999.9	0.001	-0.009
5	15000.0	0.004	-0.007	30000.0	0.001	-0.004
6	15000.0	0.001	-0.005	30001.0	0.002	-0.003
7	15000.0	0.003	-0.003	30000.0	0.003	-0.009
8	15000.0	0.009	-0.001	29999.0	0.003	-0.001
9	15000.0	0.007	-0.002	29998.0	0.004	-0.001
10	15000.0	0.005	-0.003	30000.0	0.003	-0.001

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
15000	0	1
30000	0	5



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arayata Carnicero
METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	500	500	0.005	-0.001	10000	10000	0.006	-0.001	0.001
2		500	0.006	-0.004		10000	0.005	0.004	0.002
3		500	0.005	0.001		10000	0.003	0.001	0.001
4		499	0.007	0.003		10002	0.001	0.002	-0.001
5		499	0.009	-0.006		10001	0.002	-0.002	-0.002

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	0.010	0.001	0.001					
5	5	0.030	0.003	-0.002	5	0.008	-0.005	-0.002	0.1
10	10	0.020	-0.002	0.003	10	0.006	-0.001	0.003	0.1
50	50	0.002	-0.001	0.001	50	0.002	-0.005	0.001	0.1
100	100	0.090	0.004	0.004	100	0.004	0.006	0.008	0.1
500	500	0.010	0.011	-0.002	500	0.006	0.007	0.009	0.1
1000	1000	0.090	-0.005	0.008	1000	0.001	0.009	0.001	0.1
5000	5000	0.019	0.008	0.007	5000	0.007	0.001	-0.005	0.1
10000	10000	0.010	0.014	0.001	10000	0.017	-0.005	-0.001	0.1
20000	20000	0.060	0.004	0.011	20002	0.009	-0.001	0.012	0.8
30000	30000	0.070	0.008	0.009	30000	0.005	0.004	-0.002	0.8

Leyenda

I: Indicación de la balanza
E₀: Error en cero

ΔL: Carga Incrementada
E_c: Error corregido

E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_R = 2 \cdot \sqrt{0.25067 \text{ g}^2 + 0.000000006181 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 0.838813027 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza : (g)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/03/27

Solicitante CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
E.I.R.L.

Dirección A.H. S. HERRERA MZ. Q LT. 8 - CUSCO CUSCO
WANCHAQ

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de Indicación 5000g

División de escala Resolución 0,1 g

División de verificación (e) 0,1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante ELECTRONIC SCALE

Modelo NO INDICA

N° de serie 8542

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2023/03/27

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 27 °C Final: 27 °C
 Humedad Relativa Inicial: 81 %hr Final: 81 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2500 g			Carga L1= 5000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2500.0	0.02	-0.01	5000	0.04	-0.01
2	2500.0	0.01	-0.01	5000	0.01	-0.03
3	2500.0	0.01	0.02	5000	0.02	-0.07
4	2500.0	0.01	0.03	5000	0.01	-0.02
5	2500.0	0.01	-0.01	5000	0.05	-0.02
6	2500.0	0.02	-0.02	5000	0.06	0.01
7	2500.0	0.03	-0.04	5000	0.04	0.03
8	2500.0	0.04	0.02	5000	0.06	0.07
9	2500.0	0.05	0.01	5000	0.08	0.09
10	2500.0	0.03	0.01	5000	0.04	0.01

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
2500	0	1
5000	0	2



ARSOU GROUP S.A.C.
 Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
 METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10	10.0	0.01	-0.01	1000	1000.0	0.05	-0.02	0.01
2		10.0	0.01	-0.01		1000.1	0.01	-0.01	0.01
3		10.0	0.01	0.01		1000.0	0.06	-0.02	-0.02
4		10.0	0.03	0.01		1000.2	0.03	0.04	0.03
5		10.0	0.05	-0.02		1000.3	0.05	0.03	0.02

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0.5	0.5	0.05	-0.01						1
1	1.0	0.06	0.03	0.03	1.0	0.06	0.01	0.01	1
5	5.0	0.04	-0.02	0.02	5.0	0.05	-0.04	-0.04	1
10	10.0	0.03	0	0.04	10.0	0.05	-0.04	-0.03	1
100	100.0	0.05	0.01	0.01	100.0	0.05	-0.01	0.02	1
500	500.0	0.02	0.05	0.02	500.0	0.02	-0.01	0.01	1
1000	1000.1	0.01	0.06	0.02	1000.1	0.03	-0.02	0.01	1
2000	2000.0	0.05	0.05	0.03	2000.0	0.05	-0.1	-0.03	2
3000	2999.9	0.05	0.07	0.02	2999.9	0.01	-0.04	-0.04	2
5000	4999.9	0.09	0.06	0.04	4999.9	0.05	-0.11	-0.01	2
6000	6000.0	0.08	0.05	0.05	6000.0	0.04	-0.12	-0.08	2

Leyenda

I: Indicación de la balanza
E₀: Error en cero

ΔL: Carga Incrementada
E_c: Error corregido

E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_R = 2 \cdot \sqrt{0,00237 \text{ g}^2 + 0,0000000132351 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 7,926841380 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza: (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicio
METROLOGÍA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/03/27

Solicitante **CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL E.I.R.L.**

Dirección **A.H. S. HERRERA MZ. Q.LT. 8 - CUSCO CUSCO WANCHAQ**

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación **NO INDICA**

Intervalo de indicación **2000g**

División de escala **0,01 g**

Resolución **0,01 g**

División de verificación (e) **0,01 g**

Tipo de indicación **Digital**

Marca / Fabricante **ELECTRONIC SCALE**

Modelo **NO INIDICA**

N° de serie **8551**

Procedencia **NO INDICA**

Ubicación **Laboratorio de suelos**

Lugar de calibración **PRO. MATIAS MANZANILLA NRO. 905 ICA - ICA - ICA**

Fecha de calibración 2023/03/27

Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 27 °C	Final: 27 °C
Humedad Relativa	Inicial: 81 %hr	Final: 81 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 1000 g			Carga L1= 2000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1000.0	0.04	-0.09	2000.1	0.05	-0.1
2	1000.2	0.03	-0.1	2000.1	0.07	-0.03
3	1000.1	0.03	-0.05	2000.0	0.05	-0.07
4	1000.1	0.04	-0.09	2000.0	0.03	-0.1
5	1000.0	0.05	-0.04	2000.1	0.06	-0.1
6	1000.0	0.08	-0.04	2000.1	0.07	-0.1
7	1000.0	0.07	-0.09	2000.1	0.05	-0.12
8	1000.0	0.05	-0.05	2000.1	0.05	-0.1
9	1000.0	0.04	-0.08	2000.0	0.05	-0.11
10	1000.0	0.05	-0.1	2000.0	0.04	-0.1

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
1000	0	1
2000	0	2





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.04	-0.01	50	50	0.06	-0.01	0.01
2		1	0.06	-0.02		49	0.04	-0.01	0.01
3		1	0.04	-0.01		50	0.05	-0.02	-0.02
4		1	0.03	0.01		50	0.04	0.04	0.03
5		1	0.05	-0.02		50	0.04	0.03	0.02

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0.5	0.5	0.05	-0.01						
1.0	1.0	0.06	0.03	0.03	1.0	0.06	0.01	0.01	1
5.0	5.0	0.04	-0.02	0.02	5.0	0.05	-0.04	-0.04	1
10.0	10.0	0.03	-0.03	0.04	10.0	0.05	-0.04	-0.03	1
50.0	50.0	0.05	0.01	0.01	50.0	0.05	-0.01	0.02	1
100.0	100.0	0.04	0.07	0.02	100.0	0.04	-0.01	0.02	1
800.0	799.9	0.01	0.08	0.02	800.0	0.03	0	0.01	1
1000.0	1000.0	0.05	0.08	0.03	1000.0	0.05	-0.1	-0.07	2
1500.0	1500.0	0.07	0.09	0.02	1500.0	0.01	-0.04	-0.05	2
2000.0	2000.0	0.09	0.09	0.04	2000.0	0.05	-0.11	-0.04	2

Leyenda

I: Indicación de la balanza
E₀: Error en cero

ΔL: Carga Incrementada
E_c: Error corregido

E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición} \quad U_R = 2 \cdot \sqrt{0.00177 \text{ g}^2 + 0.000000078065 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida} \quad R_{\text{corregida}} = R + 6.605875868 \text{ R}$$

R: Indicación de lectura de balanza : (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"





Fecha de emisión 2023/03/27

Solicitante **CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL E.I.R.L.**

Dirección **A.H. S. HERRERA MZ. Q LT. 8 - CUSCO CUSCO WANCHAQ**

Instrumento de medición **DÍAL INDICADOR**

Identificación **NO INDICA**

Marca **INSIZE**

Modelo **NO INDICA**

Serie **3566**

Rango **1 in**

Sensibilidad **0.001 in**

Procedencia **ESTADOS UNIDOS**

Ubicación **Laboratorio de suelos**

Lugar de calibración **Laboratorio ARSOU GROUP S.A.C.**

Fecha de calibración 2023/03/27

Método/Procedimiento de calibración

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Azevalo Carnicé
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Ma C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	BLOQUES PATRONES	LLA-150-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 27 °c	Final: 27 °C
Humedad Relativa	Inicial: 81 %hr	Final: 81 %hr

Resultados

ALCANCE DL ERROR DE INDICACIÓN			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (in)	ERROR (in)
1.01	0.0398	0.0397	-0.0001
2.00	0.0787	0.0786	-0.0001
4.00	0.1575	0.1613	0.0038
5.00	0.1969	0.1978	0.0009
7.00	0.2756	0.2766	0.0010
10.00	0.3937	0.3941	0.0004
15.00	0.5906	0.5908	0.0002
17.00	0.6693	0.6699	0.0006
24.00	0.9449	0.9453	0.0004
25.00	0.9843	0.9861	0.0018

Error de indicación (in)	0.0012
Incertidumbre del error de Indicación (in)	0.0009

ERROR DE REPETIBILIDAD			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (in)	ERROR (in)
1.01	0.0398	0.0429	0.0031
		0.0431	0.0033
		0.0428	0.0030
		0.0427	0.0029
		0.0429	0.0031

Error de Indicación	0.0001
Incertidumbre del error de Indicación	0.0031



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La Incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
3. (*) Código Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la Indicación "CALIBRADO"



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/03/27

Solicitante CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
E.I.R.L.

Dirección A.H. S. HERRERA MZ. Q LT. 8 - CUSCO CUSCO
WANCHAQ

Instrumento de medición DISCO ESPACIADOR

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 105

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2023/03/27

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 27 °C	Final: 27 °C
Humedad Relativa	Inicial: 80 %hr	Final: 81 %hr

Resultados

TABLA N° 01

DIÁMETRO

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	149.93	150.8	+/- 0,8mm
N° 2	150.18	150.8	+/- 0,8mm

PROMEDIO	150.06	:	OK
----------	--------	---	----

TABLA N° 02

ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	61.39	61.4	+/- 0,2mm
N° 2	61.26	61.4	+/- 0,2mm

PROMEDIO	61.33	:	OK
----------	-------	---	----

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSO GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-100-2023

Página 1 de 1

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/03/27

Solicitante CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL E.I.R.L.

Dirección A.H. S. HERRERA MZ. Q LT. 8 - CUSCO CUSCO WANCHAQ

Instrumento de medición MOLDE CBR

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 202

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2023/03/27

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 27 °C	Final: 27 °C
Humedad Relativa	Inicial: 81 %hr	Final: 81 %hr

Resultados

TABLA N° 01

DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	152.34	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	152.42	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.51	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.46	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO 152.43 : OK

TABLA N° 02

ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.90	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.86	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	178.12	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	177.75	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO 177.91 : OK

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arvalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03
ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

150.66	149.86
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.26	150,0 +/- 0,8	OK

Peso (g)

2288.59	2291
---------	------

2289.8	2270 +/- 20	OK
--------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

150.42	149.91
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.17	150,0 +/- 0,8	OK

Peso (g)

2252.76	2252.79
---------	---------

2252.78	2270 +/- 20	OK
---------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

151.26	150.36
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.81	149,6 + 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis A. Gallo Carrizosa
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-101-2023

Página 1 de 1

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/03/27

Solicitante CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
E.I.R.L.

Dirección A.H. S. HERRERA MZ. Q LT. 8 - CUSCO CUSCO
WANCHAQ

Instrumento de medición MOLDE CBR

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 204

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2023/03/27

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Ayvalo Carnica
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-101-2023

Página 2 de 3

Arsoú Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 27 °C Final: 27 °C
Humedad Relativa Inicial: 81 %hr Final: 81 %hr

Resultados

TABLA N° 01

DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.98	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.86	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	151.97	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	151.95	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO 151.94 : OK

TABLA N° 02

ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.56	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.68	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	177.75	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	177.78	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO 177.69 : OK

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévato Carrillo
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03

ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

150.28	150.13
--------	--------

Peso (g)

2289.63	2290.0
---------	--------

Promedio Tolerancia Resultado

150.21	150,0 +/- 0,8	OK
--------	---------------	----

2289.83	2270 +/- 20	OK
---------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

149.76	150.86
--------	--------

Peso (g)

2252.7	2251.9
--------	--------

Promedio Tolerancia Resultado

150.31	150,0 +/- 0,8	OK
--------	---------------	----

2252.32	2270 +/- 20	OK
---------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

150.64	150.45
--------	--------

Promedio Tolerancia Resultado

150.55	149,6 + 1,6	OK
--------	-------------	----

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Araya Carnik
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-102-2023

Página 1 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/03/27

Solicitante CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
E.I.R.L.

Dirección A.H. S. HERRERA MZ. Q LT. 8 - CUSCO CUSCO
WANCHAQ

Instrumento de medición MOLDE CBR

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 203

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2023/03/27

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-102-2023

Página 2 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 27 °C Final: 27 °C
Humedad Relativa Inicial: 81 %hr Final: 81 %hr

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	152.46	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	152.75	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.48	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.63	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO 152.58 : OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.49	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.56	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	177.86	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	177.82	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO 177.68 : OK



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03
ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

151.23	150.03
--------	--------

Peso (g)

2289	2291
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.63	150,0 +/- 0,8	OK

2290	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

150.36	151.02
--------	--------

Peso (g)

2252.0	2252.89
--------	---------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.69	150,0 +/- 0,8	OK

2252.43	2270 +/- 20	OK
---------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

151.31	150.86
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
151.09	149,6 + 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/03/27

Solicitante CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
E.I.R.L.

Dirección A.H. S. HERRERA MZ. Q.LT. 8 - CUSCO CUSCO
WANCHAQ

Instrumento de medición PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA

Identificación NO INDICA

Marca Prensa ARSOU

Modelo PR401

Serie 22126

Celda de Carga ANYLOAD

Modelo 101NH-10KLB

Indicador ANYLOAD

Modelo DD-KC1

Serie 4921000080

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2023/03/27

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. J. J. [Signature] Cereceda
GEOLOGIA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga 100 t	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 27 °c	Final: 27 °C
Humedad Relativa	Inicial: 81 %hr	Final: 81 %hr

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE CELDA DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	500.6	499.5	0.13	-0.10	500.1	0.013	0.16
1000	1001.0	1000.6	0.10	0.06	1000.8	0.08	0.03
1500	1501.0	1501.3	0.07	0.09	1501.2	0.08	0.01
2000	2000.5	2000.2	0.03	0.01	2000.4	0.02	0.01
2500	2500.6	2500.7	0.02	0.03	2500.7	0.03	0.00
3000	3000.2	3000.4	0.01	0.01	3000.3	0.01	0.00
3500	3500.4	3501.2	0.01	0.04	3500.8	0.02	0.02
4000	4000.3	4001.0	0.01	0.03	4000.7	0.02	0.01

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

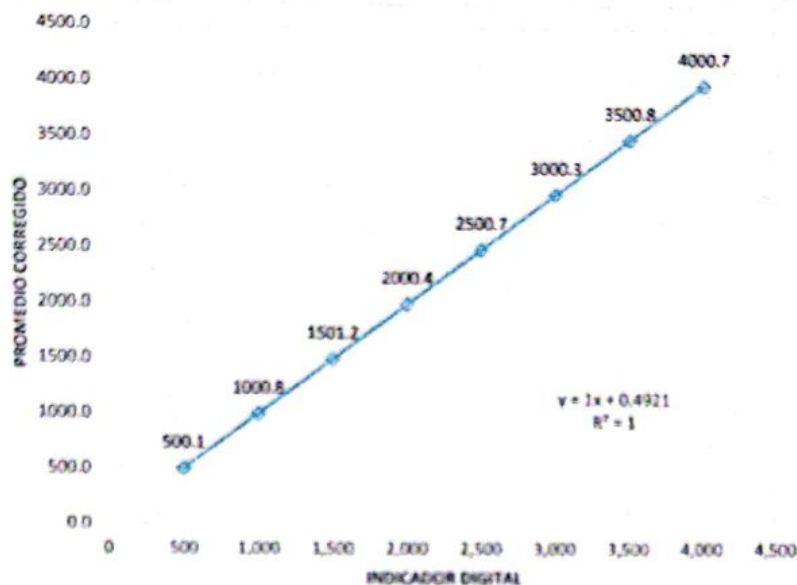
ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Wladimir Devoto Carrillo
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1x + 0,4921$

Coefficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 %
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico
METROLOGIA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/03/27

Solicitante **CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
E.I.R.L.**

Dirección **A.H. S. HERRERA MZ. Q.LT. 8 - CUSCO CUSCO WACHAQ**

Instrumento de medición **HORNO DE LABORATORIO**

Identificación **NO INDICA**

Marca **ARSOU**

Modelo **STHX-1A**

Serie **220953**

Cámara **76 Litros**

Ventilación **NATURAL**

Pirómetro **NO INDICA**

Modelo **NO INDICA**

Procedencia **CHINO**

Ubicación **Laboratorio de suelos**

Lugar de calibración **Laboratorio ARSOU GROUP S.A.C.**

Fecha de calibración 2023/03/27

Método/Procedimiento de calibración

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Alvarado Carrón
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con 12 sondas TIPO K	0478-LT-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 27 °C Final: 27 °C
Humedad Relativa Inicial: 81 %hr Final: 81 %hr

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	109.0	106.6	109.9	112.6	109.5	110.2	110.0	112.0	111.6	112.6	110.4	6.0
00:02	110	111.2	110.6	110.6	112.4	112.4	111.0	109.0	111.9	109.4	111.8	111.0	3.4
00:04	110	110.6	110.3	110.5	111.6	108.0	109.7	110.5	110.0	110.6	111.6	110.3	3.6
00:06	110	110.5	111.6	110.8	111.5	109.4	109.5	114.0	110.4	110.4	111.4	111.0	4.6
00:08	110	111.9	111.7	111.3	111.0	110.4	111.2	106.0	111.5	112.4	110.3	110.8	6.4
00:10	110	111.6	111.9	111.2	110.8	109.0	111.0	111.0	111.0	110.8	110.2	110.9	2.9
00:12	110	110.8	110.8	110.7	112.0	110.0	110.0	109.8	110.3	110.5	110.8	110.6	2.2
00:14	110	110.6	110.9	110.9	111.5	111.2	112.0	109.0	110.0	111.6	110.7	110.8	3.0
00:16	110	110.7	110.6	111.3	109.0	111.0	110.3	112.8	112.3	110.4	110.4	110.9	3.8
00:18	110	110.0	110.2	111.4	111.1	109.8	111.0	110.0	112.0	110.3	110.6	110.6	2.2
00:20	110	111.3	110.0	111.2	110.0	111.3	109.5	110.6	112.1	109.5	111.3	110.7	2.6
00:22	110	111.1	110.3	111.6	112.0	111.4	108.4	111.8	110.1	109.8	111.2	110.8	3.6
00:24	110	110.6	111.8	110.9	107.0	110.2	110.2	111.7	109.9	109.7	110.6	110.3	4.8
00:26	110	110.7	111.8	110.8	108.0	110.4	111.0	109.8	112.0	111.6	111.4	110.8	4.0
00:28	110	110.4	111.7	110.9	111.0	109.4	111.4	109.5	111.3	110.5	110.6	110.7	2.3
00:30	110	110.6	110.6	109.8	106.0	111.6	112.3	110.6	109.8	111.3	110.3	110.3	6.3
00:32	110	111.6	110.8	109.4	111.0	109.4	110.0	110.7	110.0	111.4	111.6	110.6	2.2
00:34	110	111.8	111.7	109.8	110.5	109.7	109.3	112.4	110.7	110.4	111.5	110.8	3.1
00:36	110	111.6	111.8	108.6	110.4	110.0	109.7	112.4	109.8	110.7	110.3	110.5	3.8
00:38	110	111.3	111.7	108.7	110.6	112.4	112.3	111.6	110.6	110.6	109.8	111.0	3.7
00:40	110	110.2	110.6	110.3	111.6	112.1	111.2	111.8	109.5	111.8	109.6	110.9	2.6
00:42	110	110.6	111.8	110.3	110.8	109.7	111.5	109.8	111.1	109.8	110.3	110.6	2.1
00:44	110	110.8	112.0	111.7	113.0	111.4	112.3	109.6	111.4	109.4	110.3	111.2	3.6
00:46	110	110.3	111.4	112.6	107.0	111.0	111.7	112.5	110.7	112.4	113.0	111.3	6.0
00:48	110	110.2	111.6	111.5	106.0	109.8	109.6	111.3	109.8	112.1	109.8	110.2	6.1
00:50	110	110.4	111.8	111.7	111.0	112.1	110.8	110.5	111.0	111.4	110.3	111.1	1.8
T. PROM.	110	110.8	111.0	110.7	110.4	110.5	110.7	110.7	110.8	110.8	110.9	110.7	
T. MAX.	110	111.9	112.0	112.6	113.0	112.4	112.3	114.0	112.3	112.4	113.0		
T. MIN.	110	109.0	106.6	108.6	106.0	108.0	108.4	106.0	109.5	109.4	109.6		

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmx Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

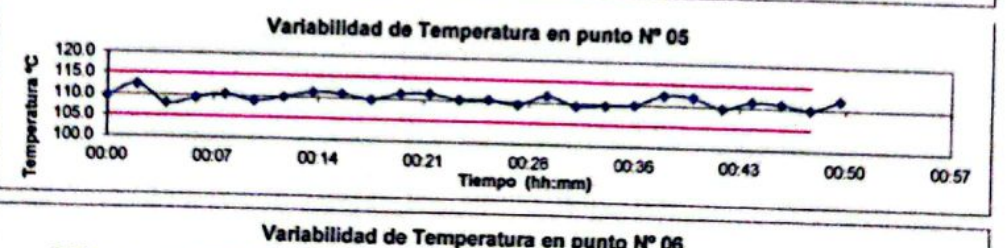
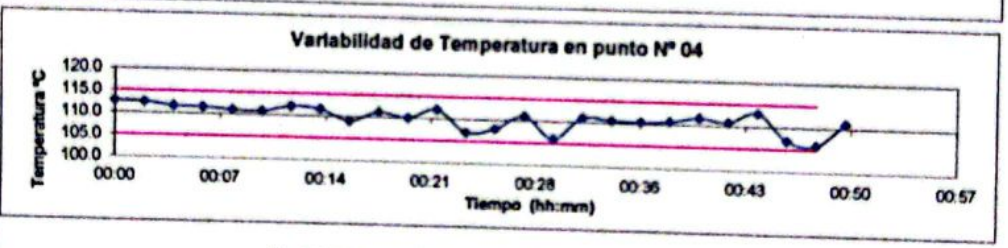
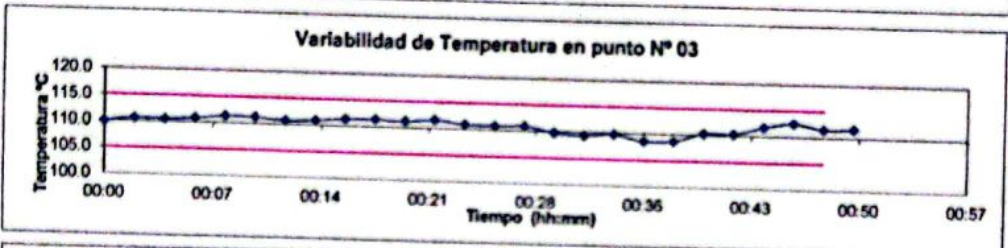
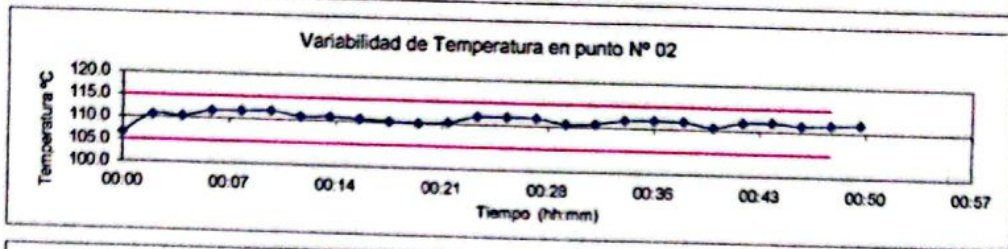
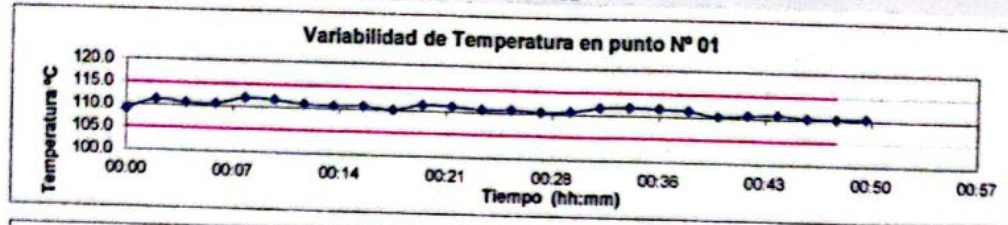


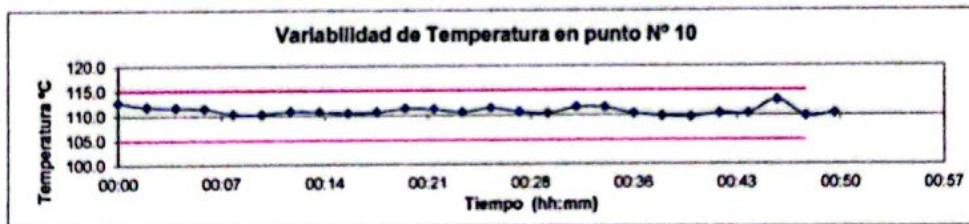
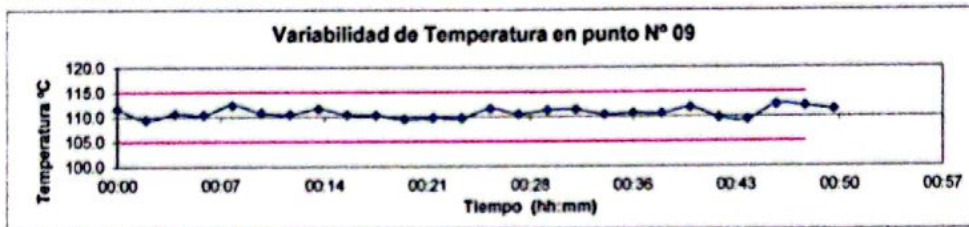
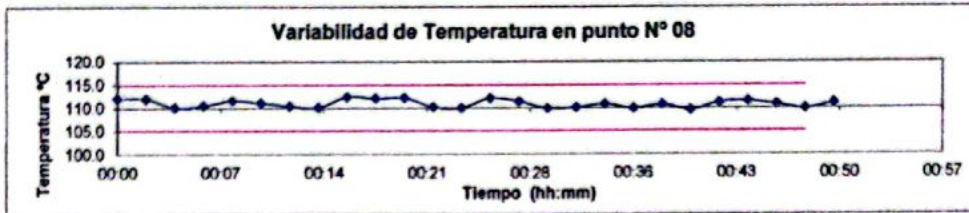
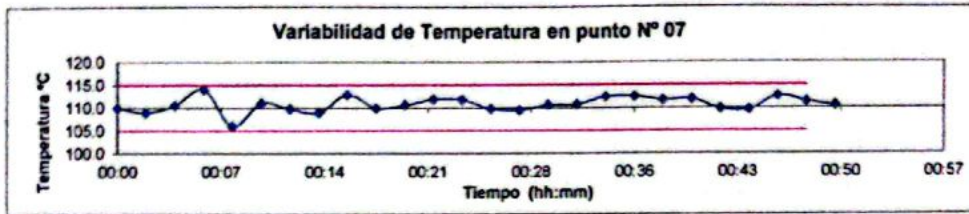
ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Humberto Arévalo García
METROLOGÍA

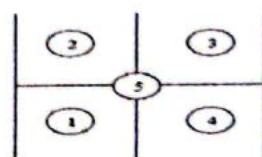


GRÁFICO

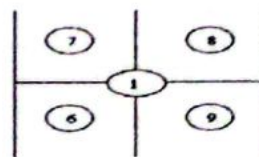




DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR

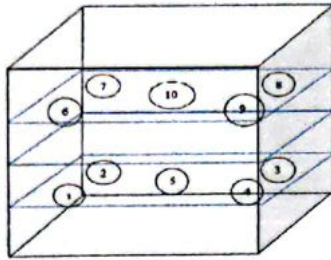


NIVEL INFERIOR





GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arcevalo Carrión
METROLOGÍA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, 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: "Adición del cemento caducado en la subrasante de un suelo arcilloso para mejorar sus propiedades mecánicas Cusco 2023", cuyo autor es MAMANI QUISPE EDGAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 10.00%, 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, 08 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE DNI: 07239759 ORCID: 0000-0002-0684-5114	Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 22-07-2023 22:30:59

Código documento Trilce: TRI - 0578706