



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de suelo con Cloruro de Sodio NaCl y CAL para mejorar
sus propiedades físico-mecánicas, Lima – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Quispe Mamani, Luis Miguel ([orcid.org/ 0000-0002-6604-1994](https://orcid.org/0000-0002-6604-1994))

Roldan Perez, Hebert Tomas ([orcid.org/ 0000-0002-6177-6174](https://orcid.org/0000-0002-6177-6174))

ASESOR:

Mg. Segura Terrones, Luis Alberto ([orcid.org/ 0000-0002-9320-0540](https://orcid.org/0000-0002-9320-0540))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia a mi hijo Sebastián por ser el soporte emocional para mi crecimiento profesional

Hebert Tomas Roldán Pérez

Dedico este trabajo a mi familia, esposa e hijos que son el motivo de mi esfuerzo constante.

Luis Miguel Quispe Mamani

Agradecimiento

Agradezco de ante mano a dios por darme la vida, a mi familia por su apoyo constante, por sus enseñanzas. A todos mis docentes que fueron participes de mi formación en la carrera universitaria por sus enseñanzas, tiempo, paciencia y sus experiencias compartidas.

Hebert Tomas Roldan Perez

Agradezco a Dios por protegerme ydarme fuerzas, por guiarme durante todo este camino para poder alcanzar unas de mis metas. A mi familia y en especial a mi esposa y mis hijos por ser el impulsor y motivo para conseguir mis objetivos.

Luis Miguel Quispe Mamani

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	23
3.2. Variables y operacionalización.....	24
3.3. Población, muestra y muestreo.....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	26
3.5. Procedimientos.....	26
3.6. Métodos de análisis de datos.....	27
3.7. Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS.....	52

Índice de tablas

Tabla 1 Análisis granulométrico de suelos por tamizado.....	29
Tabla 2 Ensayo de Proctor Modificado y CBR.....	31
Tabla 3 Compresión no confinada en muestras de suelos. ...	33

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Estabilización de suelo con Cloruro de Sodio (NaCl) y Cal para mejorar sus propiedades físico-mecánicas, Lima – 2022” tiene como objetivo mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de baja resistencia adicionarle el cloruro de sodio y cal en diferentes dosificaciones por medio de los ensayos de laboratorio evaluar cuál es la dosificación efectiva que cumpla con el porcentaje de CBR indicado de acuerdo a la clasificación de la vía según la norma.

Proponiendo soluciones y ampliando el estudio en técnicas de estabilización química para fines del diseño, aplicando una metodología de método científico del tipo aplicado, del nivel explicativo y diseño experimental. Los resultados obtenidos de los diseños ensayados de cloruro de sodio (NaCl) y cal tomando los resultados con mayor incremento significativo entre los diferentes % de dosificaciones aplicadas con la muestra patrón, identificando los valores más significativos de cada material, con el porcentaje adicionado se lleva a ensayo. Se concluye la solución técnica más apropiada son mediante la estabilización de cal y cloruro de sodio 1.75% de Cal + 6% de NaCl, obteniendo un valor de CBR de 46% óptimo para ser utilizada en base de la vía. La investigación muestra como conclusión de acuerdo a los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras (MTC), y a los ensayos realizados con la incorporación de cal y cloruro de sodio (NaCl) tiene un incremento significativamente sobre la capacidad de soporte de la base.

Palabras clave: Estabilización, capacidad de soporte, diseño, base

Abstract

The present research work entitled "Stabilization of soil with sodium chloride (NaCl) and lime to improve its physical-mechanical properties, Lima - 2022". aims to improve the physical and mechanical properties of low strength soils by adding sodium chloride and lime in different dosages through laboratory tests to evaluate which is the effective dosage that meets the % CBR indicated according to the classification of the road according to the standard.

Proposing solutions and extending the study in chemical stabilization techniques for design purposes, applying a methodology of scientific method of the applied type, of the explanatory level and experimental design. The results obtained from the obtained from the tested designs of sodium chloride (NaCl) and lime taking the results with greater significant increase between the different % of dosages applied with the standard sample, identifying the most significant values of each material, with the % added is taken to test.it is concluded the most appropriate technical solution are through the stabilization of lime and sodium chloride 1.75% of lime + 6% of NaCl, obtaining a CBR value of 46% optimal to be used in the base of the road. The research shows as conclusion according to the parameters established by the Highway Manual (MTC), and the tests carried out with the incorporation of lime and sodium chloride (NaCl) has a significant increase on the bearing capacity of the bases.

Keywords: Stabilization, bearing capacity, design, base

I. INTRODUCCIÓN

En los procesos de desarrollo y de toma de decisiones para la generación y retroalimentación, especialmente en obras de ingeniería, se necesita un estudio que permita conocer las propiedades físicas, sólidas del suelo (Yanqui, 2021, p.16).

Actualmente, Lima presenta un suelo eólico arenoso que requiere métodos de estabilización que optimicen el comportamiento del suelo. La estabilización se da cuando se cambian las características que existen en el suelo usando algunas características, que cuando se mezcla en el suelo, genera cambio en las características, (Larrea y Rivas, 2019, p.16).

Por lo tanto, para asegurar el buen funcionamiento del pavimento se busca estabilizar el suelo usando un material económico que no dañe al medio ambiente (López y Ortiz, 2018, p. 22), con el propósito de disminuir el grado de plasticidad y mayor capacidad de soporte y estabilidad de volumen.

Esto conlleva a que los expertos del área de ingeniería busquen alternativas, tomando en cuenta las cualidades y características que posea el suelo, lo cual busca tener una mayor durabilidad del mismo. Dichos materiales deben tener como finalidad aumentar las características físicas y mecánicas del suelo, así sea base, sub base o subrasante del suelo.

A nivel mundial, los suelos expansivos, es decir, aquellas que aumentan su volumen ante la presencia de agua representan un gran problema en la infraestructura de edificaciones. Generalmente esta dificultad se presenta generalmente por la falta de información hacia la existencia de este tipo de suelos. (Naga, et al, 2022, p.1).

La durabilidad de un proyecto de construcción dependerá estrechamente de los suelos subyacentes en los que se encuentre, puesto que si estos inestables podrían crear grandes daños en el pavimento y las estructuras, es por ello, que durante décadas se ha buscado aumentar la calidad y estabilización de los mismos, (Binti, et al, 2019, p.1).

Muchos de los países presentan altos costos en las obras viales por la dificultad de las condiciones del suelo. Por tanto, tienen la necesidad de buscar técnicas y alternativas para estabilizar y reducir gastos en los proyectos, como lo son el empleo de materiales alternativos, (Hayder, et al, 2019, p.1).

En Latinoamérica generalmente se utilizan agentes estabilizadores como el

Cloruro de sodio (NaCl) y cal, ya que los mismos alcanzan mejoras significativas en la compactación, soporte y permeabilidad de los suelos. De acuerdo a un estudio se comprobó que el agente estabilizador Cloruro de Sodio (NaCl) logró una disminución de la plasticidad por la cantidad de dosificación empleada y a su vez baja resistencia, (Harpinder et al, 2020, p.1). Para (Rivera et. al, 2020, p.49), la cal es uno de los materiales más empleados para la estabilización de suelos. Se puede utilizar de diversas formas según el tipo de aplicación, cal viva como desecante para suelos muy húmedos; cal hidratada y lechada de cal para estabilizar la arcilla de grano fino. Cuando se aplica cal a la arcilla, las partículas de cal pierden inmediatamente su cohesión, transformando el suelo plástico en un terreno más granular.

Para (Noriega et. al, 2022, p.12), en terrenos contaminados por derrames de petróleo o sus derivados, se pueden estabilizar con una mezcla tradicional de cal y cemento. El uso de este químico (cal) como estabilizante es ideal para mejorar taludes y sustratos, y es más ecológico que el cemento. Se ha encontrado que el uso de cal puede mejorar la compactación del suelo hasta en un 60%, aumentar significativamente la cohesión del suelo y mejorar ligeramente el ángulo de fricción. Se encontró que el cloruro de sodio (NaCl) no contribuyó a esto ya que no mejoró la resistencia a la compresión y al rodamiento.

Para (Ghavami et. al, 2020, p. 699) el objetivo principal fue investigar el efecto del cloruro de sodio en las propiedades geotécnicas de la arcilla caolinita que se trató con polvo de horno de cemento. Los resultados obtenidos se pueden resumir en que a adición de cloruro de sodio (NaCl) disminuyó el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad de la mezcla. Con el aumento del contenido de sal, cloruro de sodio (NaCl), la densidad seca máxima y óptimo contenido de humedad aumentó y disminuyó, respectivamente, causado por la orientación de partículas de arcilla en presencia de cloruro de sodio (NaCl). La adición de cloruro de sodio (NaCl) hizo que aumentara la resistencia a la compresión no confinada de las muestras de mezcla.

Según (Hossan et. al. 2020, p. 4473), en su artículo indica que la gran fracción arcillosa del suelo estudiado, que contenía cantidad considerable del mineral de arcilla motmorillonita altamente expandible, fue probablemente responsable de la alta plasticidad e hinchamiento del suelo. Los resultados de la prueba mostraron

que el tratamiento con cloruro de sodio (NaCl) redujo la capacidad de retención de agua del suelo a corto plazo. El hinchamiento libre de suelo fue significativamente disminuido (Reducciones del 76 % y 68 %) usando cloruro de sodio (NaCl) al 10 % después de 1 día y 1 h de curado, respectivamente. Además, se observaron reducciones considerables (54 % y 39 %) en el LL alcanzado bajo las condiciones de tratamiento antes mencionadas. La mejora lograda en la hinchazón del suelo y LL después de solo 1 h de curado indicó que la reacción de intercambio de Na⁺ fue inmediato.

Para (Shaoyang, 2021, p. 1) se concluye a partir de las pruebas de hinchamiento libre y las pruebas de relación de hinchamiento sin carga que la adición de CaCl₂ y Na₂CO₃ puede disminuir profundamente el potencial de expansión del suelo. La reducción en los parámetros de expansión se atribuye principalmente a las fuertes reacciones a corto plazo entre la arcilla y los estabilizadores. Además, la precipitación de cementación formada puede disminuir la capacidad de adsorción de agua de la superficie de la arcilla y, en consecuencia, reducir el potencial de expansión. Los resultados de las pruebas de compresión no confinada y las pruebas de resistencia al corte directo indicaron que la adición de CaCl₂ y Na₂CO₃ tiene un efecto importante en el comportamiento geotécnico de los suelos expansivos.

Al añadir al suelo Cloruro de Sodio (NaCl), se obtiene un estabilizante adecuado y de bajo costo, con este, se aumenta la densidad seca máxima y se disminuye la humedad óptima, lo que significa resultados propicios en la prueba CBR, (Cock y Gonzalo, 2020, p.9).

Por ello, se han realizado otros casos experimentales en el país que demostraron que el uso de este compuesto orgánico estabiliza el terreno superficial aumentando su resistencia en 64,52% debido a sus propiedades de tamaño del grado, sales solubles totales y su humedad, (Chavarry, et al, 2020, p.41).

Por lo antes mencionado, se hace necesario desarrollar más estudios experimentales, los cuales realicen ensayos con materiales como el cloruro de sodio (NaCl) y cal, debido que son escasos con ambos elementos. Por tal motivo, es de gran relevancia realizar ensayos experimentales con estos materiales para obtener mejores estabilizadores para el suelo y de esta manera mejorar las infraestructuras viales y puedan tener mayor durabilidad.

Cabe mencionar que, que el cloruro de sodio (NaCl) tiene un costo más bajo, en comparación con otros materiales empleados para la estabilización de los suelos, por esta causa, es que se decide aplicar este material y de esta forma disminuir el costo de la construcción de obras viales. Además, de realizar pruebas de laboratorio para proporcionar datos, que reflejen el comportamiento resultante de los suelos con este elemento.

A nivel local, en el distrito de San Bartolo, específicamente en el tramo de vía de ingreso av. Los Huertos que da ingreso a Lima Bonita Techo Propio, la asociación Los Huertos de San Bartolo, el cual posee un clima de 24.6 °C y su humedad relativa promedia de un 80 % en direcciones predominantes a los vientos de sur a suroeste estando a 30 M.S.N.M., donde actualmente cuenta con una carretera de trocha y requiere de una estabilización de suelo, ya que es una vía de ingreso principal.

El presente tramo está conformado por vías de acceso sin pavimentar y el suelo se encuentra en condiciones inadecuadas, debido a esto, se producen gastos excesivos en la operatividad de los vehículos que transitan en estas vías. Por tanto, el distrito tiene la necesidad de desarrollar una efectiva solución y garantizar su mejoramiento físico y mecánicas de las propiedades del terreno, la cual sirva para estabilizar la misma utilizando recursos alternativos tales como el cloruro de sodio (NaCl) y cal.

Por ello, nace la presente investigación que busca realizar ensayos experimentales para presentar los resultados de estos materiales aplicados a una muestra determinada con diferentes dosificaciones y conocer la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

El **problema general** es: ¿De qué manera el cloruro de sodio (NaCl) y la cal mejora las propiedades físico- mecánicas de la estabilización del suelo, Lima - 2022?; y los problemas específicos son: (1) ¿De qué manera el cloruro de sodio (NaCl) y la cal mejora las propiedades físicas de la estabilización del suelo, Lima - 2022?; (2) ¿De qué manera el cloruro de sodio (NaCl) y la cal mejora las propiedades mecánicas de la estabilización del suelo, Lima - 2022?

La **justificación** de la investigación radica en la estabilización de suelos una de las herramientas o métodos químicos más implementados es el cloruro de sodio

(NaCl), en vista de que mejora el límite de consistencia, por ende, también el comportamiento plástico del suelo estabilizado, y aumenta la resistencia del mismo. Además, la cal disminuye la evaporización del agua, incrementa la tensión superficial, mejora la cohesión y a su vez aumenta la capacidad portante del suelo. Por tanto, disminuye permeabilidad y también las posibilidades de deformaciones o destrucciones en el suelo.

La **justificación teórica** se fundamenta a partir de la perspectiva teórica en base a la revisión de literatura de papers en inglés y español que brindan un mejor sustento científico para las variantes del presente estudio y sus magnitudes. En cuanto a la **justificación metodológica** el presente estudio aporta instrumentos confiables de recopilación de datos que se emplearán a la muestra de estudio, los cuales podrán servir para otros estudios experimentales.

Asimismo, la **justificación práctica** radica en la presentación de resultados obtenidos por los ensayos a los 7, 14 y 28 días, donde se evidenciará cuales dosificaciones mejoran las propiedades físico-mecánicas del suelo. Asimismo, este estudio, se estarán comparando los dos métodos de estabilización del suelo con cloruro de sodio (NaCl) y cal a través de ensayos experimentales en el laboratorio, lo cual se obtendrá resultados que determina que dosificaciones de los elementos logra mejorar sus características físicas y mecánicas de los suelos.

El **objetivo general** es: Determinar de qué manera el cloruro de sodio (NaCl) y la cal mejora las propiedades físico-mecánicas de la estabilización del suelo, Lima-2022; y los objetivos específicos son: (1) Determinar de qué manera el cloruro de sodio (NaCl) y la cal mejora las propiedades físicas de la estabilización del suelo, Lima-2022; (2) Determinar de qué manera el cloruro de sodio (NaCl) y la cal mejora las propiedades mecánicas de la estabilización del suelo, Lima-2022.

La **hipótesis general** es: Las dosificaciones de cloruro de sodio (NaCl) y la cal mejoran las propiedades físico-mecánicas de la estabilización del suelo, Lima - 2022; y las **hipótesis específicas** son: (1) Las dosificaciones de cloruro de sodio NaCl y la cal mejoran las propiedades físicas de la estabilización del suelo, Lima - 2022; (2) Las dosificaciones de cloruro de sodio (NaCl) y la cal mejoran las propiedades mecánicas de la estabilización del suelo, Lima - 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En los trabajos previos, se cuenta con las siguientes investigaciones a nivel internacional: (Larrea y Rivas, 2019, p. 104) analizaron la estabilidad de los suelos arcillosos con un rango de baja plasticidad (límite líquido e índice de plasticidad), el mejor estabilizador es el cloruro de sodio, a pesar de que el cloruro de calcio también reduce la ductilidad del suelo, los suelos estabilizados pierden propiedades de resistencia, y esto se refleja en el porcentaje del CBR y el hinchamiento. Porque la arena se comporta de manera similar al cloruro de calcio, usando el 15% no corresponde a lo requerido en el MTOP (Ministerio de Transportes y Obras Públicas), pero con solo 20% se puede reducir a casi el límite permisible. Una alternativa poco práctica es aumentar las dosis de estos agentes ya que el uso de una mayor proporción de arena cambia completamente el suelo, y por otro lado con el cloruro de calcio, como se mencionó anteriormente, afectando los parámetros de resistencia. Una de las innovaciones del cloruro de sodio es retener la humedad seca. Con Cloruro de Calcio, estos resultados siguen siendo similares al suelo estándar, por lo que su aplicación no tiene ninguna reacción de cambio.

Según (Quispe, et al, 2020, p.44), determinó que aumentando cloruro de sodio en 4%, 8% y 12% aumenta las propiedades mecánicas, aumenta la dureza del suelo y aumenta el valor del (CBR) hasta 12,5% en el proceso de cobre. Se encontró que aumentar el cloruro de sodio en la proporción especificada mejoró las cualidades físicas, redujo el índice de flexibilidad al agregar cloruro de sodio en proporciones más altas y obtuvo el índice de plasticidad del terreno superficial inicial en un 11,00 % sin agregar cloruro de sodio. Dentro de las pruebas realizadas se constató que la cantidad adecuada de cloruro de sodio mejoraría la capacidad del suelo, y se comprobó la hipótesis planteada en este estudio. En base a la variación del porcentaje de adición de cloruro de sodio, se apreció mucho en los resultados que contribuyeron a la mejora de todas las propiedades del suelo estudiado. Durante las pruebas se observó que el suelo era estable al cloruro de sodio, y cuanto mayor era la relación de curado, mayor era su trabajabilidad y rápida compactación.

Para (Dure, et al., 2018, p.1), se evaluaron el efecto dispersivo, estabilizados con la cal y con fibras de polipropileno en ámbitos de solidez y durabilidad. Los resultados mostraron que los ensayos de resistencia y los ensayos de durabilidad por mojado seco y cepillado fueron ejecutados utilizando las fibras constantes

en 4% en cuerpos de prueba con pesos específicos y aparentes secos de 17 kN/m³, 18 kN/m³ y 19 kN/m³, porcentajes de cal de 5%, 8%, 11% y tiempos de curado de 7 días y 28 días. También busca simular temperaturas extremas de la extracción de suelos. Los cuerpos de prueba de elemento cal, en el curado, fueron sometidos a temperaturas hasta de 40°C y temperaturas normalizadas. La adición de fibras de polipropileno mostro resistencia elevada a compresión simple, elevadores también la ductilidad del geo material. En términos de durabilidad, la adición de fibras no demostró ningún tipo de mejoras significativas. En otras palabras. La temperatura del curado mejoro la fortaleza del geo material, sin embargo, fue significativa en la durabilidad. Para concluir, Se demostró que la resistencia y la durabilidad de los suelos comentados son dependientes de una relación de vacíos de cal ante las temperaturas normalizadas y extremas usadas durante el curado. Además, se descubrieron relaciones entre la durabilidad, la resistencia y la relación de vacíos en elementos cementantes.

Por otra parte, (Silvestre, 2018, p.7), Mediante los análisis en laboratorio del suelo natural del lugar de estudio, no cumple con las condiciones para ser utilizada como capa subrasante debido a su alto hinchamiento y contenido de arcilla plástica, también a su reducido porcentaje de CBR. Con las muestras de suelos estabilizados con cal hidratada al 3, 5, y 7%, se lograron incrementar determinantemente las propiedades físicas y mecánicas en comparación sobre las propiedades del suelo natural. El suelo natural modificado con agua de mar no alcanzó los valores esperados, por lo cual se descartó esta alternativa de estabilización y solo quedó evaluar los resultados de mejoramiento con cal hidratada. Con los resultados obtenidos de las muestras de estudio se hizo un análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas modificadas, concluyendo que la opción más óptima es la adición de cal al 7% en peso seco.

Según (Emarah y Seleem, 2017, p.2364) realizaron un estudio comparativo sobre el efecto y comportamiento del suelo tratado con cal mezclado con agua de mar en lugar de agua potable. Los resultados mostraron que, la mezcla de cal con agua de mar para la estabilización del suelo no influye negativamente en el proceso de su compactación, en cambio que, esta combinación de cal y agua de mar aumenta y da una mayor resistencia a la compresión no confinada tuvo un incremento de 108.7% comparado con el uso de agua potable, la cual tuvo un

incremento de un 43,5% con respecto al suelo tratado con cal. La cantidad de plasticidad (P.I) disminuyó en un 59% utilizando la mezcla de agua potable y la aplicación de cal en suelo, pero con la combinación y aplicación con agua de mar y cal se logró una disminución considerable de un 67%. Concluyó que, el tratamiento que se le da al suelo combinando el agua de mar con cal es la mejor manera de minimizar los costos, y así mismo ahorrarse gastos de transporte y esto evitará y reducirá el movimiento de la cantidad vehículos alrededor o cerca del proyecto, además de esto las maquinas tendrán un fácil y libre movimiento en la obra. Por otra parte, debe hacerse una evaluación precisa en la cantidad óptimo de cal (O.L.C) al utilizar en la mezcla con agua de mar para el procedimiento de estabilización del suelo. De ahí, la importancia del análisis y evaluación para determinar la diferencia de la cantidad de cal (O.L.C) y su efecto cuando se utiliza para la mezcla el agua de mar y cuando se utiliza para la mezcla se maneja el agua potable.

Mientras que las investigaciones a *nivel nacional* se tienen los siguientes: (Ávila, 2021, p.3) realizó un análisis y evaluación de la subrasante aplicando procedimiento en estabilización con cal y con cloruro de calcio, teniendo como resultados favorables en ambos métodos. Según la muestra de suelo de tipo (A- 1-b) se observa un incremento del CBR cuando se adiciona la cal, pero mayor es el incremento cuando se adiciona el cloruro de calcio, la muestra patrón tiene un CBR de 27.40% para el 100% en una penetración de 2"; cuando se adiciono la cal se obtuvo como resultado un CBR de 47.70% y cuando se adiciono el cloruro de calcio se obtuvo un CBR de 49.80%, esto significa un incremento del 74.09% con la cal y un aumento del 81.75% con el cloruro de calcio . Donde para la muestra tipo de suelo (A-4) tenemos en la muestra patron un CBR de 10.81% para el 100% en una penetración de 2"; cuando se incorporó la cal se obtuvo como resultado un CBR de 31.24% y cuando se adiciono el cloruro de calcio se obtuvo un CBR de 40.80%.donde se visualiza un incremento del 189.00% con la cal y un aumento del 277.44% con el cloruro de calcio .

Para (Velásquez, 2021, p. 56), determino mediante análisis los mecanismos que van a interferir en el funcionamiento de los pavimentos que se encuentran en la carretera Titicaca - Santa Rosa. Se obtuvo que se corrigió la estabilidad de la carretera del suelo natural en 1% de Cal + 3% de cloruro de sodio, el cual alcanzó

un CBR de 16.00%. Además, se adquirió de la variación de CBR de la subrasante en función a la humedad estabilizada con Cal y NaCl, la incorporación de 1% de Cal + 3% de NaCl una humedad de 14.30% y CBR de 16%, añadiendo 5% de Cal + 8% de NaCl se alcanzó una humedad de 16.70% y CBR de 33%. Así mismo, se sugiere que las cargas y deficiencias constructivas en la subrasante son causantes del mecanismo de falla por ahuellamiento y la solución técnica ideal es a través de la estabilización de cal y cloruro de sodio 1% de cal + 3% de cloruro de sodio (NaCl), adquiriendo un CBR de 16%. Se concluyó que, para el diseño de pavimento afirmado, una estabilización con 1% de cal + 3% de cloruro de Sodio para adquirir un CBR de 16% es el adecuado, cuya obtención será de un espesor afirmado de 15 cm, mientras se considera que llevar a cabo la dosis en otros tipos de suelos para el estudio superficial de los mecanismos de falla para efectuar los métodos ASTM D 6433 - 03, para establecer las fallas que posiblemente existan en el afirmado añadiendo que la solución técnica ideal es a través de la estabilización de cal y cloruro de sodio (NaCl) para un suelo arcilloso en el cual el afirmado indica un bajo volumen de tránsito.

Según (Mayo y Morales, 2019, p.102), determinaron la influencia del aditivo óxido de calcio en comparación al cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante en suelos arcillosos. Los resultados mostraron que, se obtuvo un porcentaje óptimo del 4% por parte del cloruro de sodio, el mejor en comparación a los demás, por parte del aditivo estabilizante con óxido de calcio con un 8%, presentó un mejor comportamiento comparado al óptimo, el calcio reveló el cumplimiento con la mayoría de las normas establecidas, aunado a eso, el cloruro de sodio como estabilizante natural de suelos arcillosos mostró absorción de la humedad para disminuir el punto de evaporación y posee como objetivo el aumento de la resistencia, afianzar la cohesión y su duración en esta clase de suelos. Se concluyó que, es necesario indagar acerca del comportamiento de un suelo arcilloso añadiendo porcentajes inferiores a 4% de cloruro de sodio y superiores al 8% de óxido de calcio, es decir, se requiere la ejecución de métodos de estabilización química del suelo con aditivos de cloruro de sodio y óxido de calcio en la subrasante de un suelo arcilloso para definir con cuál se pueden mejorar las propiedades físicas y mecánicas el suelo.

Para (Estrada y Pintado, 2019, p.39) en su investigación su objetivo fue determinar la capacidad que porta el suelo (CBR) ubicado en los suelos de un

sector 9 de Cajamarca en donde se incorporó 2%, 4% y 6% de la cal hidratada (4%, 6% y 8%) de los cementos portland tipo I y (4%, 8% y 12%) de cloruro de sodio. Los resultados mostraron que al incrementar la dosis de cloruro de sodio y cemento portland tipo I, la densidad seca también aumenta, y reduce para los porcentajes de 2% y 6% de cal, mientras que se evidencia un incremento en el contenido humedad de los tres aditivos. Se evidencio al añadir porcentaje de la cal hidratada, no hay una tendencia uniforme por parte de la densidad máxima seca, mientras que se observa un aumento para el suelo en donde se añade cemento portland y cloruro de sodio, reduce a medida que se le agrega el contenido de éste. Se concluyó que, el suelo en estado natural, posee un peso específico superior de 2.30 gr/cm³, se adquirió valores máximos de densidad seca máxima de 2.29 gr/cm³, 2.39 gr/cm³ y 2.17 gr/cm³ proporcionalmente al agregar 2%, 4% y 6%; al añadir cloruro de sodio en 4%, 8% y 12% se alcanzó un peso específico máximo de 2.39 gr/cm³, 2.33 gr/cm³ y 2.30 gr/cm³ equitativamente, al ser incorporado cemento portland tipo I en 4%, 6% y 8%, se logró un peso específico seco máximo de 2.32 gr/cm³, 2.34 gr/cm³ y 2.35 gr/cm³ proporcionalmente.

Para (Ponce, 2018, p.123), en su investigación "Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Coripaccha - Puyhuan Grande - Huancavelica", especifica que cuando se va a utilizar cloruros que contienen calcio no influirá de manera directa cuando se va a estabilizar experimentos que se realizaran en laboratorios. En ese sentido en el proyecto fue usado un 5 % que contenía cloruro de calcio en cantidades de suelo, con ello hubo un aumento de proporción en los soportes CBR en los suelos arcillosos que estaba entre 11,80% A 16,50% del cual se observó una mejora de 4,7 % en el que se implementó el CaCl₂. En el suelo de Tipo granular, así mismo se visualizó que los suelos fueron estables y se aumentó el CBR de 22,80% a 43,01%. Por ello se señaló que los cloruros de calcio muestran mejores comportamientos cuando van a estar en el suelo granular y este porcentaje será de 20,12%.

Según (Babu y Poulouse, 2018, p.610). Indica la eficacia de la cal en cuanto la mejora aumenta varias propiedades de la capa de rodadura, como la capacidad para soportar el peso, la resistencia a la contracción en condiciones de humedad, la hinchazón, la reducción del índice de plasticidad y el incremento del valor de

CBR y el aumento de la resistencia a la compresión. La reacción es muy rápida y la estabilización del suelo actúa tiempo reducido. La cal se utiliza como un excelente material estabilizador de suelos que tienen un comportamiento de expansión y contracción.

Chindris, 2017, p.247). Los procedimientos de estabilización reducen la expansión de los suelos arcillosos arcillas. Se cambia el material de mala condiciones por un material de óptima calidad, también puede optar por los métodos estabilización mecánica y química. Se pueden emplear métodos de procedimientos de estabilización para mejorar las características geotécnicas de los suelos expansivos y cohesivos mediante el estudio de suelos analizando sus componentes que lo integra media resultados de los ensayos y poder aplicar el método de estabilización efectiva.

(Kikut y Baldi, 2020, p.1). En el presente trabajo se analizaron diversos artículos con el objetivo de comprender los métodos por el cual se incorpora la cal hidratada, Se determinan el compuesto y la mejora que aporta en las mezclas asfálticas. Se encontró que los porcentajes usuales en los que se utiliza este aditivo corresponden a un rango entre 1% y 2% en peso de los agregados. Asimismo, utilizar cal como un aditivo en húmedo permite mejoras en la consistencia del asfalto y resistencia contra la humedad.

Según (Murthy y Kavya, 2016, p.569). En este estudio se intenta analizar las propiedades del suelo utilizando yeso y NaCl. Se agregan en diferentes cantidades las sales (15%, 20% y 25%) al suelo para ser analizado su efecto de sus agentes estabilizadores sobre sus propiedades para la compactación, los límites de consistencia y la resistencia a la compresión. Se concluyó que al aumentar diferente porcentaje del compuesto químico aumenta la densidad seca máxima y disminuyó el contenido de humedad óptimo.

Para (Bahmyari y Ajdari, 2021, p.452). Dentro de los ensayos realizados a la cal y el cemento tuvo un buen comportamiento en la reducción del grado de colapsabilidad del suelo que la puzolana natural. La cantidad óptimo de cal y cemento para controlar la colapsabilidad del suelo fue del 5% en peso. El tiempo adecuado del curado es 14 días para que su consistencia este óptima.

Según (Amaya y Botero, 2021, p.481). El estudio de los parámetros geotécnicos que se ven influenciados por la estabilización de la cal se ha podido acceder a resultados favorables sobre la incorporación de la cal sobre los materiales arcillosos.

(Asmaa y Mahdi, 2022, p.769). Mediante el estudio se investiga el impacto del suelo expansivo en la subrasante incorporando la cal. El suelo fue clasificado para el análisis en laboratorio de la arcilla residual basáltica de edad Cuaternaria ubicada en Victoria, Australia. Cuál es el impacto de la arcilla expansiva basáltica forma el espesor de la subrasante de una parte importante de la infraestructura de transporte de Victoria, Australia utilizadas en todos los tipos de carreteras en el país, La arcilla clasificada se estabilizó usando diferentes dosificaciones de 2%, 3%, 4%, 6% y 8% y se analizaron las propiedades físicas de muestras expansivos y estabilizados con cal. El contenido de cal óptimo se midió en base a una reducción de la hinchazón para muestras preparadas con un contenido de humedad óptimo para investigar la curva de retención de agua (SWRC).

Para (Shirmohammadi y Ghaffarpour,2021, p.18). A través de Estudio y Pruebas de resistencia a la compresión no confinada. Se llevaron a cabo experimentos adicionales basados en pruebas Proctor estándar para evaluar las características de compactación del material compuesto con contenidos variables de cal y zeolita. El suelo se mezcló con contenidos de cal (L%) de 0%, 2.5%, 5% y 8%, y reemplazo parcial de zeolita (Z%) de 0%, 15%, 30% y 60% y los especímenes fueron curados por siete, veintiocho y cincuenta y seis días. La sustitución parcial de cal por zeolita mejoró el proceso de estabilización.

Según (Beck, 2018, p.1). Los resultados del estudio de la cal de carburo tienen propiedades físicas, mineralógicas y químicas. Tiene un aporte de mejora para su uso alternativa efectiva y de bajo costo y económico para la estabilización del suelo.

Para (Muhammad y Kamarudin, 2019, p.1). En este estudio se utilizaron muestras de suelo obtenidas de tres puntos diferentes dentro del sitio de un proyecto en Klang. Cada muestra se sometió a la prueba de Eades y Grimm de acuerdo con la norma ASTM D6276-99 para obtener la dosis de cal requerida para la estabilización del suelo. La dosis de cal requerida se encontró entre 1,3% y 3,4%. Luego, cada suelo sin tratar y la muestra de suelo mezclado con un 5% de cal,

superior a la obtenida en los ensayos de Eades y Grimm, se compactaron cada muestra experimentada de suelo alcanzó valores inferiores de densidad seca máxima después de ser mezclado con un 5% de cal.

En relación a las *propiedades físicas de los suelos*, para conocer las características del mismo se debe realizar perforaciones o calicatas en el terreno, las cuales ayudan a hallar las variedades de suelo, su forma, la posición del nivel freático y las características del mismo, es necesario mencionar que después de realizar estos estudios se evalúan los resultados en el laboratorio como complemento (Pozo, 2019, p.26).

Las propiedades del suelo poseen diversas características, y estos son factores dependen de su índice de plasticidad y límite líquido en un gráfico de plasticidad (Gadouri, et al, 2016, p.1).

Con respecto a la *estabilidad de los suelos*, hay muchos métodos para modificar positivamente las propiedades de los suelos no aptos para construcción, los más usados son el uso de cal y cemento. El suelo se puede estabilizar usando el método de la estabilización química, (Harpinder, 2020, p.1).

El parámetro que indica la plasticidad en los suelos es el índice de plasticidad (IP), que se define como la diferencia entre el límite líquido (contenido de agua en porcentaje que tiene un suelo, del estado plástico a líquido) donde la diferencia de estos estados nos indica la índice plasticidad del suelo. En general, se considera que cuando el IP es mayor a 18% se presenta inestabilidad volumétrica en las arcillas. (Tique y Mora, 2019, p.58).

La estabilización del suelo se puede describir como un proceso que integra los diversos métodos utilizados para mejorar la resistencia y la estabilidad de volúmenes de suelos, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas. Se emplea cuando el suelo es baja resistencia. A través de la estabilización, se obtiene aumentar la resistencia reducir el índice plasticidad y aumentar el cbr, elevar la dureza al corte del terreno superficial, mejorar la capacidad de carga. (Archibong, 2020, p.3).

Este método, se aplica especialmente en suelos débiles y desequilibrados, con la finalidad de volverlos aptos en cuánto a estabilidad y resistencia mecánica para conseguir que más partículas trabajen de la mejor manera y obtener las Condiciones de humedad óptimas en las que el elemento se trabaja, y alcanzar un

rango de calidad entre la estabilidad de cargas y la variación volumétrica (Tolosa y Gaitán, 2019, p.18).

Asimismo, los estabilizadores del suelo se emplean para acondicionar las propiedades de los suelos de rodadura menos deseables. De esta manera, mejoran y mantienen el contenido de humedad del suelo (Afrin, 2017, p.365).

Por tanto, la estabilización, busca aumentar la resistencia mecánica de los suelos de una forma más efectiva y se aseguran que las condiciones de humedad en las que trabaja el suelo varíen dentro de unos rangos reducidos, para conseguir una adecuada estabilidad a las cargas y una escasa variación volumétrica (Tique, et al, 2019, p.58). Además, se produce un aumento de la durabilidad de dicha capa.

Entonces, para que un suelo se considere estable, debe tener la suficiente resistencia y estar libre de deformaciones, evitando el desgaste físico por la variabilidad del clima que se pueda dar, siempre conservando sus propiedades, aunque pase el tiempo (Rivera y Aguirre, 2020, p.205).

Cabe destacar que, la estabilización de Suelo con cloruro de sodio (NaCl) es un estabilizador adecuado para los suelos siendo una materia orgánica y un mineral higroscópico y se presenta en forma de cristales, el mismo se puede obtener de varias maneras, incluso es denominado como el metapolvo en bases y reduce la evaporación del agua y absorbe además la humedad del aire, (Quiroz, et al, 2020, p.6-7).

A su vez, estabilizar con óxido es un método muy frecuente porque mejora la resistencia del suelo y optimiza el comportamiento plástico del mismo (mayo y Morales, 2019, p.21).

Debemos entender que el comportamiento plástico se define con El *índice de plasticidad (I.P.) (MTC E 111)*, que analiza el contenido de humedad óptima Lograda por el suelo. Expresado en porcentaje la diferencia del valor del límite líquido y el límite plástico. En este trabajo se puede observar la condición del suelo (Ahmed, 2021, p.2).

Con esto, se llega a qué con el 1% de cal aumenta el CBR en el suelo hasta un 5% (Chavarry, et al, 2020, p.60). Es importante resaltar, que este método de aplicar óxido de calcio para la mejora de los suelos arcillosos genera una serie de ventajas

Por otro lado, la cal es un elemento de actuación rápida que se puede reutilizar una vez aplicado en las vías y carreteras, lo que permitirá ahorrar tiempo, puesto que, por lo que logra fácilmente la compactación y el efecto de secado (Binti, et al, 2019, p. 69). Aparte, reduce el costo que implica el movimiento de tierras y de material; por otro lado, al ser un método natural contribuye al medio ambiente.

Cabe destacar que, en las pruebas de laboratorio en donde se va a probar la resistencia de los suelos, se tiene la compactación de suelos en laboratorios (Proctor), se tiene como meta que se observe que relación va a existir en cuanto a lo que contiene el líquido y lo que va a pesar unitariamente en el suelo, por lo que se realizara muestras en donde se colocaran metales y que ya se establecen en normas y métodos que fueron escogidos con la norma ASTM D1557 (MTC E 115). Los factores que se toman en cuenta son los siguientes: *Hinchamiento*: para calcularle es necesario someter la muestra en inmersión, a su vez, se le aplica una sobrecarga similar a la que se utiliza comúnmente en la ejecución de carreteras, (Estrada y Pintado, 2019, p.13). *Penetración*: se debe aplicar presión con una prensa que irá aumentando su fuerza gradualmente, sobre la muestra de estudio que ha de haber sido anteriormente sumergida, este proceso se debe llevar a cabo con una velocidad de 1.27 mm/min, (Garzón y Lugo, 2019, p.66).

Con respecto a la compresibilidad, depende de la permeabilidad y las fuerzas aplicadas al suelo, lo cual influye en el esfuerzo del corte. Además, ocasiona cambios en la carga de aplicación al suelo, tiempo de aplicación, entre otros, (Larrea y Rivas, 2019, p.3).

Mientras que, la durabilidad es la resistencia al medio ambiente, al deterioro, la fricción y al tráfico. En este sentido, esta propiedad en las vías, es considerada en el área de rodamiento por su contribución en la estabilización del suelo (Ávila, 2021, p.2).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Esta investigación tendrá un enfoque cuantitativo, ya que se emplearán métodos y procedimientos cuantificables para poder procesar la información obtenida (Sánchez et al. 2018).

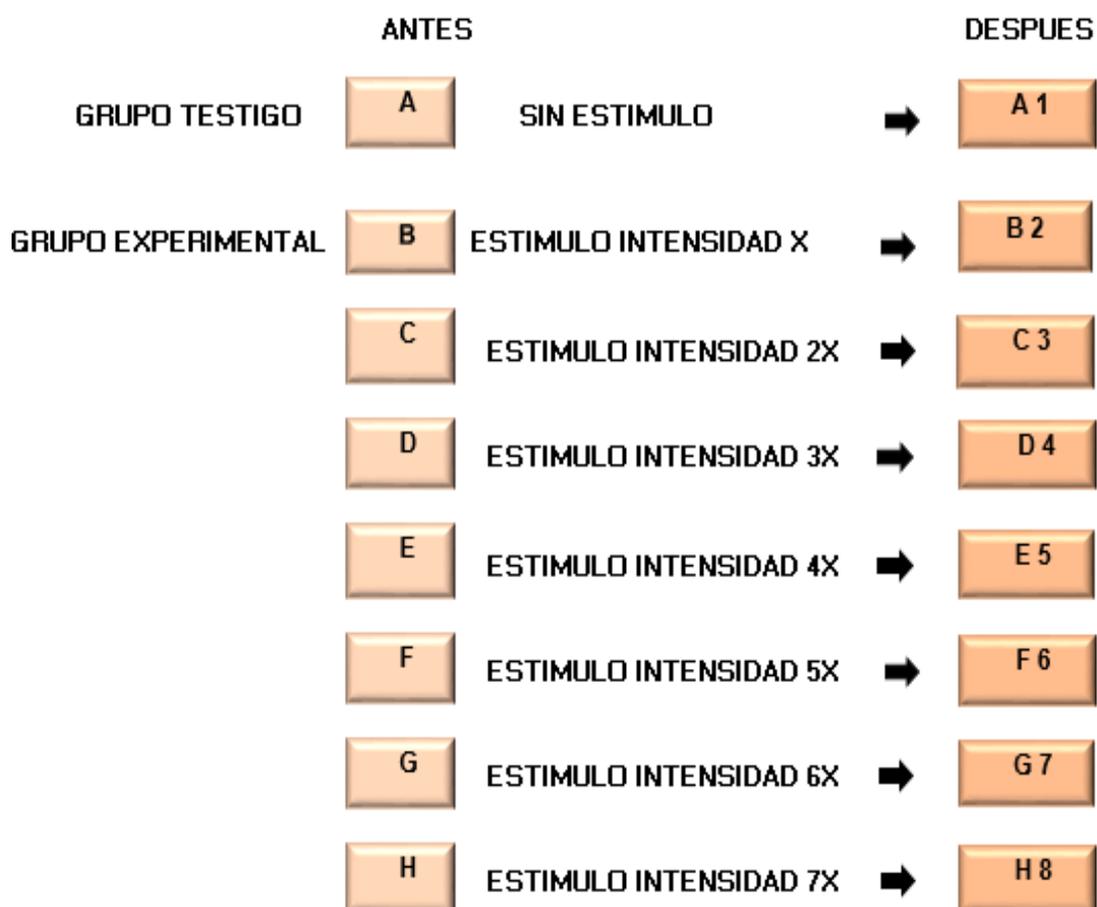
En cuanto al tipo de investigación, será de tipo aplicada ya que, en base a investigaciones anteriores, se pueden formular hipótesis para resolver un determinado problema (Esteban, 2018).

Por otro lado, esta investigación será de nivel explicativo, ya que se formularán preguntas acerca de las posibles causas de los fenómenos de estudio, identificando valores de causalidad (Sánchez et al. 2018). Este nivel, permite interpretar y explicar los resultados de la investigación e identificar las causas y efectos (causalidad) que tuviera las variables de una investigación. En tal sentido, esta investigación pretende analizar e interpretar cuales son los efectos del cloruro de sodio (NaCl) y la cal en las propiedades físico - mecánicas del suelo.

Diseño de investigación

El diseño será de tipo experimental, ante este punto, se requiere de la manipulación deliberada y controlada de las variables para lograr el espacio de debate que condicione las dosificaciones de los indicadores intervinientes y permita recolectar información suficiente para conseguir los objetivos planteados por el investigador.

DISEÑO CON ESTIMULO CRECIENTE



A= Suelo sin % de cloruro de sodio (NaCl) ni cal

B= Suelo con 2 % de cloruro de sodio (NaCl)

C= Suelo con 6 % de cloruro de sodio (NaCl)

D= Suelo con 10 % de cloruro de sodio (NaCl)

E= Suelo con 1.25 % de cal

F= Suelo con 1.75% de cal

G= Suelo con 1.90% de cal

H= Suelo con 6 % de cloruro de sodio y 1.75 % de cal

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente Estabilización de suelos **Definición conceptual:** Procedimiento en el que se agrega un material u otros elementos químicos a un suelo natural para mejorar una o más de sus propiedades, (Tique, et al, 2019).

Definición operacional: Aplica ensayos que agrega diferentes dosificaciones de cloruro de sodio (NaCl) y cal

Variable dependiente

Mejora de propiedades físico-mecánicas

Definición conceptual: Características requeridas del suelo, (Larrea y Rivas, 2019).

Definición operacional: Mayor capacidad portante al incrementar cloruro de sodio (NaCl) y cal, mayor resistencia al someter los suelos a ensayo de compresión, previo a estos Métodos se requirió los análisis granulométricos y Límites de Atterberg a fin de definir las cantidades de materiales que van a dosificarse con los suelos.

3.3 Población, muestra y muestreo

Sobre la población vendrá a ser determinadas por las mezclas de suelo propio con el agregado de cloruro de sodio (NaCl) y cal para la estabilización de la base para la vía trocha de la avenida Los Huertos que da ingreso a Lima Bonita Techo Propio y centro poblado la asociación Los Huertos de San Bartolo, Lima.

Para la clasificación de las muestras, se aplicará un muestreo no probabilístico, siendo así, donde estará estructurada por 8 muestras y 7 diseños, el suelo se mezclará con adición de cloruro de sodio (NaCl) y cal en diferentes porcentajes. donde las muestras recolectadas serán llevadas a los ensayos, mediante sus resultados nos permitirá identificar los tipos de porcentajes de dosificación sean los óptimos para ser utilizados en las bases estabilizadas de la vía, que serán destinadas para la avenida los Huertos del centro poblado de San Bartolo, Lima. de una longitud de 2 km.

Se ejecutaron 08 ensayos de Proctor y CBR:

Suelo natural

Suelo + 2% de cloruro sodio NaCl

Suelo + 6% de cloruro sodio NaCl

Suelo + 10% de cloruro sodio NaCl

Suelo + 1.25% de cal

Suelo + 1.75% de cal

Suelo + 1.90% de cal

Suelo + 6% de cloruro sodio NaCl y 1.75% de cal

Además de 21 muestras de Compresión de:

Suelo + 2%, 6% y 10% de cloruro de sodio NaCl (09 muestras) Suelo + 1.25, 1.75 y 1.90% de cal (09 muestras) Suelo + 6% de cloruro de sodio NaCl y 1.75% de cal (03 muestras)

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

A propósito del instrumento, será precisará el uso de la ficha de observación para registrar los resultados de los ensayos del suelo con respecto a las dosificaciones planteados que serán llevados a las pruebas en el laboratorio.

Para garantizar la validez y la fiabilidad de los instrumentos, este estudio se utilizará sujetos a las normas.

La norma CE.020 (Estabilización de suelos y taludes),

NTP 339.127.1998 Suelos (Método de ensayos para determinar el contenido de humedad de un suelo) y la norma ASTM D-2216

NTP 339.128.1999 Suelos (método de ensayo para el análisis granulométrico) y la norma ASTM D-422

NTP 339.129.1999 Suelos (método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos)

NTP 339.134.1999 Suelos (método para la clasificación de suelos para la ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS).

NTP 339.145 (método de ensayo para el análisis del CBR) y la norma ASTM D 1883-07

3.5 Procedimientos

Primeramente, se estudiaron las normas asociadas a los indicadores que se van a medir, se definió el tramo para realizar prospecciones (calicatas) de 1.50 metros de profundidad, las cuales se ejecutaron en 4 lugares distribuidos de manera tal que podamos tener en distancias de 400 metros lineales, se identificaron y recolectamos muestras tales que cumplan con lo requerido en los métodos de ensayos definidos. En Laboratorio ejecutaron los ensayos de análisis

granulométrico, límites de Atterberg, % de humedad, Proctor modificado, CBR de suelos en muestra patrón y ensayo de compresión a las dosificaciones de cloruro de sodio (NaCl) y cal. Una vez conseguidos los hallazgos, se realizará una comparación entre ambos elementos, donde se desarrollará una discusión de resultados de que material tienen una alta significancia en la mejora de las propiedades del suelo. Los ensayos de laboratorio se realizarán en Laboratorio Grupo M & V Ingenieros S.A.C.

3.6 Método de análisis de datos

Para poder realizar el análisis del comportamiento físicos y mecánicos de las muestras del suelo + adición de cloruro de sodio (NaCl) o cal se hará uso de los programas Microsoft Office, AutoCAD Civil 3D donde el suelo será analizado por ensayos de granulometría, ensayos de límite de consistencia, contenido de humedad, y clasificación de suelos mediante el sistema SUCS. Siguiendo los parámetros de sus respectivas normas según el ensayo.

Luego de analizar los resultados se clasificará e interpretará en las tablas y gráficos optando por los valores más óptimos.

3.7 Aspectos éticos

La presente investigación se efectúa por medio de los principios de derecho intelectual del tesista, en este sentido, cada uno de los párrafos que conforman la idea de otro autor son citados usando la técnica del parafraseo, de acuerdo a lo establecido en las normas y debidamente referenciadas de acuerdo con la norma ISO 690, revisado por el TURNITIN y reglamento actualizado de la UCV. Es necesario resaltar, que este estudio hace un uso consciente de los principios éticos de beneficencia, autonomía y justicia.

IV. RESULTADOS

Tabla 1.*Análisis granulométrico de suelos por tamizado MTC E 107*

Descripción	Calicatas							
	0+400		0+800		1+200		1+600	
	C-1	C-1	C-2	C-2	C-3	C-3	C-4	C-4
	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2
	(0.00	(1.10	(0.00	(1.20	(0.00	(1.25	(0.00	(1.15
	–	–	–	–	–	–	–	–
	1.10)	1.50)	1.20)	1.50)	1.25)	1.50)	1.15)	1.50
Contenido de humedad (%)	2.1	1.8	3.0	1.8	2.5	1.8	3.1	1.8
Límite Líquido (Malla N° 40)	23	20	22	21	21	21	22	21
Límite Plástico (Malla N° 40)	21	NP	20	NP	20	NP	21	NP
Índice Plástico (%)	2	NP	2	NP	1	NP	1	NP
Clasificación de suelos (SUCS)	SM	SP-SM	SM	SP-SM	GM	SP-SM	SM	SM
Clasificación de suelos (AASHTO)	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b
	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)

Fuente: Propia

De acuerdo al estudio granulométrico de la calicata 0+400, que se muestra en la Tabla 1, se determinó en la muestra C-1 M-1 (0.00 – 1.10) un contenido de humedad de 2.1%, asimismo en la muestra C-1 M-1 (0.00 – 1.10) la humedad en 1.8% encontrándose entre los parámetros aceptables de 2% – 3.6%; en relación al Límite líquido en la muestra C-1 M-1 (0.00 – 1.10) se tiene un nivel de 23% y para la muestra 2 de 20%, encontrándose entre los parámetros C3 (Km + 350) entre Li 21.29 – Ls 39.09; en cuanto al Límite plástico en la muestra C-1 M-1 (0.00 -1.10) se tiene un nivel de 21% y para la muestra 2 de No presenta, encontrándose entre los parámetros C3 (Km + 350) entre Li 9.52 - Ls 29.94, de acuerdo a los Límites de Atterberg.

En el estudio granulométrico de la calicata 0+800, se determinó en la muestra C-2 M-1 (0.00 – 1.20) un contenido de humedad de 3%, asimismo en la muestra C-2 M-2 (1.20 – 1.50) la humedad en 1.8% encontrándose entre los parámetros aceptables de 2% – 3.6%; en relación al Límite líquido en la muestra C-2 M-1 (0.00-1.20) se tiene un nivel de 22% y para la muestra 2 de 21%, encontrándose entre los parámetros C3 (Km + 350) entre Li 21.29 – Ls 39.09; en cuanto al Límite plástico en la muestra C-2 M-1 (0.00 – 1.20) se tiene un nivel de 20% y para la muestra 2 de no presenta, encontrándose entre los parámetros C3 (Km + 35 entre Li 9.52 – Ls 29.94, de acuerdo a los Límites de Atterberg

En el estudio granulométrico de la calicata 1+200, se determinó en la muestra C-3 M-1 (0.00 – 1.25) un contenido de humedad de 2.5%, asimismo en la muestra C-3 M-2 (1.25 – 1.50) la humedad en 1.8% encontrándose entre los parámetros aceptables de 2% – 3.6%; en relación al Limite liquido en la muestra C-3 M-1 (0.001.25) se tiene un nivel de 21% y para la muestra 2 de 21%, encontrándose entre los parámetros C3 (Km + 350) entre Li 21.29 – Ls 39.09; en cuanto al Límite plástico en la muestra C-3 M-1 (0.00 – 1.25) se tiene un nivel de 20% y para la muestra 2 de No presenta, encontrándose entre los parámetros C3 (Km + 350) entre Li 9.52 – Ls 29.94, de acuerdo a los Límites de Atterberg.

En el estudio granulométrico de la calicata 1+600, , que se muestra en la Tabla 4, se determinó en la muestra C-4 M-1 (0.00 – 1.15) un contenido de humedad de 3.1%, asimismo en la muestra C-4 M-2 (1.15 – 1.50) la humedad en 1.8% encontrándose entre los parámetros aceptables de 2% – 3.6%; en relación al Limite liquido en la muestra C-4 M-1 (0.00 – 1.15) se tiene un nivel de 22% y para la muestra 2 de 21%, encontrándose entre los parámetros C3 (Km + 350) entre Li 21.29 – Ls 39.09; en cuanto al Limite plástico en la muestra C-4 M-1 (0.00 – 1.15) se tiene un nivel de 21% y para la muestra 2 de No presenta, encontrándose entre los parámetros C3 (Km + 350) entre Li 9.52 – Ls 29.94, de acuerdo a los Límites de Atterberg.

Tabla 2.*Ensayo de Proctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR)*

Descripción	Calicatas						
	0+400	0+800	0+800	0+800	1+200	1+200	1+600
	Suelo Natura l	Suelo +2% de NaCl	Suelo +6% de NaCl	Suelo +10% de NaCl	Suelo + 1.25% de Cal	Suelo + 1.75% de Cal	Suelo + 6%NaCl + 1.75%Cal
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.026	2.070	2.026	2.063	2.076	2.072	2.101
Optimo Contenido de Humedad	7.2	7.4	7.6	7.8	7.4	7.3	7.6
CBR al 100% de la MDS (%)	19.5	31.3	37.0	44.0	35.5	47.2	59.0
CBR al 95% de la MDS (%)	14.0	22.0	30.0	35.0	29.0	38.0	46.0

Fuente: Propia

Según la Tabla 2 de la muestra patrón para el Proctor Modificado se determinó para la Calicata: C-1 M-1 (0 + 400) (0.00 – 1.10) Suelo Natural, la MDS (gr/cm³) =2.026, seguidamente se obtuvo un OCH = 7.2%. Además de un CBR al 95% de la muestra en 19.5%, y, en el CBR al 100% en 14%. En la muestra patrón para el Proctor Modificado se determinó para la Calicata: C-1 M-1 (0 + 800) (0.00 – 1.10) Suelo + 2% de NaCl, la MDS (gr/cm³) = 2.070, seguidamente se obtuvo un OCH = 7.4%. Además de un CBR al 100% de la muestra en 31.3%, y, en el CBR al 95% en 22%. En la muestra patrón para el Proctor Modificado se determinó para la Calicata: C-1 M-1 (0 + 800) (0.00 – 1.10) Suelo + 6% de NaCl, la MDS (gr/cm³) = 2.026, seguidamente se obtuvo un OCH = 7.6%. Además de un CBR al 100% de la muestra en 37%, y, en el CBR al 95% en 30%. Según la muestra patrón para el Proctor Modificado se determinó para la Calicata: C-1 M-1 (0 + 800) (0.00 – 1.10) Suelo + 10% de NaCl, la MDS (gr/cm³) = 2.063, seguidamente se obtuvo un OCH = 7.8%. Además de un CBR al 100% de la muestra en 44%, y, en el CBR al 95% en 35%. Para la muestra patrón para el Proctor

Modificado se determinó para la Calicata: C-1 M-1 (1 + 200) (0.00 – 1.10) Suelo + 1.25% de Cal, la MDS (gr/cm^3) = 2.076, seguidamente se obtuvo un OCH = 7.4%. Además de un CBR al 100% de la muestra en 35.5%, y, en el CBR al 95% en 29%. Para la muestra patrón para el Proctor Modificado se determinó para la Calicata: C-1 M-1 (1 + 200) (0.00 – 1.10) Suelo + 1.75% de Cal, la MDS (gr/cm^3) = 2.072, seguidamente se obtuvo un OCH = 7.3%. Además de un CBR al 100% de la muestra en 47.2%, y, en el CBR al 95% en 38%. Según la muestra patrón para el Proctor Modificado se determinó para la Calicata: C-1 M-1 (1 + 200) (0.00 – 1.10) Suelo + 1.75% de Cal, la MDS (gr/cm^3) = 2.072, seguidamente se obtuvo un OCH = 7.5%. Además de un CBR al 100% de la muestra en 49.3%, y, en el CBR al 95% en 43.0%. Por último, de acuerdo a los resultados de la muestra patrón para el Proctor Modificado para la Calicata: C-1 M-1 (1 + 600) (0.00 – 1.10) Suelo + 6%NaCl + 1.75% Cal, la MDS (gr/cm^3) = 2.101 seguidamente se obtuvo un OCH= 7.6%. Además de un CBR al 100% de la muestra en 59%, y, en el CBR al 95% en 46.0%.

Tabla 3.*Compresión no confinada en muestras de suelos.*

Nº de Testigo	Denominación	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm²) (Promedio)
3	Suelo + 2% de NaCl	103	1.26
3	Suelo + 6% de NaCl	115	1.45
3	Suelo + 10% de NaCl	121	1.53
3	Suelo + 1.25% de cal	127	1.60
3	Suelo + 1.75% de ca	144	1.80
3	Suelo + 1.90% de cal	152	1.90
3	Suelo 6% de NaCl + 1.75% de cal	142	1.90

Fuente: Propia

En la Tabla 3 se aprecia la compresión no confinada en muestras de suelos, en la prueba 1 donde se añadió 2% de NaCl, se obtiene una resistencia de 1.26 kg/cm²), con una carga de 103 Kg; en la prueba 2 donde se añadió 6% de NaCl, se obtiene una resistencia de 1.45 kg/cm²), con una carga de 115 kg. Por consiguiente, en la muestra 3 donde se añadió 10% de NaCl se obtiene una resistencia de 1.53 kg/cm². En la prueba 1 donde se añadió 1.25% de Cal, se obtiene una resistencia de 1.60 kg/cm²), con una carga de 127Kg; en la prueba 2 donde se añadió 1.75% de Cal, se obtiene una resistencia de 1.80 kg/cm²), con una carga de 144 kg. Por consiguiente, en la muestra 3 donde se añadió 1.90% de NaCl se obtiene una resistencia de 1.90 kg/cm². En la prueba 1 donde se añadió 6% de NaCl y 1.75% de Cal, se obtiene una resistencia de 1.90 kg/cm².

V. DISCUSIÓN

Se planteó como primer objetivo específico el determinar de qué manera el NaCl y la cal mejoran las propiedades físicas de la estabilización del suelo, Lima-2022. Para (Pozo, 2019, p.26) en relación a las propiedades físicas de los suelos, para conocer las características del mismo se debe realizar perforaciones o calicatas en el terreno, las cuales ayudan a hallar las variedades de suelo, su forma, la posición del nivel freático y las características del mismo. En la presente investigación al realizar la manipulación de las variables presentaron un cambio significativo, tuvo resultados favorables al ser comparado con la muestra patrón al adicionarle el cloruro de sodio en los porcentajes de 2%, 4% y 6%. Además, las propiedades físicas del suelo mejoraron de forma muy ligera. Obtuvieron como resultado que al añadir al 2% del cloruro de sodio, el CBR aumentó a 31%, en el caso de añadirlo al 6% del cloruro de sodio el CBR aumentó en 37%, en el caso de incrementar el NaCl en 10% se incrementa en 44%. También se aprecia que el incremento de 1.25% de Cal el CBR aumenta en 35.5%, al incrementar Cal en 1.75% el CBR mejora en 47.2%, en cuanto al incremento de Cal en 1.75% se muestra un CBR en 49.3%. Por otro lado, al incrementar 6% NaCl + 1.75% Cal el CBR se incrementa en 59%. Por otro lado, en cuanto al Suelo + 2% de NaCl, la resistencia mejora en 1.26 kg/cm²; en el ensayo Suelo + 6% de NaCl la resistencia mejora en 1.45 kg/cm²; y, en el ensayo Suelo + 10% de NaCl la prueba mejora en 1.53 kg/cm. En el estudio realizado por (Quispe, et al, 2020, p.44) se encontró una aproximación con estos resultados, se determinó que aumentando cloruro de sodio en 4%, 8% y 12% aumenta las propiedades mecánicas, aumenta la dureza del suelo y aumenta el valor del (CBR) hasta 12,5% en el proceso de cobre. Para (Larrea y Rivas, 2019, p. 104) el mejor estabilizador es el cloruro de sodio, a pesar de que el cloruro de calcio también reduce la ductilidad del suelo, los suelos estabilizados pierden propiedades de resistencia, y esto se refleja en el porcentaje del CBR y el hinchamiento. Igualmente (Babu y Poulouse, 2018, p.610) coincide en que la eficacia de la cal en cuanto la mejora aumenta varias propiedades de la capa de rodadura, como la capacidad para soportar el peso, la resistencia a la contracción en condiciones de humedad, la hinchazón, la reducción del índice de plasticidad y el incremento del valor de CBR y el aumento de la resistencia a la compresión. Según (Dure, et al., 2018, p.1) coincide con los resultados, en sus ensayos de resistencia y los ensayos de durabilidad por mojado secado y cepillado fueron ejecutados utilizando las fibras constantes en 4% en cuerpos de prueba con pesos específicos y aparentes secos de 17 kN/m³, 18 kN/m³ y 19 kN/m³, porcentajes de

cal de 5%,8%,11% y tiempos de curado de 7 días y 28 días. También busca simular temperaturas extremas de la extracción de los suelos. Los cuerpos de prueba del elemento cal, en el curado, fueron sometidos a temperaturas hasta de 40°C y temperaturas normalizadas. La adición de fibras de polipropileno mostro resistencia elevada a compresión simple, elevadores también la ductilidad del geo material. Por otra parte, (Silvestre, 2018, p.7), también coincide con los resultados, en su investigación con las muestras de suelos estabilizados con cal hidratada al 3, 5, y 7%, se lograron incrementar determinantemente las propiedades físicas y mecánicas en comparación sobre las propiedades del suelo natural. Para (Emarah y Seleem, 2017, p.2364) su investigación no coincide con los resultados mostrados, porque mostraron que, la mezcla de cal con agua de mar para la estabilización del suelo no influye negativamente en el proceso de su compactación, encambio que, esta combinación de cal y agua de mar aumenta y da una mayor resistencia a la compresión no confinada tuvo un incremento de 108.7% comparado con el uso de agua potable, la cual tuvo un incremento de un 43,5% con respecto al suelo tratado con cal. Para (Ávila, 2021, p.3) se coincide en que se observa un incremento del CBR cuando se adiciona la cal, pero mayor es el incremento cuando se adiciona el cloruro de calcio, la muestra patrón tiene un CBR de 27.40% para el 100% en una penetración de 2"; cuando se adiciono la cal se obtuvo como resultado un CBR de 47.70% y cuando se adiciono el cloruro de calcio se obtuvo un CBR de 49.80%, esto significa un incremento del 74.09% con la cal y un aumento del 81.75% con el cloruro de calcio. Según (Velásquez, 2021, p. 56), la coincidencia en los resultados donde se obtuvo la estabilidad de la carretera del suelo natural en 1% de Cal + 3% de cloruro de sodio, el cual alcanzó un CBR de 16.00%. Además, se adquirió de la variación de CBR de la subrasante en función a la humedad estabilizada con Cal y NaCl, la incorporación de 1% de Cal + 3% de NaCl una humedad de 14.30% y CBR de 16%, añadiendo 5% de Cal + 8% de NaCl se alcanzó una humedad de 16.70% y CBR de 33%. Por otra parte (Asmaay Mahdi, 2022, p.769) coincidieron con nuestra investigación puesto que en su investigación la arcilla clasificada se estabilizó usando diferentes dosificaciones de 2%, 3%, 4%, 6% y 8% y se analizaron las propiedades físicas de muestras expansivos y estabilizados con cal. El contenido de cal óptimo se midió en base a una reducción de la hinchazón para muestras preparadas con un contenido de humedad óptimo para investigar la curva de retención de agua.

Se planteó como segundo objetivo específico el determinar de qué manera el NaCl y la cal mejoran las propiedades mecánicas de la estabilización del suelo, Lima-2022. En la presente investigación al realizar la manipulación de las variables presentaron un cambio significativo, tuvo resultados favorables al ser comparado con la muestra patrón al adicionarle el cloruro de sodio en los porcentajes de 2%, 4% y 6%. Además, las propiedades físicas del suelo mejoraron de forma muy ligera. Los resultados demostraron que la compresión no confinada en muestras de suelos, en la prueba 1 donde se añadió 1.25% de Cal, se obtiene una resistencia de 1.60 kg/cm², con una carga de 127 Kg; en la prueba 2 donde se añadió 1.75% de Cal, se obtiene una resistencia de 1.80 kg/cm², con una carga de 144 kg. Por consiguiente, en la muestra 3 donde se añadió 1.90% de NaCl se obtiene una resistencia de 1.90 kg/cm².

En síntesis, se demuestra que el resultado obtenido en el estudio mejora de manera considerable, apreciándose la compresión no confinada en muestras de suelos, en la prueba 1 donde se añadió 6% de NaCl y 1.75% de Cal, se obtiene una resistencia de 1.90 kg/cm². En el estudio realizado por (Mayo y Morales, 2019, p.102), hay una concordancia con los resultados, puesto que mostraron que, se obtuvo un porcentaje óptimo del 4% por parte del cloruro de sodio, el mejor en comparación a los demás, por parte del aditivo estabilizante con oxido de calcio con un 8%, presentó un mejor comportamiento comparado al óptimo, el calcio reveló el cumplimiento con la mayoría de las normas establecidas, aunado a eso, el cloruro de sodio como estabilizante natural de suelos arcillosos mostró absorción de la humedad para disminuir el punto de evaporación y posee como objetivo el aumento de la resistencia, afianzar la cohesión y su duración en esta clase de suelos. Por otra parte (Estrada y Pintado, 2019, p.39) en su investigación coincide con los resultados, incorporaron 2%, 4% y 6% de la cal hidratada (4%, 6% y 8%) de los cementos portland tipo I y (4%, 8% y 12%) de cloruro de sodio. Los resultados mostraron que al incrementar la dosis de cloruro de sodio y cemento portland tipo I, la densidad seca también aumenta, y reduce para los porcentajes de 2% y 6% de cal, mientras que se evidencia un incremento en el contenido humedad de los tres aditivos. Para (Ponce, 2018, p.123), los resultados también coinciden en su investigación, en ese sentido en su proyecto fue usado un 5 % de cloruro de calcio en cantidades de suelo, con ello hubo un aumento de proporción en los soportes CBR en los suelos arcillosos que estaba entre 11,80% A 16,50% del cual se observó una mejora de 4,7 % en el que se implementó el CaCl₂. En el suelo de Tipo granular, así mismo se visualizó que los suelos fueron estables y se aumentó el CBR de 22,80% a 43,01%. Por ello se señaló

que los cloruros de calcio muestran mejores comportamientos cuando van a estar en el suelo granular y este porcentaje será de 20,12%. Para (Chindris, 2017, p.247) coincide en que el material de mala condiciones se debe cambiar por un material de óptima calidad, también puede optar por el método de estabilización química. También (Kikut y Baldi, 2020, p.1) coincide en su estudio que utilizar cal como un aditivo en húmedo permite mejoras en la consistencia del asfalto y resistencia contra la humedad. Según (Amaya y Botero, 2021, p.481) el estudio de los parámetros geotécnicos que se ven influenciados por la estabilización de la cal se ha podido acceder a resultados favorables sobre la incorporación de la cal sobre los materiales arcillosos. Para (Murthy y Kavya, 2016, p.569). coincide con los resultados, puesto que al analizar las propiedades del suelo utilizando yeso y NaCl y agregando en diferentes cantidades las sales (15%, 20% y 25%) al suelo para analizar el efecto de sus agentes estabilizadores sobre sus propiedades para la compactación, los límites de consistencia y la resistencia a la compresión concluyó que al aumentar diferentes porcentajes del compuesto químico aumenta la densidad seca máxima y disminuyó el contenido de humedad óptimo. Por otra parte (Bahmyari y Ajdari, 2021, p.452) confirma los resultados y agrega que dentro de los ensayos realizados a la cal y el cemento tuvo un buen comportamiento en la reducción del grado de colapsabilidad del suelo que la puzolana natural. La cantidad óptimo de cal y cemento para controlar la colapsabilidad del suelo fue del 5% en peso.

VI. CONCLUSIONES

- En relación al objetivo general se buscó determinar de qué manera el NaCl mejora las propiedades físico- mecánicas de la estabilización del suelo, Lima- 2022 se determinó la granulometría del material para las propiedades físicas y mecánicas del suelo se determinó la granulometría del material para C-1 M-1 (0.00 – 1.10) un contenido de humedad de 2.1%, en la muestra C-1 M-1 (0.00 – 1.10) la humedad en 1.8% encontrándose entre los parámetros aceptables de 2% – 3.6%; en relación al Límite líquido en la muestra C-1 M-1 (0.00 – 1.10) se tiene un nivel de 23% y para la muestra 2 de 20%, de acuerdo a los Límites de Atterberg. Se precisa que para la clasificación de suelos SUCS se tomó en cuenta la clasificación AASHTO. De acuerdo al estudio granulométrico de la calicata 0+800, se determinó en la muestra C-2 M-1 (0.00 – 1.20) un contenido de humedad de 3%, asimismo en la muestra C-2 M-2 (1.20 – 1.50) la humedad en 1.8%. En la calicata 1+200, se determinó en la muestra C-3 M-1 (0.00 – 1.25) un contenido de humedad de 2.5%, asimismo en la muestra C-3 M-2 (1.25 – 1.50) la humedad en 1.8% encontrándose entre los parámetros aceptables de 2% – 3.6%; en la calicata 1+600, se determinó en la muestra C-4 M-1 (0.00 – 1.15) un contenido de humedad de 3.1%, en relación al Límite líquido en la muestra C-4 M-1 (0.00 – 1.15) se tiene un nivel de 22% y para la muestra 2 de 21%. Por lo tanto, las pruebas de contenidos de humedad, Límite Líquido (Malla N° 40), Límite Plástico (Malla N° 40), y el Índice Plástico (%) se encontraron en los parámetros de la clasificación AASHTO.
- En el ensayo de Proctor Modificado al añadir NaCl, se determinó que en las muestras analizadas Calicata: C-1 M-1 (0 + 400) (0.00 – 1.10) Suelo Natural, Calicata: C-1 M-1 (0 + 800) (0.00 – 1.10) Suelo + 2% de NaCl, Calicata: C-1 M-1 (0 + 800) (0.00 – 1.10) Suelo + 6% de NaCl, Calicata: C-1 M-1 (0 + 800) (0.00 – 1.10) Suelo + 10% de NaCl, Calicata: C-1 M-1 (1 + 200) (0.00 – 1.10) Suelo + 1.25% de Cal, Calicata: C-1 M-1 (1 + 200) (0.00 – 1.10) Suelo + 1.75% de Cal, Calicata: C-1 M-1 (1 + 200) (0.00 – 1.10) Suelo + 1.75% de Cal, Calicata: C-1 M-1 (1 + 600) (0.00 – 1.10) Suelo + 6% NaCl + 1.75% Cal, los resultados obtenidos se encontraron en los parámetros aceptables.

- En cuanto a la determinación de qué manera el NaCl y la cal mejora las propiedades mecánicas de la estabilización del suelo, Lima- 2022, en la prueba 1 donde se añadió 1.25% de Cal, se obtiene una resistencia de 1.60kg/cm²), con una carga de 127 Kg; en la prueba 2 donde se añadió 1.75% de Cal, se obtiene una resistencia de 1.80 kg/cm²), con una carga de 144 kg. Por consiguiente, en la muestra 3 donde se añadió 1.90% de NaCl se obtiene una resistencia de 1.90 kg/cm². Finalmente, se aprecia la compresión no confinada en muestras de suelos, en la prueba 1 donde se añadió 6% de NaCl y 1.75% de Cal, se obtiene una resistencia de 1.90 kg/cm².

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el Cloruro de Sodio (NaCl) y cal por tener los requisitos más importantes para mejorar las propiedades físicas y químicas, son fáciles de obtener, además son materiales que tienen un costo bajo para obtener y su funcionalidad queda demostrada en los ensayos y diferentes antecedentes mostrados
- Para un suelo con baja plasticidad es recomendable utilizar el 6% de NaCl + 1.75% de cal para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, por tal motivo se muestran los resultados de los ensayos y se verifica el éxito de los materiales estudiados.

REFERENCIAS

- ABD EL AAL, Ahmed; ABDULLAH, Gamil. Geotechnical aspects of Alluvial soils at different depths under sodium chloride action, Najran region, Saudi Arabia: Field supported by laboratory tests. 2021.
- ABDULLAH, Gamil MS; AL-ABDUL WAHHAB, Hamad I. Stabilisation of soils with emulsified sulphur asphalt for road applications. *Road Materials and Pavement Design*, 2019, vol. 20, no 5, p. 1228-1242.
- ABBASIANJAHROMI, Hamidreza; AGHEVLI, Shahryar; RAVANSHADNIA, Mehdi. Economic risk assessment of concrete and asphaltic pavements in freeways and highways. *Case Studies in Construction Materials*, 2020, vol. 12, p. e00346.
- ARCHIBONG, G. A., et al. A review of the principles and methods of soil stabilization. *International Journal of Advanced Academic Research| Sciences*, 2020, vol. 6, no 3, p. 2488-9849.
- AFRIN, Habiba. Stabilization of clayey soils using chloride components. *American Journal of Civil Engineering*, 2017, vol. 5, no 6, p. 365-370.
- ABD EL AAL, Ahmed; ABDULLAH, Gamil. Geotechnical aspects of Alluvial soils at different depths under sodium chloride action, Najran region, Saudi Arabia: Field supported by laboratory tests. 2021.
- AL-HOMIDY, Abdullah A.; DAHIM, Mohammed H.; ABD EL AAL, Ahmed K. Improvement of geotechnical properties of sabkha soil utilizing cement kiln dust. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 2017, vol. 9, no 4, p. 749-760.
- AMAYA, Mario E.; BOTERO, Eduardo; OVANDO, Efraín. *Estabilización Química de Suelos del Ex Lago de Texcoco y su Uso como Relleno*. 2019.

- ABDULLAH, Hayder H.; SHAHIN, Mohamed A.; WALSKE, Megan L. Geo-mechanical behavior of clay soils stabilized at ambient temperature with fly-ash geopolymer-incorporated granulated slag. *Soils and Foundations*, 2019, vol. 59, no 6, p. 1906-1920.

- AMAYA, Mario E.; BOTERO, Eduardo; OVANDO, Efraín. Óxido de calcio en la estabilización de suelos arcillosos. 2018.

- ÁVILA CHÁVEZ, Karina Margarita. Análisis y evaluación de la subrasante aplicando métodos de estabilización con cal y cloruro de calcio, en la carretera tramo Huamachuco-Cajabamba, caserío San Miguel, distrito Marcabal, provincia de Sánchez Carrión-la Libertad. 2021.

- ARIAS-GÓMEZ, Jesús; VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel; NOVALES, María Guadalupe Miranda. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 2016, vol. 63, no 2, p. 201-206.

- ARMAS, Yeimi Viviana Noriega; ARROYO, Junior Arturo Vives; PÉREZ, Sócrates Pedro Muñoz. Uso de estabilizadores de suelo: Una revisión del impacto al corte y asentamiento. *Avances Investigación en Ingeniería*, 2022, vol. 19, no 1.

- BARRIENTOS SEDANO, Juan. Aplicación de Cal en la Sub Rasante para Evaluar. la Transitabilidad en el Distrito de Rosario-Acobamba-Huancavelica. 2021.

- BABU, Nivetha; POULOSE, Emy. Effect of lime on soil properties: A review. *microbiology*, 2018, vol. 5, no 11.

- CABRERA, Santiago Pedro, et al. Bloques de Tierra Comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión. *Revista hábitat sustentable*, 2020, vol. 10, no 2, p. 70-81.

- CABRERA SERRANO, Lino; DIOS MURGUIA, Deivis. Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada con la aplicación de cloruro de calcio en la avenida Pradera, urbanización La Pradera-Pimentel-Chiclayo-Lambayeque. 202

- CABRERA, Santiago Pedro, et. Bloques de Tierra Comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión. Revista hábitat sustentable, 2020, vol. 10, no, p. 70-81.

- BAUTISTA, Luis Eduardo Cock; GONZALO, Andrés Flechas. Revisión bibliográfica del aprovechamiento de lodos resultantes en el proceso de purificación de la sal: un acercamiento al comportamiento mecánico del lodo al interior de una mezcla de mortero de cemento hidráulico. Revista Imaginario Social, 2020, vol. 3, no 2.

- CHIRINOS, Enrique; RODRIGUEZ, Ernesto; MUÑOZ, Sócrates. MÉTODOS ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA MEJORAR EL CBR CON FINES DE PAVIMENTACIÓN: UNA REVISIÓN LITERARIA. Suelos Ecuatoriales, 2021, vol. 51, no 1, p. 72-92.

- DURÉ, Luis, et al. Efecto de la temperatura de cura en suelos dispersivos estabilizados con cal y reforzados con fibra de polipropileno en términos de resistencia y durabilidad. 2018.

- EMARAH, Dina A.; SELEEM, Safwat A. Swelling soils treatment using lime and sea water for roads construction. Alexandria engineering journal, 2018, vol. 57, no 4, p. 2357-2365.

- Esteban, N, N.T. (2018). Tipos de investigación. Universidad Santo Domingo de Guzmán. Repositorio Institucional.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIS_5b55a9811d9ab27b8e45c193546b0187/Details

- ESTRADA ARANA, Frank José; PINTADO ESTRADA, Jhan Franco. Capacidad portante (CBR) del suelo del sector 9 de Cajamarca, incorporando 2%, 4% y 6% de cal hidratada, 4%, 6% y 8% de cemento portland tipo iy 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio. 2019.

- GADOURI, Hamid; HARICHANE, Khelifa; GHRICI, Mohamed. Assessment of sulphates effect on the classification of soil–lime–natural pozzolana mixtures based on the Unified Soil Classification System (USCS). *International Journal of Geotechnical Engineering*.

- GUTTIKONDA, Ramkumar; ABHILASH, Nadakuditi. *Stabilization of Black Cotton Soil Using Sodium Chloride*. 2018

- GHAVAMI, Sadegh, et al. Influence of sodium chloride on cement kiln dust-treated clayey soil: strength properties, cost analysis, and environmental impact. *Environment, Development and Sustainability*, 2021, vol. 23, no 1, p. 683-702.

- JAFER, Hassnen, et al. The development of an ecofriendly binder containing high volume of cement replacement by incorporating two by-product materials for the use in soil stabilization. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 2021, vol. 30.

- HANEGBI, Nadav; KATRA, Itzhak. A clay-based geopolymer in loess soil stabilization. *Applied Sciences*, 2020, vol. 10, no 7, p. 2608.

- HAN, Shaoyang, et al. Laboratory study on improvement of expansive soil by chemically induced calcium carbonate precipitation. *Materials*, 2021, vol. 14, no 12, p. 3372.

- MENDOZA, Sandra Hernandez, et al. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 2020, vol. 9, no 17, p. 51-53.

- CCALA MERMA, David; GARCÍA LEÓN, Angel Jeanpierre. Efecto del uso de cloruro de sodio en la estabilización de suelos, caso: Guadalupito, 2021. 2021.

- CANO, Fredy Alexander Muñoz; MONTROYA, Cesar Augusto Hidalgo. Caracterización hidráulica de un suelo residual estabilizado con polvo de ladrillo y residuos de cal
Hydraulic characterization of a stabilized residual soil with brick dust and lime waste. (2016

- KAMARUDDIN, Fatin Amirah, et al. Improvement of marine clay soil using lime and alkaline activation stabilized with inclusion of treated coir fibre. *Applied Sciences*, 2020, vol. 10, no 6, p. 2129.

- KHAZAEI, Jahangir; MOAYEDI, Hossein. Soft expansive soil improvement by eco-friendly waste and quick lime. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 2019, vol. 44, no 10, p. 8337-8346.

- LARREA OLIVERO, Bárbara Romina; RIVAS CAJO, Juan Carlos. Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio. 2019.

- LÓPEZ-ACOSTA, Norma Patricia, et al. Mechanical characterization of deformable cells in control piles. *Soils and Foundations*, 2020, vol. 60, no 1, p. 139-154.

- MAHEDI, Masrur; CETIN, Bora; WHITE, David J. Cement, lime, and fly ashes in stabilizing expansive soils: performance evaluation and comparison. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2020, vol. 32, no 7, p. 04020177.

- MAKEEN, Gehad Mohamed Hossam; AWAD, Samir Ahmed; DILAWAR, Hina. Amelioration of Soil Expansion Using Sodium Chloride with Long-Term Monitoring of Microstructural and Mineralogical Alterations. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 2021, vol. 46, no 5, p. 4461-4476.

- MORALES VELASQUEZ, Tatiana; MARTIN MAYO, Ruth. Análisis comparativo entre los aditivos oxido de calcio y cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de suelos arcillosos-Huánuco 2019. 2019.

- MOAYYERI, Neda; OULAPOUR, Masoud; HAGHIGHI, Ali. Study of geotechnical properties of a gypsiferous soil treated with lime and silica fume. *Geomech. Eng*, 2019, vol. 17, no 2, p. 195-206.

- MOALE QUISPE, Alexandra Brigitte; RIVERA JUSTO, Ebdy Josias. Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica. 2019.

- HEZMI, Muhammad Azril, et al. Compaction characteristics of lime-treated tropical soil. En IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2019. p. 012007.

- MKHONZA, N. P.; BUTHELEZI-DUBE, N. N.; MUCHAONYERWA, P. Effects of lime application on nitrogen and phosphorus availability in humic soils. Scientific reports, 2020, vol. 10, no 1, p. 1-12

- CONSOLI, Nilo Cesar; SALDANHA, Rodrigo Beck; SCHEUERMANN FILHO, Hugo Carlos. Short-and long-term effects of sodium chloride on strength and durability of coal fly ash stabilized with carbide lime. Canadian Geotechnical Journal, 2019, vol. 56, no 12, p. 1929-1939.

- NOROUZIAN, Kamyar; ABBASI, Nader; KOUPAI, Jahangir Abedi. Evaluation of softening of clayey soil stabilized with sewage sludge ash and lime. Civil Engineering Journal, 2018, vol. 4, no 4, p. 743-754.

- PALOMINO SALDAÑA, Yelsin Edilberto. Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice California Bearing Ratio (CBR) de un suelo arcilloso, Cajamarca 2016. 2016.

- POZO D. Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera Tramo Cruce El Porongo - Aeropuerto - Cajamarca. 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8216>

- PONCE CRISPÍN, Daisy Kenia. Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha-Puyhuan Grande-Huancavelica. 2017.

- QUISPE CHUQUILLANQUI, Waldir Jesús Lee. Estabilización de subrasante de vías en suelos expansivos con cloruro de sodio-Avenida Jacinto Ibarra, distrito de Chilca-Huancayo 2020. 2020.
- QUIROZ ALCÁNTARA, Alexander. Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque. 2020.
- RIVERA, Jhonathan F., et al. Estabilización química de suelos-Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). Informador técnico, 2020, vol. 84, no 2, p. 202-226.
- SALCEDO ESPINOZA, Melissa Soledad. Caracterización del uso de estabilizantes químicos para mejorar la capacidad portante del pavimento a nivel de afirmado y propuesta de aplicación, Cajamarca 2021. 2022.
- SATO MUJICA, Iroshka Alexandra. Efecto del polímero en la mezcla del material para el tratamiento superficial del piso de los circuitos de tránsito peatonal del Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu-Cusco 2021. 2021
- SHIRMOHAMMADI, Sarah, et al. Effect of lime stabilization and partial clinoptilolite zeolite replacement on the behavior of a silt-sized low-plasticity soil subjected to freezing-thawing cycles. Coatings, 2021, vol. 11, no 8, p. 994.
- SILVESTRE SUÁREZ, Juan Miguel. Análisis Comparativo de los efectos del Agua de Mar y de Cal en la Estabilización de Suelos Arcillosos en Calles que conforman el Barrio 2 de noviembre de la Comuna Engabao perteneciente al Cantón Playas Provincia del Guayas. 2018. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias
- REITERMAN, Pavel, et al. Utilization of concrete slurry waste for soil stabilization. Case Studies in Construction Materials, 2022, vol. 16, p. e00900.

- ANGULO ROLDAN, Mariselva; Zavaleta Papa, Cintia Nicol. Estabilización De Suelos Arcillosos Con Cal Para El Mejoramiento De Las Propiedades Fisico-Mecánicas Como Capa De Rodadura En La Prolongación Navarro Cauper, Distrito San Juan-Maynas-Iquitos, 2019. 2021.

- ZAPATA, Julio César Tique, et al. Comparación del rendimiento de dos agentes químicos en la estabilización de un suelo arcilloso. Espacio I+ D, Innovación más desarrollo, 2019, vol. 8, no 20.

- VELASQUEZ QUISPE, Omar Ruben. Estabilización de suelos arcillosos de subrasante incorporando cal y cloruro de sodio, carretera Titilaca-Santa Rosa, Puno, 2021. 2021.

- QUISPE HUAMAN, Raul Jhosias Jhafeth; RODRÍGUEZ HUAMAN, Luis. Mejoramiento del suelo arenoso y limoso con Cloruro de Sodio y Cal para sub rasante con pruebas de CBR-Cusco 2020. 2020.

- YANQUI QUISPE, Miguel Angel. Efecto de la adición de polímero bicomponente, en las propiedades físicas y mecánicas de arcillas expansivas del sector de Ccapac Modo-Cusco, 2021. 2021.

- DHEYAB, Wisam, et al. Soil Stabilization with geopolymers for low cost and environmentally friendly construction. GEOMATE Journal, 2019, vol. 17, no 63, p. 271- 280.

- GARZÓN PINTO, Néstor Andrés; LUGO MESA, Laura Isabel. Análisis geomecánico de un material granular estabilizado con ceniza vegetal y cal; para su uso en las vías terciarias del corregimiento de caño chiquito en Paz Ariporo, Casanare. 2019

- TORRES, R. H. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta. 2019.

- SALDANHA, Rodrigo Beck, et al. Physical-mineralogical-chemical characterization of carbide lime: An environment-friendly chemical additive for soil stabilization. J. Mater. Civ. Eng, 2018, vol. 30, no 6, p. 06018004.

- RAMOS PINEDA, Camilo Andrés; GÓMEZ RODRÍGUEZ, Dustin Tahisin; CARRANZA ABELLÁ, Yeimmy. Revisión documental, una herramienta para el mejoramiento de las competencias de lectura y escritura en estudiantes universitarios. 2016

- SALDANHA, Rodrigo Beck, et al. Technical and environmental performance of eggshell lime for soil stabilization. *Construction and Building Materials*, 2021, vol. 298, p. 123648.

- VALLEJOS, Carlos Magno Chavarry; MERINO, Rosario Almendra Figueroa; TEJADA, Rossy Esthefany Reynaga. Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 2020, vol. 5, no 6, p. 40-69.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variable independiente Estabilización desuelos	Procedimiento en el que se agrega un material u otros elementos químicos a un suelo natural para mejorar una o más de sus propiedades.	Aplica ensayos que agrega diferentes dosificaciones de NaCl y cal.	NaCl	2% Dosificación	Balanza
				6% Dosificación	
				10% Dosificación	
			cal	1.25% Dosificación	
				1.75% Dosificación	
				1.90% Dosificación	
Variable dependiente Mejora de propiedades físico- mecánica	Características requeridas del suelo.	Estabilidad y mayor resistencia por medio de clasificación de suelos, límites líquido, plástico y plasticidad. También las mecánicas, como d Máx valor PROCTOR y c MÁX, los cuales se determinarán con los ensayos: Análisis granulométrico, y ensayos.	Propiedades físicas	Clasificación de suelos	Análisis granulométrico
				Lim. Líquido	Límite de plasticidad
				Lim. plástico	
			Lim. plasticidad		
			Propiedades mecánicas	Densidad Máx. Seca (d Máx.)	Ensayos
				Humedad optimo valor PROCTOR Capacidad portante (c Max)	

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
<p>General</p> <p>¿De qué manera el NaCl y la cal mejora las propiedades físico-mecánicas de la estabilización del suelo, Lima - 2022?</p>	<p>General</p> <p>Determinar de qué manera el NaCl y la cal mejora las propiedades físico-mecánicas de la estabilización del suelo, Lima-2022</p>	<p>General</p> <p>Las dosificaciones de NaCl y la cal mejoran las propiedades físico-mecánicas de la estabilización del suelo, Lima - 2022</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Estabilización de suelos</p>	<p>NaCl</p> <p>cal</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Experimental</p>
<p>Específicos</p> <p>(1) ¿De qué manera el NaCl y la cal mejora las propiedades físicas de la estabilización del suelo, Lima - 2022?; (2) ¿De qué manera el NaCl y la cal mejora las propiedades mecánicas de la estabilización del suelo, Lima - 2022?</p>	<p>Específicos</p> <p>(1) Determinar de qué manera el NaCl y la cal mejora las propiedades físicas de la estabilización del suelo, Lima-2022;</p> <p>(2) Determinar de qué manera el NaCl y la cal mejora las propiedades mecánicas de la estabilización del suelo, Lima-2022.</p>	<p>Específicas</p> <p>(1) Las dosificaciones de NaCl y la cal mejoran las propiedades físicas de la estabilización del suelo, Lima - 2022;</p> <p>(2) Las dosificaciones de NaCl y la cal mejora las propiedades mecánicas de la estabilización del suelo, Lima - 2022.</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>Mejora de propiedades físico-mecánicas</p>	<p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Corte: Longitudinal</p> <p>Técnica: Observacion</p> <p>Instrumento: Ficha de registro de Datos</p>

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

MUESTRA: Cloruro de Sodio

SOLICITANTE: Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

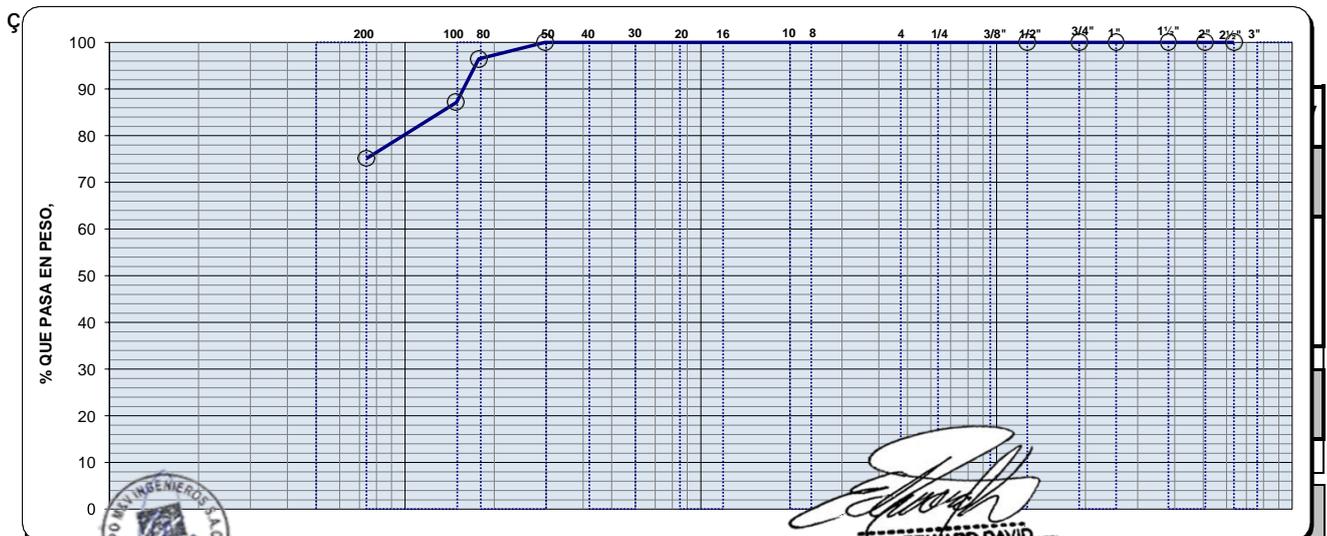
FECHA : 14.10 a 15.10.2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E - 107)**

MUESTRA :

PROF.

Tamiz		Material retenido				Especificaciones		Descripción
Ø		Peso	Retenido	Acumulado	Pasante	min.	max.	
Pulgada	mm	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
3"	76.20							Humedad (%) 0.20
2 1/2"	63.50							Grava (%)
2"	50.80							Arena (%) 69.5
1 1/2"	38.10							
1"	25.40							Pasante N° 200 (%) 69.5
3/4"	19.05							Peso Inicial (gr) 780.0
1/2"	12.70							Peso lavado (gr) 780.0
3/8"	9.53							
¼"	6.35							
N° 4	4.76							
N° 6	3.36							
N° 8	2.38							
N° 10	2.00							
N° 16	1.19							
N° 20	0.84							
N° 30	0.59							
N° 40	0.43							
N° 50	0.30				100.0			
N° 80	0.18	101.0	12.9	12.9	87.1			
N° 100	0.15	42.5	5.4	18.4	81.6			
N° 200	0.074	94.5	12.1	30.5	69.5			
Bandeja		542.0	69.5	100.0	0.0			



Pulgada	mm	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	Hum.
3	76.20							0.85
2 1/2"	63.50							

Coop. San Miguel Mz. D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.

Telfax: (511) 772-2778 Celular RPC (511) 947 789 986 (WhatsApp) / ENTEL 983 336 255 (WhatsApp)

LIMA-PERU

myv_ingsac@hotmail.com

grupomyv.ingsac@gmail.com

www.ingenieros.com

3/4"	19.05							Peso Inicial (gr) 685.0
------	-------	--	--	--	--	--	--	-------------------------

1/2"	12.70						Peso lavado (gr)	685.0
3/8"	9.53							
1/4"	6.35							
Nº 4	4.76							
Nº 6	3.36							
Nº 8	2.38							
Nº 10	2.00							
Nº 16	1.19							
Nº 20	0.84							
Nº 30	0.59							
Nº 40	0.43							
Nº 50	0.30				100.0			
Nº 80	0.18	24.0	3.5	3.5	96.5			
Nº 100	0.15	64.0	9.3	12.8	87.2			
Nº 200	0.074	82.4	12.0	24.9	75.1			
Bandeja		514.6	75.1	100.0				

INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2022 - M&V/JMI

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO DE TESIS : "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y CAL para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

FECHA DE RECEPCIÓN : 14.09.2022

MUESTRA : SUELO

IDENTIFICACIÓN : Calicata.

CANTIDAD : 55.0 Kg

PRESENTACIÓN : Saco.

FECHA ENSAYO : 15.09.2022

MALLAS		DENOMINACIÓN	0+ 400						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)		C-1 M-1 (0.00 - 1.10)		C-1 M-2 (1.10 - 1.50)				
		NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)	RET (%)	PASA (%)			
3"	76.200	MTC E-107 (2000)							
2 1/2"	63.500								
2"	50.800				100				
1 1/2"	38.100			3	97				
1"	25.400			6	91				
3/4"	19.050			4	87		100		
1/2"	12.700			5	82	5	95		
3/8"	9.525			8	74	8	87		
1/4"	6.350			6	68	6	81		
N° 4	4.760			4	64	4	77		
N° 6	3.360			3	61	2	75		
N° 8	2.380			3	58	5	70		
N° 10	2.000			4	54	7	63		
N° 16	1.190			5	49	7	56		
N° 20	0.840			4	45	8	48		
N° 30	0.590			5	40	7	41		
N° 40	0.426			4	36	4	37		
N° 50	0.297			3	33	5	32		
N° 80	0.177			11	22	15	17		
N° 100	0.149			3	19	4	13		
N° 200	0.074		2	17	2	11			
- N° 200	-		17	-	11	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.127 (1 999)	2.1		1.8				
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)	23		20				
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)	21		NP				
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129 (1 999)	2		NP				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)		NTP 339.134 (1 999)	SM		SP-SM				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)		NTP 339.135 (99)	A-1-b (0)		A-1-b (0)				

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 14.09.2022
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 264762

Lima, 05 de Octubre del 2022

M&V (1/40)
 mhr/jms/kra
 O.S. N° 161

INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2022 - M&V/JMI

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO DE TESIS : "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

FECHA DE RECEPCIÓN : 14.09.2022

MUESTRA : SUELO

IDENTIFICACIÓN : Calicata.

CANTIDAD : 75.0 Kg

PRESENTACIÓN : Saco.

FECHA ENSAYO : 15.09.2022

MALLAS		DENOMINACIÓN	0+ 800						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)		C-2 M-1 (0.00 - 1.20)		C-2 M-2 (1.20 - 1.50)				
		NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)	RET (%)	PASA (%)			
3"	76.200	MTC E-107 (2000)							
2 1/2"	63.500								
2"	50.800			100					
1 1/2"	38.100			5	95				
1"	25.400			4	91		100		
3/4"	19.050			6	85	3	97		
1/2"	12.700			7	78	4	93		
3/8"	9.525			8	70	7	86		
1/4"	6.350			7	63	5	81		
N° 4	4.760			5	58	5	76		
N° 6	3.360			2	56	3	73		
N° 8	2.380			3	53	4	69		
N° 10	2.000			2	51	6	63		
N° 16	1.190			4	47	7	56		
N° 20	0.840			5	42	7	49		
N° 30	0.590			4	38	6	43		
N° 40	0.426			3	35	5	38		
N° 50	0.297			4	31	4	34		
N° 80	0.177			12	19	17	17		
N° 100	0.149			2	17	4	13		
N° 200	0.074		2	15	4	9			
- N° 200	-		15	-	9	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.127 (1 999)	3		1.8				
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)	22		21				
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)	20		NP				
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129 (1 999)	2		NP				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)		NTP 339.134 (1 999)	SM		SP-SM				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)		NTP 339.135 (99)	A-1-b (0)		A-1-b (0)				

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 14.09.2022
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 264762

Lima, 05 de Octubre del 2022

M&V (2/40)
 mhr/jms/kra
 O.S. N° 161

INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2022 - M&V/JMI

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO DE TESIS : "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

FECHA DE RECEPCIÓN : 14.09.2022

MUESTRA : SUELO

IDENTIFICACIÓN : Calicata.

CANTIDAD : 85.0 Kg

PRESENTACIÓN : Saco.

FECHA ENSAYO : 15.09.2022

MALLAS		DENOMINACIÓN	1+200						
			C-3 M-1 (0.00 - 1.25)		C-3 M-2 (1.25 - 1.50)				
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)	RET (%)	PASA (%)			
3"	76.200	MTC E-107 (2000)							
2 1/2"	63.500								
2"	50.800			100					
1 1/2"	38.100			3	97	4	100		
1"	25.400			5	92	6	96		
3/4"	19.050			7	85	8	90		
1/2"	12.700			8	77	9	85		
3/8"	9.525			6	71	7	79		
1/4"	6.350			8	63	6	73		
N° 4	4.760			6	57	5	68		
N° 6	3.360			3	54	4	64		
N° 8	2.380			4	50	3	61		
N° 10	2.000			5	45	5	56		
N° 16	1.190			2	43	6	50		
N° 20	0.840			3	40	5	45		
N° 30	0.590			3	37	4	41		
N° 40	0.426			4	33	6	35		
N° 50	0.297			3	30	3	32		
N° 80	0.177			10	20	15	17		
N° 100	0.149			2	18	3	14		
N° 200	0.074		2	16	4	10			
- N° 200	-		16	-	10	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.127 (1 999)	2.5		1.8				
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)	21		21				
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)	20		NP				
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129 (1 999)	1		NP				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)		NTP 339.134 (1 999)	GM		SP-SM				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)		NTP 339.135 (99)	A-1-b (0)		A-1-b (0)				

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 14.09.2022
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 264762

Lima, 05 de Octubre del 2022

M&V (3/40)
 mhr/jms/kra
 O.S. N° 161

INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2022 - M&V/JMI

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO DE TESIS : "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

FECHA DE RECEPCIÓN : 14.09.2022

MUESTRA : SUELO

IDENTIFICACIÓN : Calicata.

CANTIDAD : 90.0 Kg

PRESENTACIÓN : Saco.

FECHA ENSAYO : 15.09.2022

MALLAS		DENOMINACIÓN	1+600						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)		C-4 M-1 (0.00 - 1.15)		C-4 M-2 (1.25 - 1.15)				
		NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)	RET (%)	PASA (%)			
3"	76.200	MTC E-107 (2000)							
2 1/2"	63.500								
2"	50.800			100					
1 1/2"	38.100			2	98	100			
1"	25.400			4	94	5	95		
3/4"	19.050			8	86	4	91		
1/2"	12.700			9	77	4	87		
3/8"	9.525			5	72	5	82		
1/4"	6.350			7	65	4	78		
N° 4	4.760			5	60	4	74		
N° 6	3.360			4	56	5	69		
N° 8	2.380			3	53	4	65		
N° 10	2.000			4	49	5	60		
N° 16	1.190			3	46	5	55		
N° 20	0.840			4	42	6	49		
N° 30	0.590			4	38	5	44		
N° 40	0.426			3	35	5	39		
N° 50	0.297			4	31	4	35		
N° 80	0.177			11	20	16	19		
N° 100	0.149			3	17	3	16		
N° 200	0.074		2	15	3	13			
- N° 200	-		15	-	13	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.127 (1 999)	3.1		1.8				
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)	22		21				
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)	21		NP				
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129 (1 999)	1		NP				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)		NTP 339.134 (1 999)	SM		SM				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)		NTP 339.135 (99)	A-1-b (0)		A-1-b (0)				

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 14.09.2022
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 264762

Lima, 05 de Octubre del 2022

M&V (4/40)
 mhr/jms/kra
 O.S. N° 161

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez
PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"
UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)
IDENTIFICACIÓN : 0+ 400
FECHA : 15/09/2022

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
Muestra : SUMERGIDO
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C -91
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.026
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.2

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.026	1.865	1.715
Contenido de Humedad	7.2	7.1	7.2

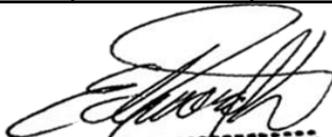
c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	195	1000	19.5
II	0.1	115	1000	11.5
III	0.1	46	1000	4.6

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 19.5 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 14.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

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



**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
Ingeniero Civil
CIP N° 284762

LSP (5/31)
cafc/vrc
O.S. N°161



Lima, 05 de Octubre del 2022

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

IDENTIFICACIÓN : 0+ 400

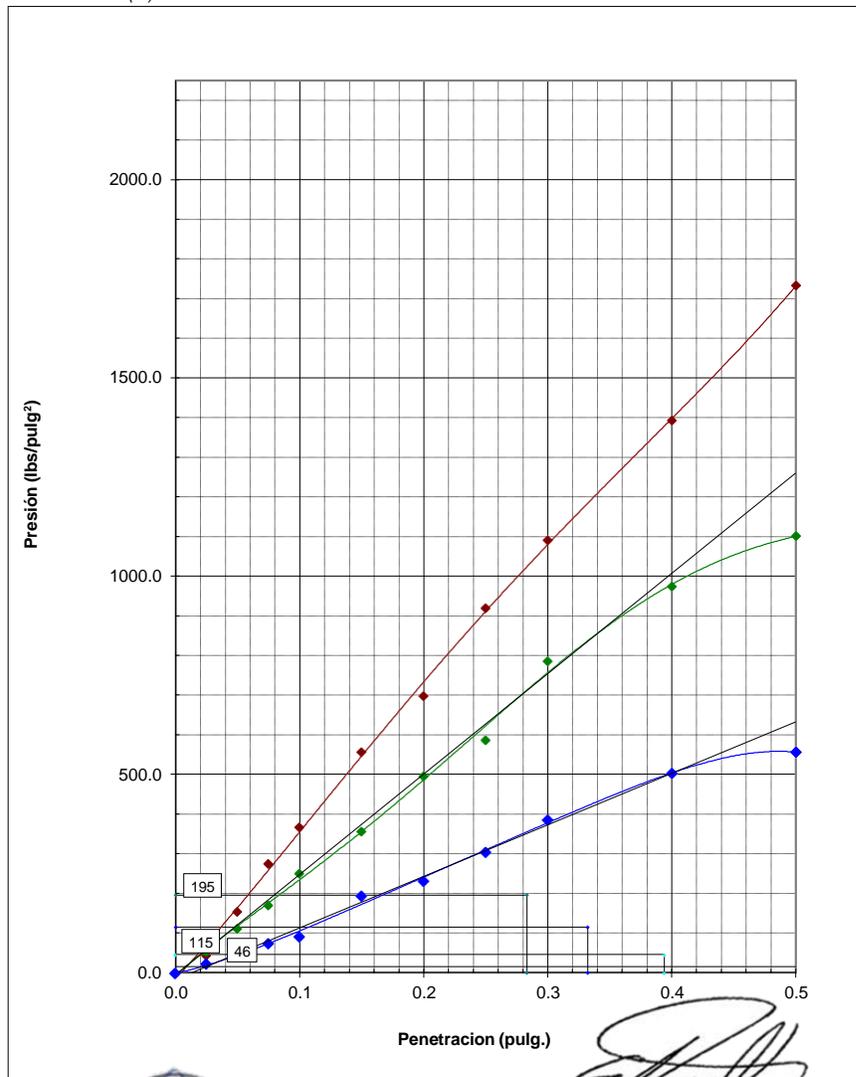
FECHA : 15/09/2022

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)

Muestra : SUMERGIDO :

Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (6/31)
cafc/vrc
O.S. N°161



Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 284782

Lima, 05 de Octubre del 2022

Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

myv_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myvingenieros.com
www.ingenieros.com

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

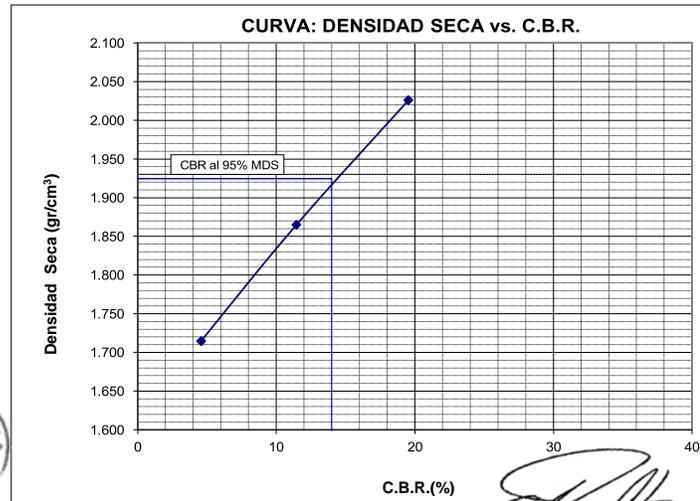
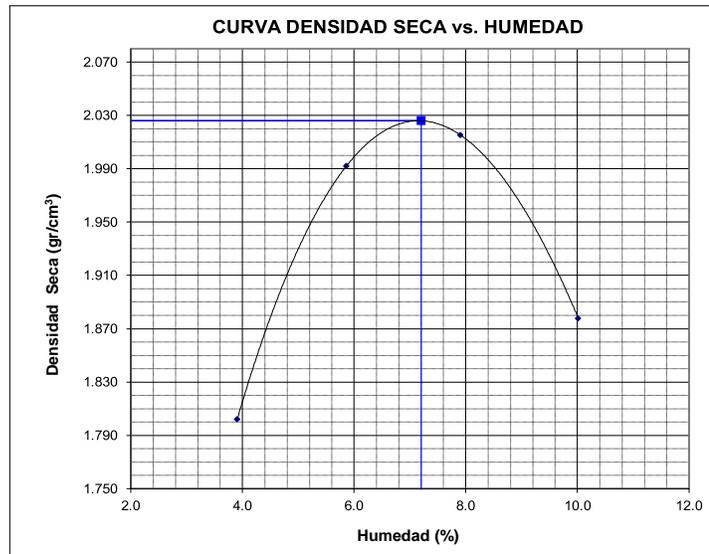
IDENTIFICACIÓN : 0+ 400

FECHA : 15/09/2022

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

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.026
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.2
 CBR al 100% de la MDS (%) : 19.5
 CBR al 95% de la MDS (%) : 14.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (7/31)
 cafc/vrc
 O.S. N°161

Lima, 05 de Octubre del 2022

Edward David Hernández Vasquez
**EDWARD DAVID
 HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 284762

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez
PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"
UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)
IDENTIFICACIÓN : 0+800 suelo + 2% de NaCl
FECHA : 15/09/2022

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C -91
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.070
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 7.4

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.070	1.883	1.745
Contenido de Humedad	7.4	7.3	7.4

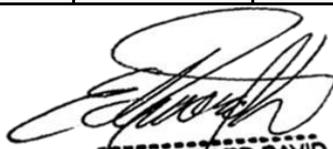
c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	313	1000	31.3
II	0.1	150	1000	15.0
III	0.1	43	1000	4.3

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 31.3 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 22.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

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



**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
Ingeniero Civil
CIP N° 264762

LSP (8/31)
cafc/vrc
O.S. N°161



Lima, 05 de Octubre del 2022

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

IDENTIFICACIÓN : 0+800 suelo + 2% de NaCl

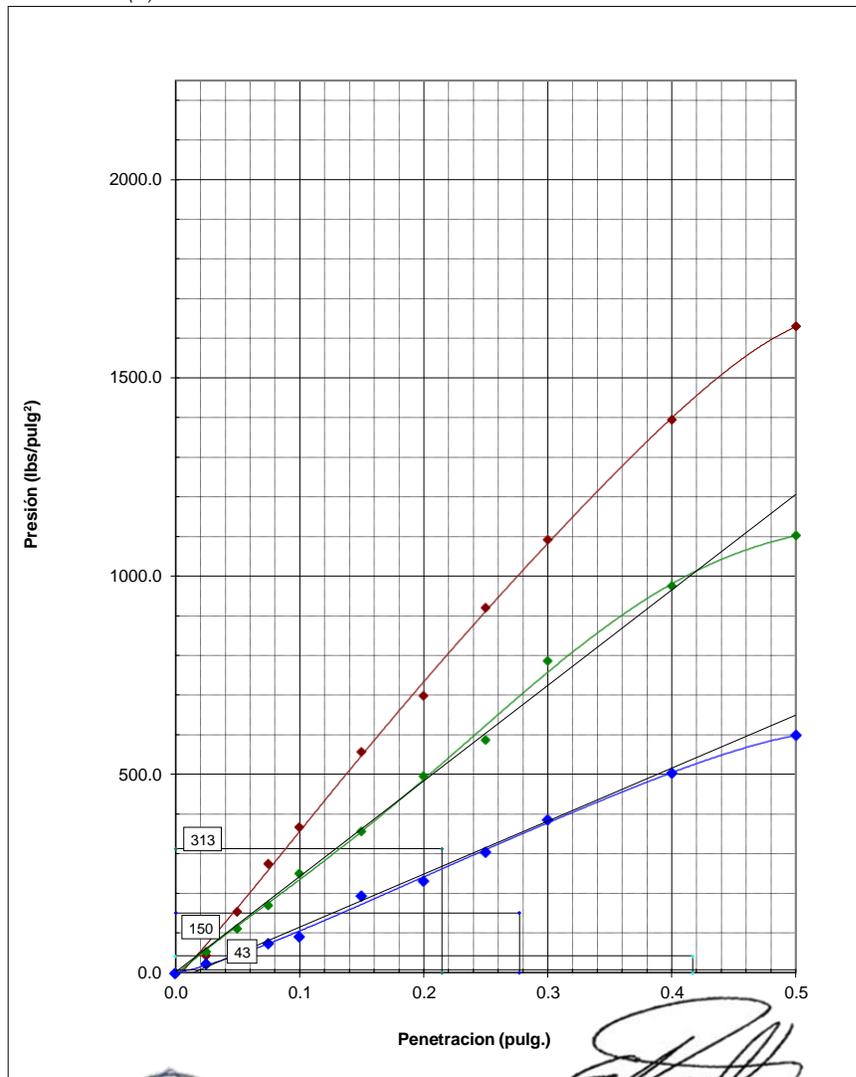
FECHA : 15/09/2022

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)

Muestra : SUMERGIDO :

Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (9/31)
cafc/vrc
O.S. N°161



Lima, 05 de Octubre del 2022

Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 284762

Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

myv_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myvingenieros.com
www.ingenieros.com

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

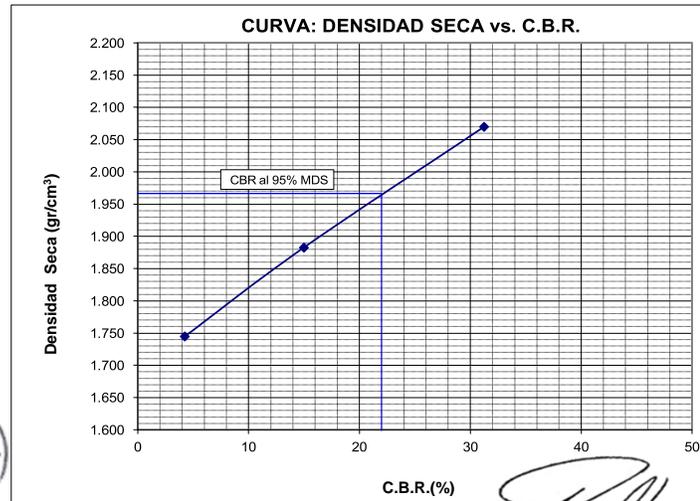
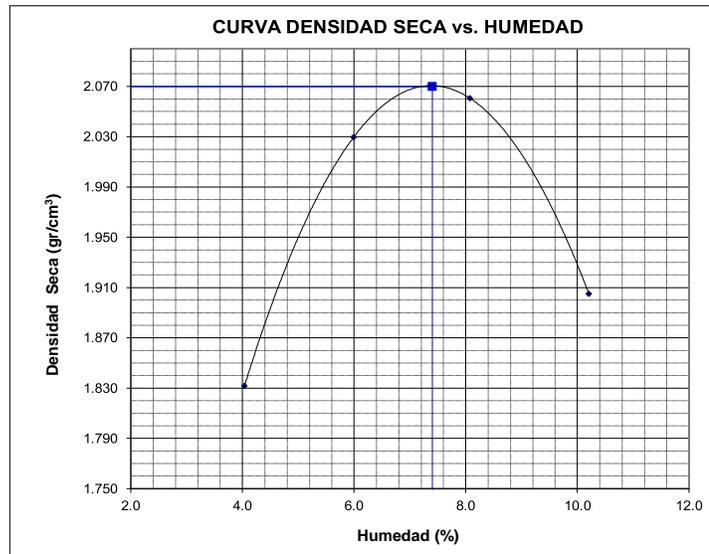
IDENTIFICACIÓN : 0+800 suelo + 2% de NaCl

FECHA : 15/09/2022

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

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.070
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.4
 CBR al 100% de la MDS (%) : 31.3
 CBR al 95% de la MDS (%) : 22.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (10/31)
 cafc/vrc
 O.S. N°161

Lima, 05 de Octubre del 2022

Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
 HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 284762

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez
PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"
UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)
IDENTIFICACIÓN : 0+800 suelo + 6% de NaCl
FECHA : 15/09/2022

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
Muestra : SUMERGIDO
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

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

b).- Compactación de moldes

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

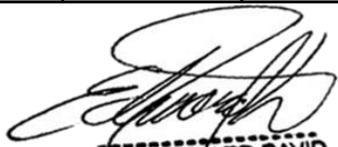
c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	370	1000	37.0
II	0.1	252	1000	25.2
III	0.1	145	1000	14.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 37.0 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 30.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

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



**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
Ingeniero Civil
CIP N° 284762



Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

myv_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.ingenieros.com

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

IDENTIFICACIÓN : 0+800 suelo + 6% de NaCl

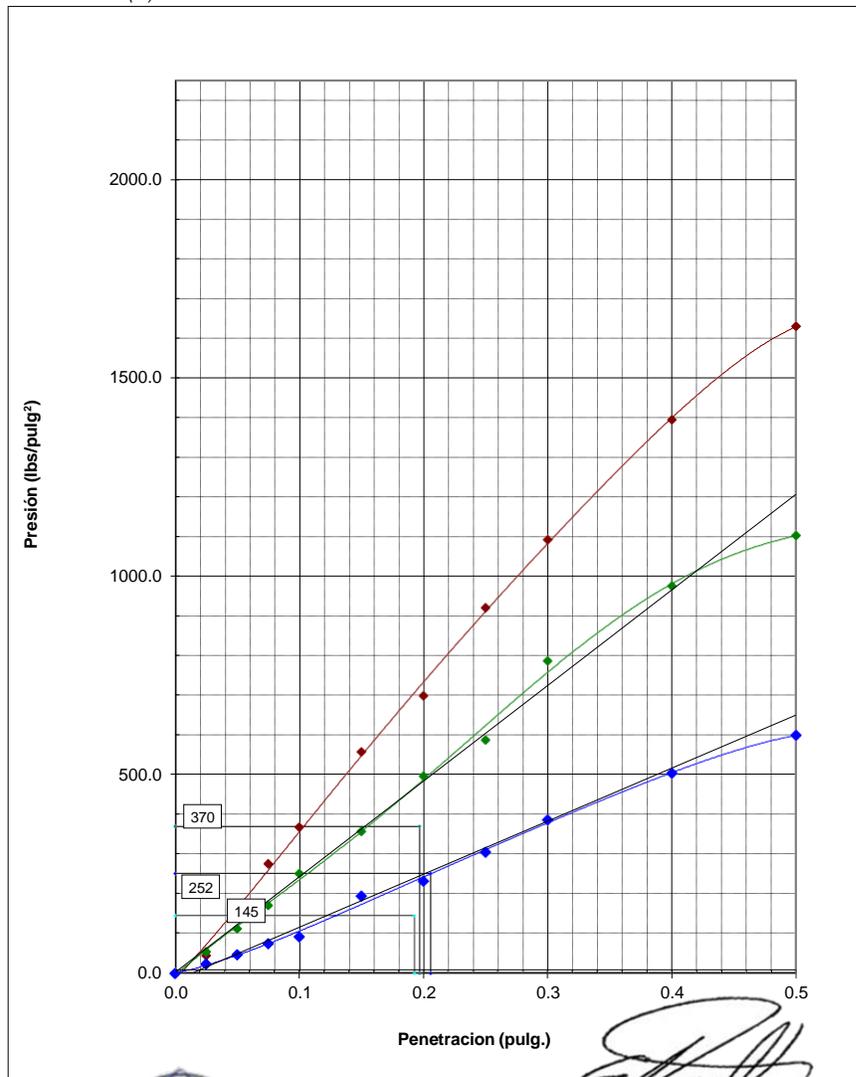
FECHA : 15/09/2022

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)

Muestra : SUMERGIDO :

Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (12/31)
cafc/vrc
O.S. N°161



Lima, 05 de Octubre del 2022

Edward David Hernandez Vasquez
EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ
Ingeniero Civil
CIP N° 284762

Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

myv_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myvingenieros.com
www.ingenieros.com

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

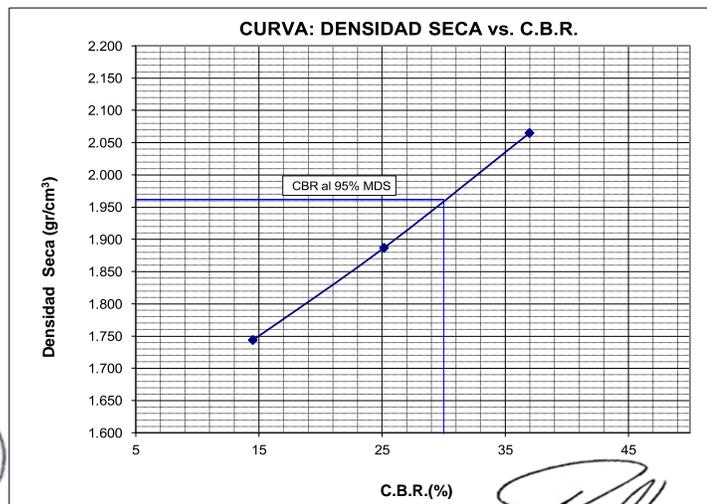
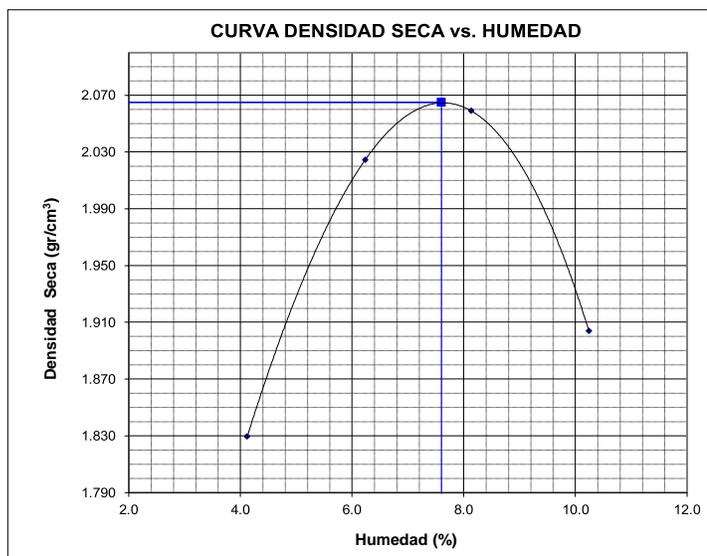
IDENTIFICACIÓN : 0+800 suelo + 6% de NaCl

FECHA : 15/09/2022

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

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	: 2.065
Óptimo Contenido de Humedad (%)	: 7.6
CBR al 100% de la MDS (%)	: 37.0
CBR al 95% de la MDS (%)	: 30.0

Calicata	: C-1 M-1	(0.00 - 1.10)
Muestra	: SUMERGIDO	
Prof.(m)	: CURADO 3 DIAS	



LSP (13/31)
cafc/vrc
O.S. N°161

Lima, 05 de Octubre del 2022

Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
Ingeniero Civil
CIP N° 284762

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez
PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"
UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)
IDENTIFICACIÓN : 0+800 suelo + 10% de NaCl
FECHA : 15/09/2022

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C -91
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.063
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 7.8

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.063	1.885	1.744
Contenido de Humedad	7.8	7.8	7.7

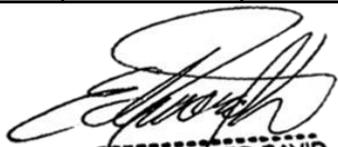
c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	440	1000	44.0
II	0.1	284	1000	28.4
III	0.1	154	1000	15.4

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

d).- Expansión(%) : 0.00

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



**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
Ingeniero Civil
CIP N° 284762



Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

myv.ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.ingenieros.com

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

IDENTIFICACIÓN : 0+800 suelo + 10% de NaCl

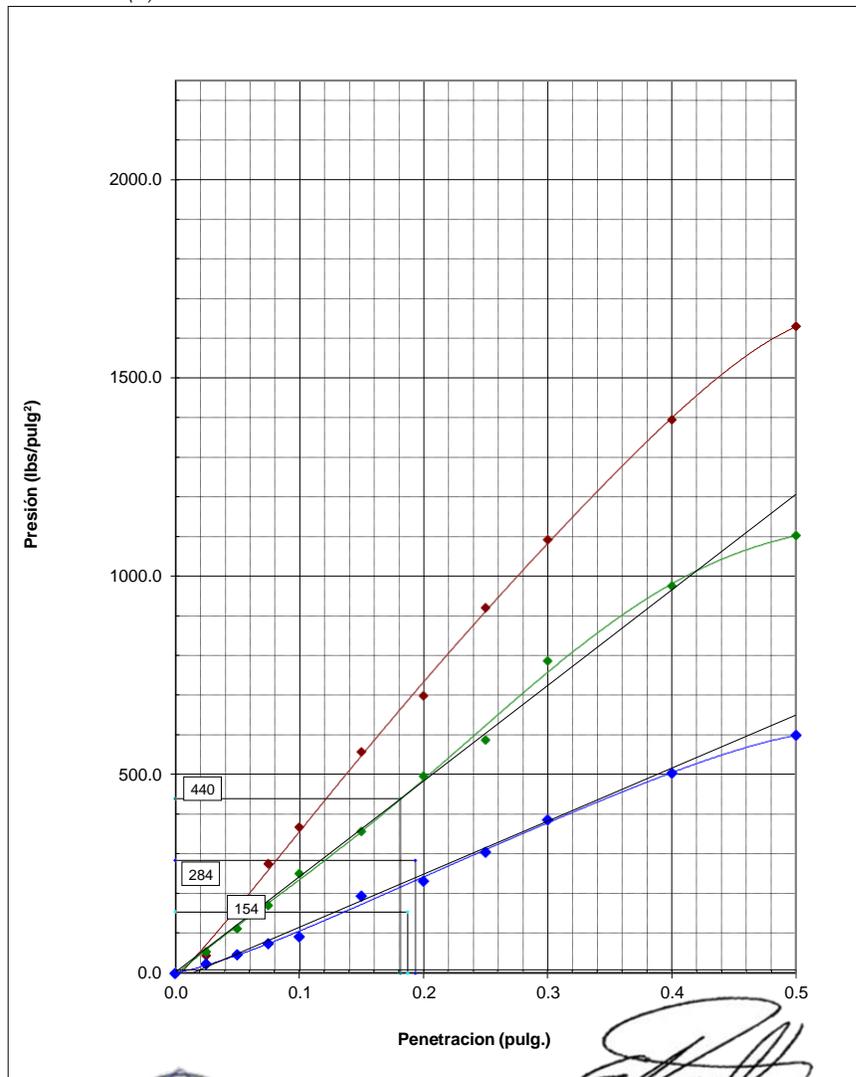
FECHA : 15/09/2022

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)

Muestra : SUMERGIDO :

Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (15/31)
cafc/vrc
O.S. N°161



Edward David Hernandez Vasquez
EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ
Ingeniero Civil
CIP N° 284762

Lima, 05 de Octubre del 2022

Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

myv_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.ingenieros.com

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

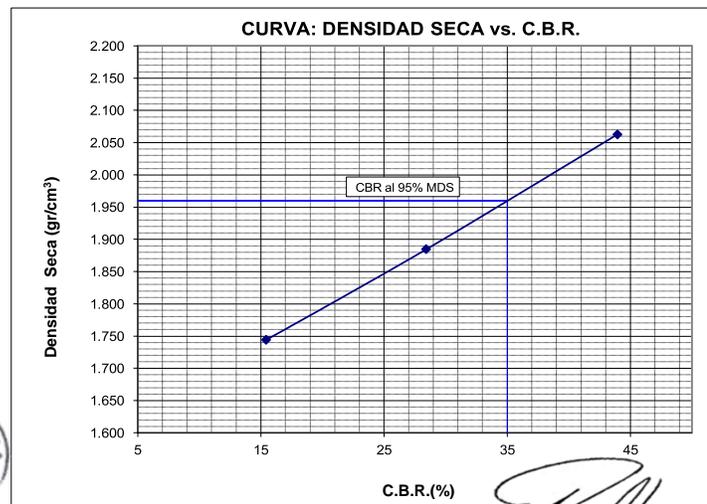
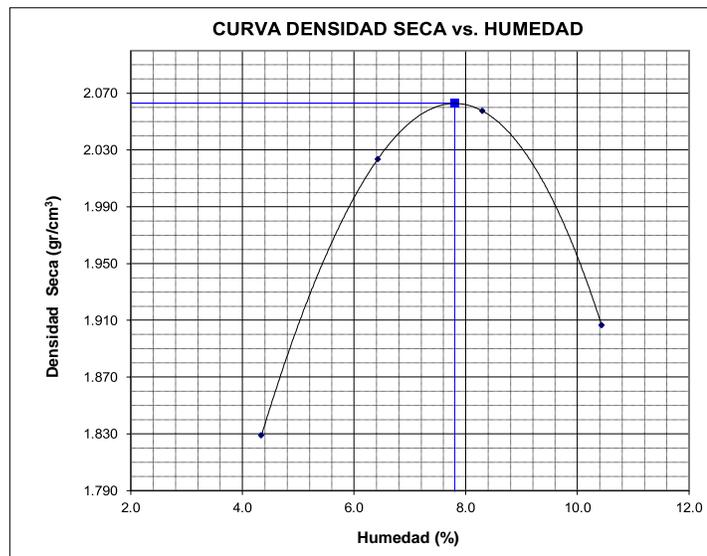
IDENTIFICACIÓN : 0+800 suelo + 10% de NaCl

FECHA : 15/09/2022

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

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.063
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.8
 CBR al 100% de la MDS (%) : 44.0
 CBR al 95% de la MDS (%) : 35.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (16/31)
 cafc/vrc
 O.S. N°161

Lima, 05 de Octubre del 2022

Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
 HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 264762

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez
PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"
UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)
IDENTIFICACIÓN : 1+200 suelo + 1.25% de Cal
FECHA : 16/09/2022

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
Muestra : SUMERGIDO
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C -91
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.076
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.4

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.076	1.885	1.746
Contenido de Humedad	7.4	7.4	7.4

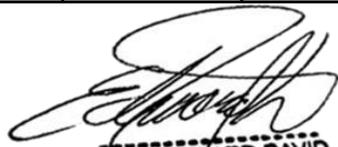
c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	355	1000	35.5
II	0.1	239	1000	23.9
III	0.1	165	1000	16.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 35.5 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 29.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

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



**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
Ingeniero Civil
CIP N° 284762



Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

myv.ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.ingenieros.com

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

IDENTIFICACIÓN : 1+200 suelo + 1.25% de Cal

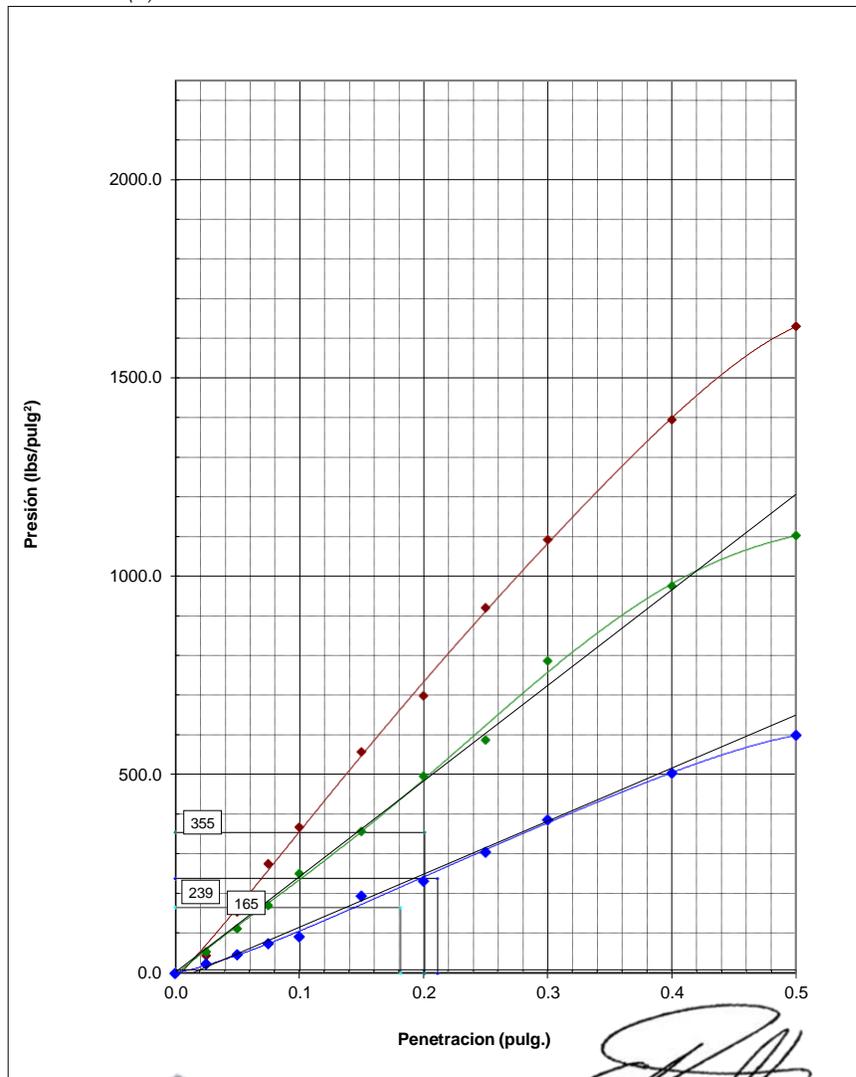
FECHA : 16/09/2022

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)

Muestra : SUMERGIDO :

Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (18/31)
cafc/vrc
O.S. N°161



Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
Ingeniero Civil
CIP N° 284762

Lima, 05 de Octubre del 2022

Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

myv.ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myvingenieros.com
www.ingenieros.com

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

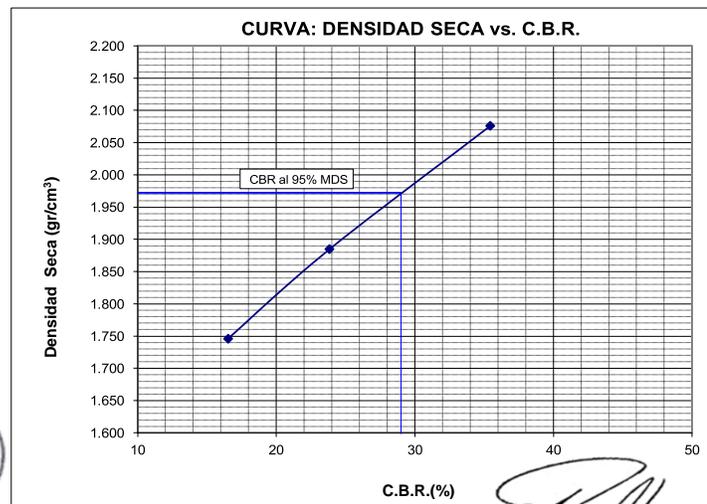
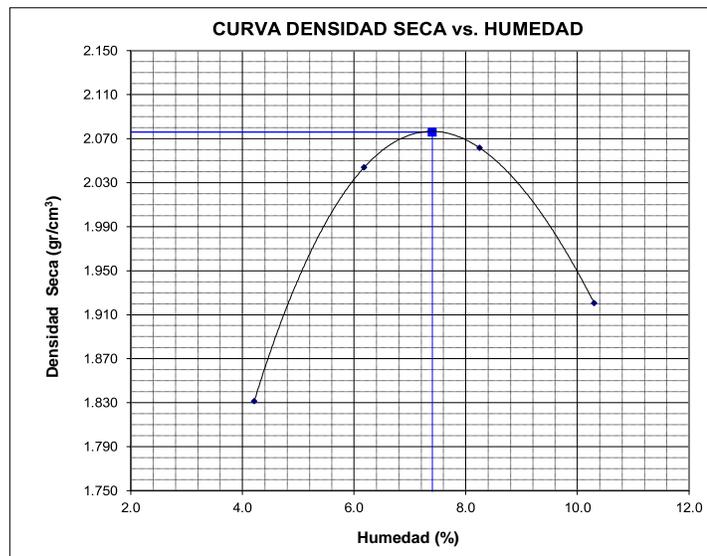
IDENTIFICACIÓN : 1+200 suelo + 1.25% de Cal

FECHA : 16/09/2022

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

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.076
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.4
 CBR al 100% de la MDS (%) : 35.5
 CBR al 95% de la MDS (%) : 29.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (19/31)
 cafc/vrc
 O.S. N°161

Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
 HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 264782

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez
PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"
UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)
IDENTIFICACIÓN : 1+200 suelo + 1.75% de Cal
FECHA : 16/09/2022

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C -91
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.072
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 7.3

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.072	1.888	1.750
Contenido de Humedad	7.3	7.3	7.3

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

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

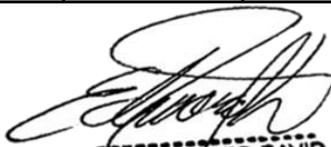
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 47.2 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 38.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

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

LSP (20/31)
 cafc/vrc
 O.S. N°161




**EDWARD DAVID
 HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 284762

Lima, 05 de Octubre del 2022

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

IDENTIFICACIÓN : 1+200 suelo + 1.75% de Cal

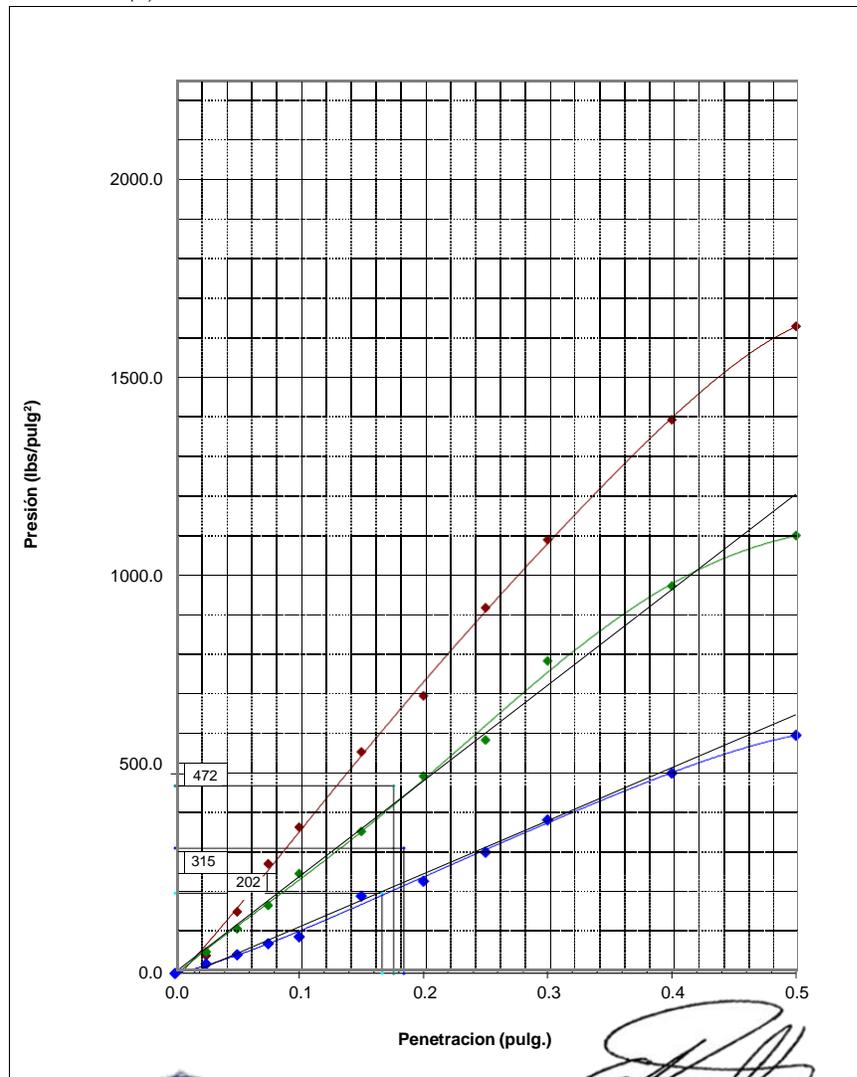
FECHA : 16/09/2022

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)

Muestra : SUMERGIDO :

Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (21/31)
cafc/vrc
O.S. N°161



Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 264762

Lima, 05 de Octubre del 2022

Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

myv_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myvingenieros.com
www.ingenieros.com

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

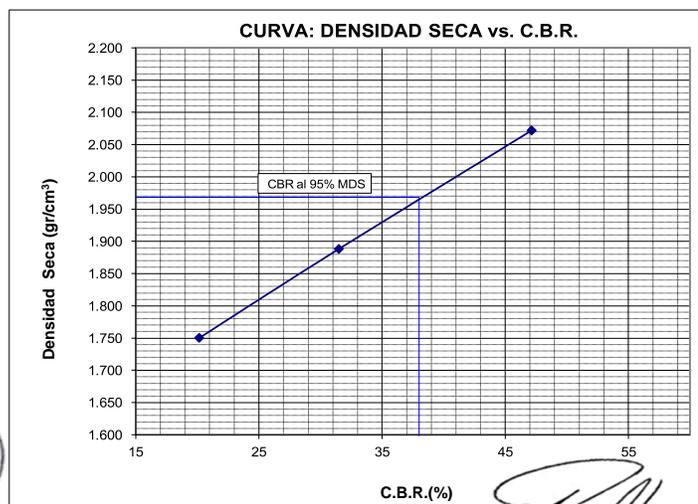
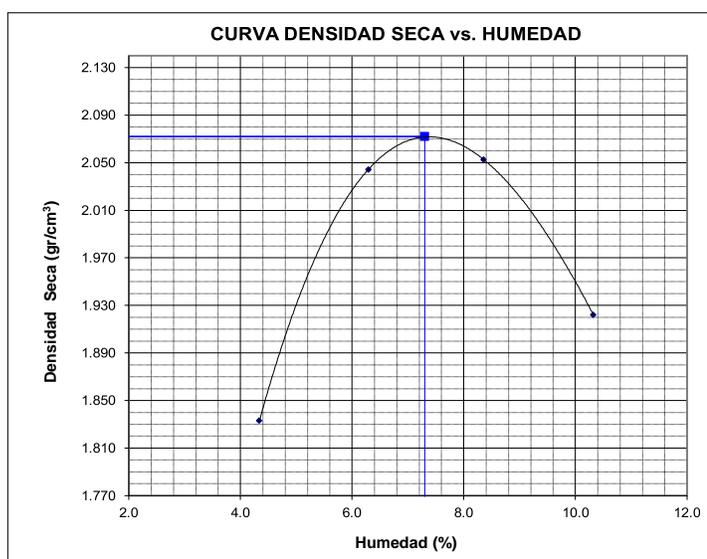
IDENTIFICACIÓN : 1+200 suelo + 1.75% de Cal

FECHA : 16/09/2022

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

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.072
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.3
 CBR al 100% de la MDS (%) : 47.2
 CBR al 95% de la MDS (%) : 38.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (22/31)
 cafc/vrc
 O.S. N° 161

Lima, 05 de Octubre del 2022

Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
 HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 264782

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez
PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"
UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)
IDENTIFICACIÓN : 1+200 suelo + 1.90% de Cal
FECHA : 16/09/2022

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
Muestra : SUMERGIDO
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C -91
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.070
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.5

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.070	1.880	1.741
Contenido de Humedad	7.5	7.5	7.5

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

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	493	1000	49.3
II	0.1	381	1000	38.1
III	0.1	295	1000	29.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 49.3 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 43.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

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




**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
Ingeniero Civil
CIP N° 284762

Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

myv.ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myingenieros.com
www.ingenieros.com

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

IDENTIFICACIÓN : 1+200 suelo + 1.90% de Cal

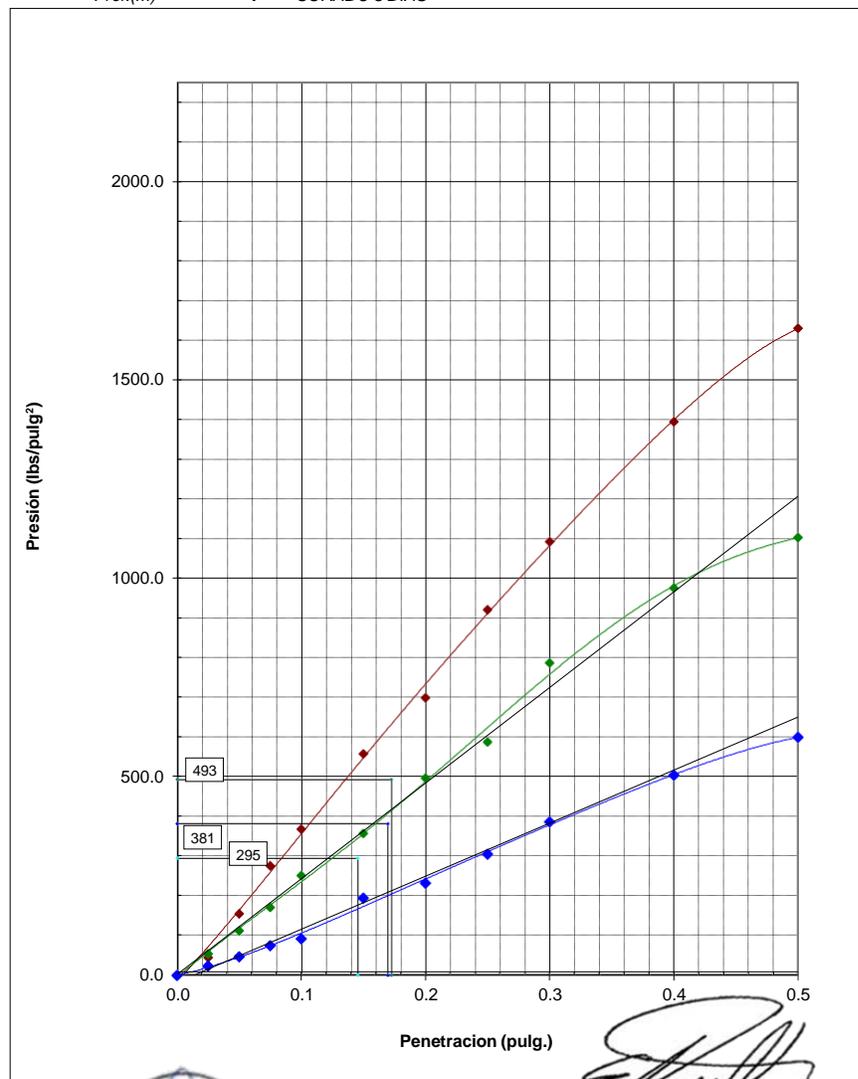
FECHA : 16/09/2022

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

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)

Muestra : SUMERGIDO :

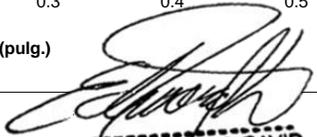
Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (24/31)
 cafc/vrc
 O.S. N°161



Lima, 05 de Octubre del 2022


**EDWARD DAVID
 HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 264762

Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

myv.ingsac@hotmail.com
cotizaciones@myvingenieros.com
www.ingenieros.com

SOLICITANTE : **Luis Miguel Quispe Mamani**
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

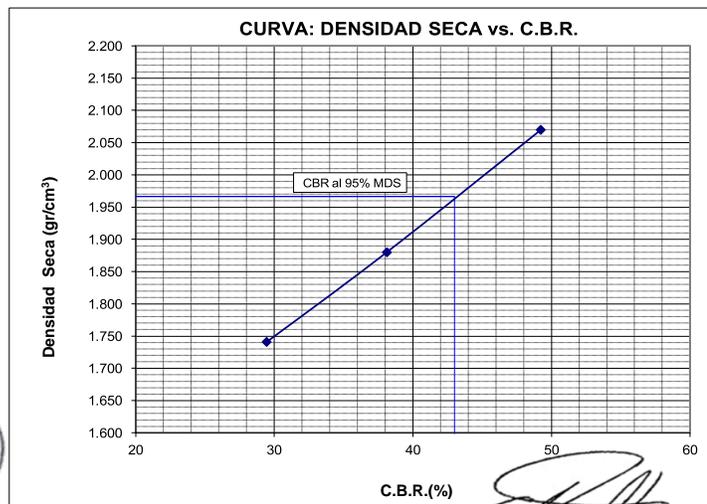
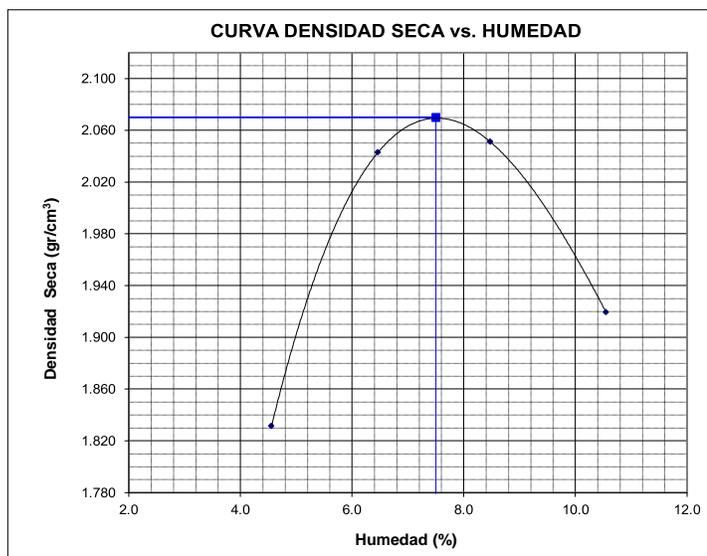
IDENTIFICACIÓN : 1+200 suelo + 1.90% de Cal

FECHA : 16/09/2022

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

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.070
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.5
 CBR al 100% de la MDS (%) : 49.3
 CBR al 95% de la MDS (%) : 43.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (25/31)
 cafc/vrc
 O.S. N°161

Lima, 05 de Octubre del 2022

Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
 HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 264762

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez

PROYECTO : Tesis "Estabilización de suelo con Cloruro de sodio NaCl y Cal para mejorar sus propiedades físico mecánicas, Lima - 2022"

UBICACIÓN : Av. Los Huertos, Lima Sur - KM 50. 5 PANAMERICANA SUR (detrás del autódromo Chutana- Ingreso Proyecto Loma Bonita)

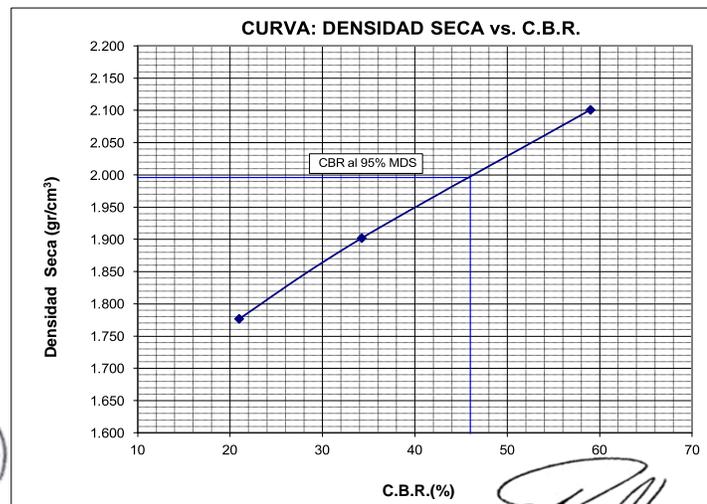
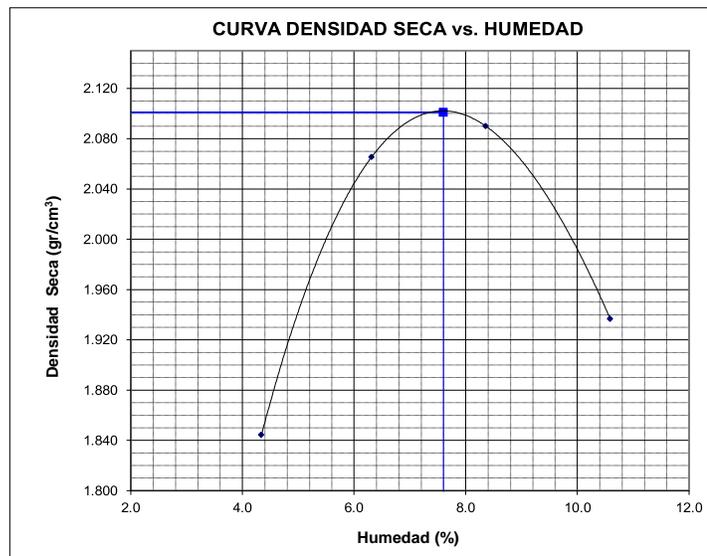
IDENTIFICACIÓN : 1+600 suelo + 6% de NaCl + 1.75% de Cal

FECHA : 16/09/2022

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

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.101
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 7.6
 CBR al 100% de la MDS (%) : 59.0
 CBR al 95% de la MDS (%) : 46.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.10)
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (28/31)
cafc/vrc
O.S. N°161

Lima, 05 de Octubre del 2022

Edward David Hernandez Vasquez
**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 284782

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2022 - M&V**

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez
PROYECTO DE TESIS : "Estabilización de suelo con Cloruro de sus propiedades físico me
PROCEDENCIA : Av. Los

FECHA

MTC E 121 COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
1	suelo + 2% de NaCl	05/10/22	08/10/22	3	10.1	80.1	101	1.26
2		05/10/22	08/10/22	3	10.2	81.7	103	1.26
3		05/10/22	08/10/22	3	10.0	78.5	100	1.27
4	suelo + 6% de NaCl	05/10/22	08/10/22	3	10.2	81.7	118	1.44
5		05/10/22	08/10/22	3	10.0	78.5	115	1.46
6		05/10/22	08/10/22	3	10.0	78.5	114	1.45
7	suelo + 10% de NaCl	05/10/22	08/10/22	3	10.1	80.1	120	1.50
8		05/10/22	08/10/22	3	10.0	78.5	121	1.54
9		05/10/22	08/10/22	3	10.1	80.1	123	1.54
Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión								
Marca : G&L LABORATORIO		Modelo : STYE-2000					Serie : N° 170251	
Fecha de calibración: 2022.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022								

Observaciones

- Suelo compactado a la MDS (Máxima Densidad Seca) del Proctor modificado.
- Fecha de orden de ensayo: 2022.09.14
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm²) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.




**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 284762

Lima, 8 de Octubre del 2022

M&V (29/31)
gam/jch/kra
O.S. N°161

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2022 - M&V**

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez
PROYECTO DE TESIS : "Estabilización de suelo con Cloruro de sus propiedades físico me
PROCEDENCIA : Av. Los

FECHA

MTC E 121 CONPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
1	suelo + 1.25% de Cal	05/10/22	08/10/22	3	10.1	80.8	129	1.60
2		05/10/22	08/10/22	3	10.0	78.5	127	1.62
3		05/10/22	08/10/22	3	10.2	81.7	129	1.58
4	suelo + 1.75% de Cal	05/10/22	08/10/22	3	10.1	80.1	145	1.81
5		05/10/22	08/10/22	3	10.1	80.1	144	1.80
6		05/10/22	08/10/22	3	10.2	81.7	146	1.79
7	suelo + 1.90% de Cal	05/10/22	08/10/22	3	10.0	78.5	149	1.90
8		05/10/22	08/10/22	3	10.1	80.1	152	1.90
9		05/10/22	08/10/22	3	10.1	80.8	154	1.91
Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión								
Marca : G&L LABORATORIO		Modelo : STYE-2000					Serie : N° 170251	
Fecha de calibración: 2022.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022								

Observaciones

- Suelo compactado a la MDS (Máxima Densidad Seca) del Proctor modificado.
- Fecha de orden de ensayo: 2022.09.14
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm²) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.




**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 284782

M&V (30/31)
gam/jch/kra
O.S. N°161

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2022 - M&V**

SOLICITANTE : Luis Miguel Quispe Mamani
Hebert Tomas Roldan Perez
PROYECTO DE TESIS : "Estabilización de suelo con Cloruro de sus propiedades físico me
PROCEDENCIA : Av. Los

FECHA

MTC E 121 COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
1	suelo + 6% de NaCl + 1.75% de Cal	05/10/22	08/10/22	3	10.1	80.1	139	1.73
2		05/10/22	08/10/22	3	10.2	81.1	142	1.75
3		05/10/22	08/10/22	3	10.2	81.7	141	1.73
Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión								
Marca : G&L LABORATORIO		Modelo : STYE-2000				Serie : N° 170251		
Fecha de calibración: 2022.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022								

Observaciones

- Suelo compactado a la MDS (Máxima Densidad Seca) del Proctor modificado.
- Fecha de orden de ensayo: 2022.09.14
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm²) y carga en kilogra
- Este documento no autoriza responsab




**EDWARD DAVID
HERNANDEZ VASQUEZ**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 284762

Lima, 8 de Octubre del 2022

M&V (31/31)
gam/jch/kra
O.S. N°161



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N°025-LAQ/2022

Análisis de una muestra de cal por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de cal a pedido de los Sres. **Quispe Mamani, Luis Miguel, y Roldán Pérez, Hebert Tomás**, alumnos de la Universidad César Vallejo, sede Lima, como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Estabilización del Suelo con Cloruro de Sodio, NaCl, y Xal para mejorar sus Propiedades Físico-Mecánicas, Lima-2022.”

La muestra se encuentra en forma de polvo fino de color gris.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 550 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 5 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 2300 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor del número atómico Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los rayos-X de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la identificación de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X primarios que emite la fuente y su interacción con la muestra, y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de la muestra de cal. La línea roja representa el espectro experimental y la curva de color azul representa el espectro calculado. El rango de energías es de 1 a 16 keV que es el rango de interés en este estudio. En los espectros se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, que es el de menor energía, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento presente y la energía del rayo-X.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis cuantitativo de esta ceniza. Las concentraciones de los elementos identificados se dan en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación al aire libre a alta temperatura, en





porcentajes de la masa total de una muestra que contiene óxidos. La aplicación de este modelo a una muestra no calcinada es una aproximación, que en algunos casos puede ser aceptable. En este caso la suma en términos de contenido de óxidos resulta 126%, bastante mayor que 100%. Se puede deber a que la muestra contiene compuestos diferentes de óxidos. Luego, estos porcentajes son normalizados al 100%. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

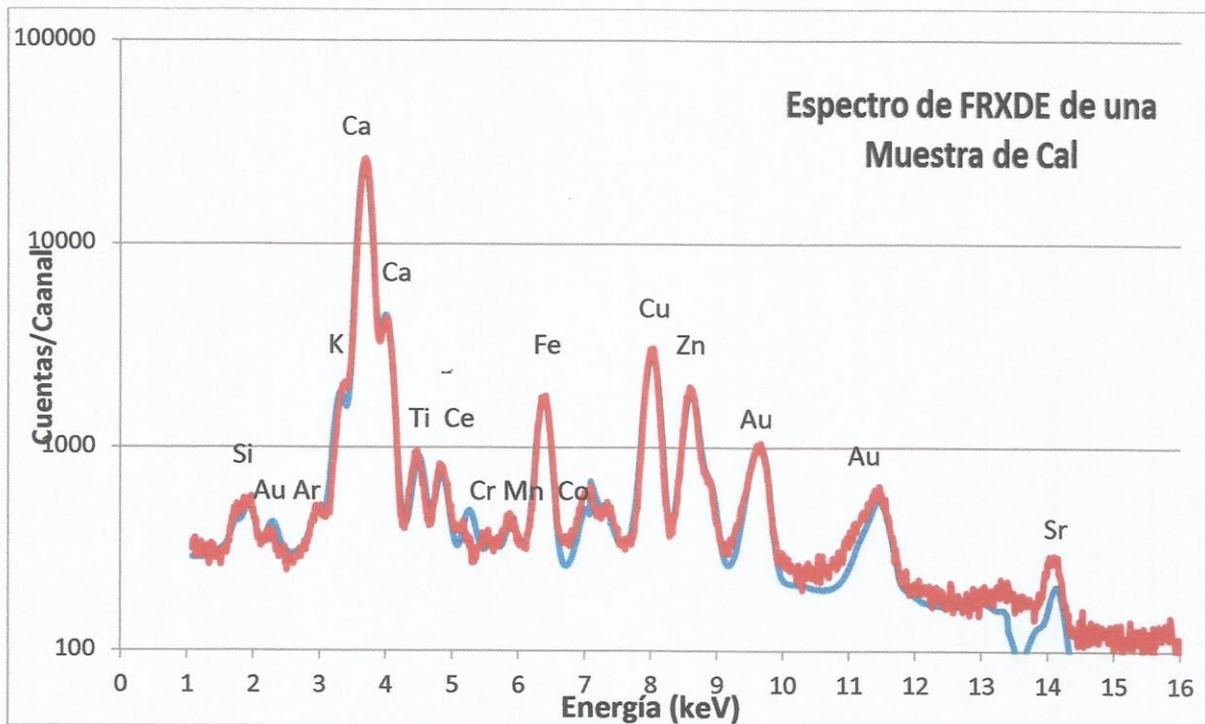


Figura 1. Espectro de FRXDE de la muestra de cal en escala semilogarítmica.

El espectro experimental se muestra en curva de color rojo y el calculado en curva de color azul. Se observan los picos de los rayos-X de argón del aire y de oro que provienen de la fuente de rayos-X.





Tabla 1. Composición elemental de la muestra de cal en términos de óxidos en % de la masa total.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
SiO ₂	41.802	32.716
SO ₂	4.667	3.653
K ₂ O	4.286	3.355
CaO	68.627	53.708
TiO ₂	2.217	1.735
Cr ₂ O ₃	0.088	0.069
MnO	0.182	0.142
Fe ₂ O ₃	1.602	1.254
Ni ₂ O ₃	0.113	0.088
CuO	1.577	1.235
ZnO	0.685	0.536
SrO	0.096	0.075
CeO ₃	1.833	1.434
Total	127,775	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Arqueometría



Lima, 17 de noviembre del 2022



Informe N°026-LAQ/2022

Análisis de una muestra de sal por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de sal a pedido de los Sres. **Quispe Mamani, Luis Miguel, y Roldán Pérez, Hebert Tomás**, alumnos de la Universidad César Vallejo, sede Lima, como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Estabilización del Suelo con Cloruro de Sodio, NaCl, y Xal para mejorar sus Propiedades Físico-Mecánicas, Lima-2022."

La muestra de sal es de consumo humano y se encuentra en forma de polvo fino de color blancos.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 550 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 5 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 1130 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor del número atómico Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los rayos-X de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos.. Como





FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la identificación de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X primarios que emite la fuente y su interacción con la muestra, y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de sal. La línea roja representa el espectro experimental y la curva de color azul representa el espectro calculado. El rango de energías es de 1 a 16 keV que es el rango de interés en este estudio. En los espectros se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, que es el de menor energía, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento presente y la energía del rayo-X.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis cuantitativo de esta muestra. Las concentraciones de los elementos identificados se dan en términos de los óxidos más estables





FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

que se pueden formar en un proceso de calcinación al aire libre a alta temperatura, en porcentajes de la masa total de una muestra que contiene óxidos. La aplicación de este modelo a una muestra *no calcinada es una aproximación, que en algunos casos puede ser aceptable. En este caso la suma en términos de una mezcla de cloruro de sodio con óxidos resulta casi 106%*. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

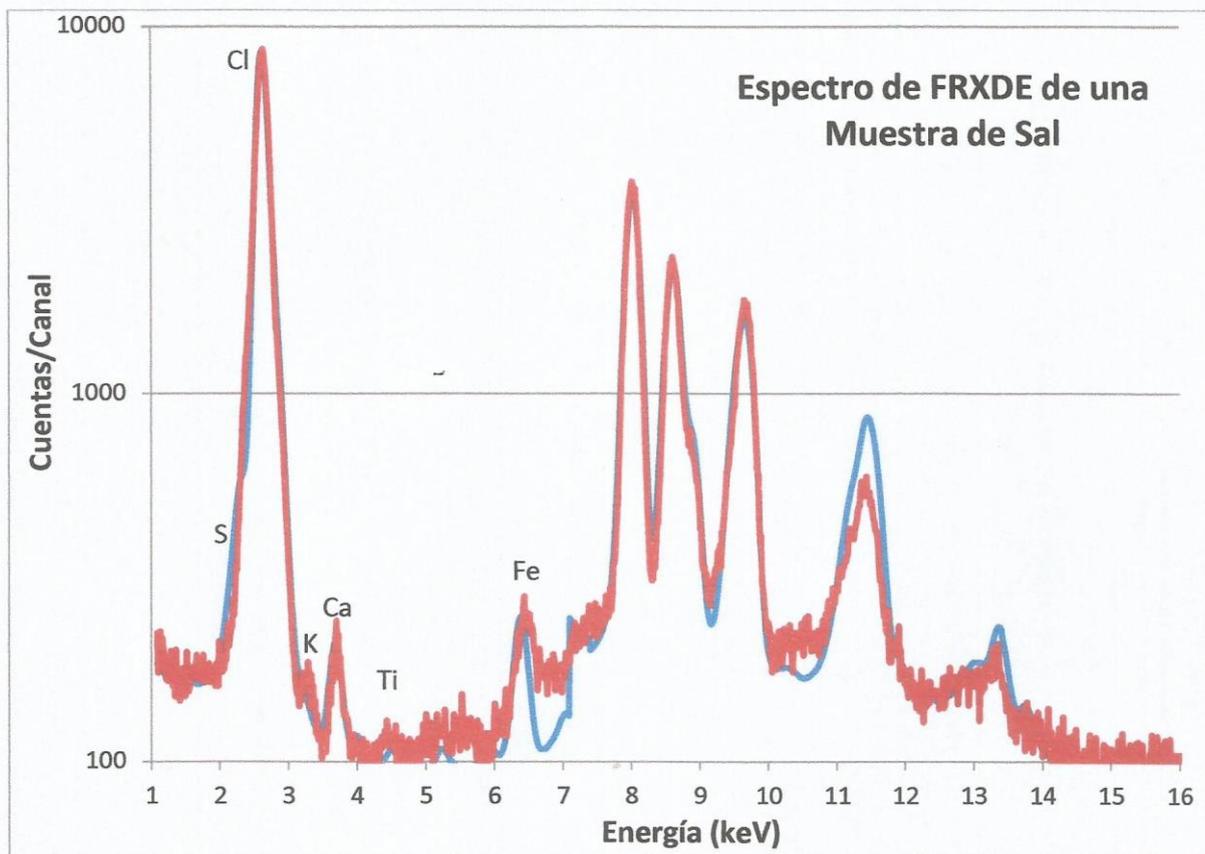


Figura 1. Espectro de FRXDE de la muestra de sal en escala semilogarítmica. El espectro experimental se muestra en curva de color rojo y el calculado en curva de color azul. Se observan los picos de los rayos-X de argón del aire y de oro que provienen de la fuente de rayos-X.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de sal en términos de NaCl y óxidos en % de la masa total.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
NaCl	89.100	89.896
SO ₂	7.980	8.051
K ₂ O	0.033	0.033
CaO	0.365	0.368
TiO ₂	0.025	0.025
MnO	0.010	0.010
Fe ₂ O ₃	0.074	0.075
CuO	1.064	1.074
ZnO	0.464	0.468
Total	99,115	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 17 de noviembre del 2022



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022
Fecha de Emisión : 2022-05-23

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE
LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ4001

Número de Serie : 8338110064

Alcance de Indicación : 4 000 g

División de Escala
de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-001

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-21

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



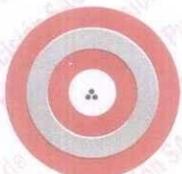
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,0	21,2
Humedad Relativa	63,8	64,8

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 4 000,0 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 998,8 g para una carga de 4 000,0 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2 000,00 g			Carga L2= 4 000,00 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,1	0,05	0,10
2	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
3	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,01
4	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
5	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
6	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
7	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,01
8	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
9	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
10	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
Diferencia Máxima			0,04	0,14		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



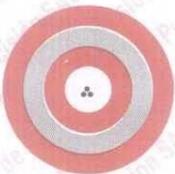
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



2	5
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,0	21,0

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,00	1,0	0,09	-0,04	1 300,00	1 299,9	0,04	-0,09	-0,05
2		0,9	0,05	-0,10		1 299,9	0,03	-0,08	0,02
3		0,9	0,08	-0,13		1 300,0	0,08	-0,03	0,10
4		0,9	0,06	-0,11		1 300,0	0,05	0,00	0,11
5		1,0	0,09	-0,04		1 299,9	0,03	-0,08	-0,04

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,0	21,2

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,09	-0,04						
5,00	5,0	0,05	0,00	0,04	4,9	0,04	-0,09	-0,05	0,1
50,00	49,9	0,04	-0,09	-0,05	49,9	0,03	-0,08	-0,04	0,1
100,00	99,9	0,03	-0,08	-0,04	99,9	0,04	-0,09	-0,05	0,1
500,00	499,9	0,04	-0,09	-0,05	500,0	0,08	-0,03	0,01	0,1
700,00	699,9	0,03	-0,08	-0,04	700,0	0,05	0,00	0,04	0,2
1 000,00	999,9	0,04	-0,09	-0,05	1 000,0	0,09	-0,04	0,00	0,2
1 500,00	1 499,9	0,03	-0,08	-0,04	1 500,0	0,06	-0,01	0,03	0,2
2 000,00	2 000,0	0,09	-0,04	0,00	2 000,0	0,08	-0,03	0,01	0,2
3 000,00	3 000,1	0,05	0,10	0,14	2 999,9	0,04	-0,09	-0,05	0,3
4 000,00	4 000,1	0,07	0,08	0,12	4 000,1	0,07	0,08	0,12	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,63 \times 10^{-7} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{6,43 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,85 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



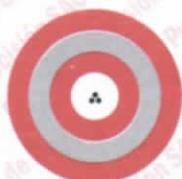
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-332-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022
Fecha de Emisión : 2022-05-18

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE
LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : SE402F

Número de Serie : B145294230

Alcance de Indicación : 400 g

División de Escala
de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : BAL-002

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-332-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	22,9	23,1
Humedad Relativa	66,3	67,2

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 400,00 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 399,90 g para una carga de 400,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 200,000 g			Carga L2= 400,001 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	200,00	0,008	-0,003	400,01	0,007	0,007
2	200,01	0,007	0,008	400,00	0,006	-0,002
3	200,00	0,006	-0,001	400,00	0,008	-0,004
4	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,009	-0,005
5	199,99	0,009	-0,014	400,01	0,007	0,007
6	200,01	0,007	0,008	400,00	0,006	-0,002
7	200,01	0,006	0,009	400,00	0,007	-0,003
8	200,01	0,008	0,007	400,00	0,006	-0,002
9	200,01	0,009	0,006	400,00	0,008	-0,004
10	200,01	0,007	0,008	400,00	0,009	-0,005
Diferencia Máxima			0,023	0,012		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



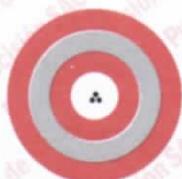
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022
Fecha de Emisión : 2022-05-18

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE
LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8338210058

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala
de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-003

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,0	23,1
Humedad Relativa	64,4	64,4

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 984 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Carga L1= 15 000,0 g	Temp. (°C)		Carga L2= 30 000,0 g	Diferencia Máxima	
		Inicial	Final			
		23,1	23,0			
N°	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
4	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,7	-0,2
6	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
7	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
8	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,9	-0,4
9	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
10	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
Error máximo permitido ±		2 g		±		3 g



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

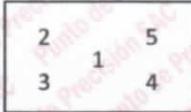
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Table with columns: Posición de la Carga, Determinación de E0, Determinación del Error corregido. Includes temperature data (23.0 °C) and error limits.

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Table with columns: Carga L (g), CRECIENTES, DECRECIENTES, ± emp (g). Lists weight values and associated errors.

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R_corregida = R + 9,78x10^-8 x R

Incertidumbre

U_R = 2 * sqrt(2,62x10^-1 g^2 + 1,49x10^-9 x R^2)

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error encontrado E0: Error en cero Ec: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-333-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022
Fecha de Emisión : 2022-05-18

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE
LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : PX224/E

Número de Serie : B823960516

Alcance de Indicación : 220 g

División de Escala
de Verificación (e) : 1 mg

División de Escala Real (d) : 0,1 mg

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-004

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-333-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,0	23,0
Humedad Relativa	66,3	66,3

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud E2)	LM-C-180-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 220,0000 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 219,9994 g para una carga de 220,0000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud I, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 110,00004 g			Carga L2= 220,00003 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	109,9999	0,0	-0,1	220,0000	0,0	0,0
2	110,0001	0,0	0,1	220,0000	0,0	0,0
3	110,0002	0,0	0,2	220,0001	0,0	0,1
4	110,0002	0,0	0,2	220,0000	0,0	0,0
5	110,0002	0,0	0,2	220,0000	0,0	0,0
6	110,0001	0,0	0,1	220,0001	0,0	0,1
7	110,0001	0,0	0,1	220,0002	0,0	0,2
8	110,0002	0,0	0,2	219,9999	0,0	-0,1
9	110,0001	0,0	0,1	219,9998	0,0	-0,2
10	110,0002	0,0	0,2	219,9999	0,0	-0,1
Diferencia Máxima			0,3	0,4		
Error máximo permitido ±			2 mg	± 3 mg		



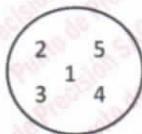
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _e				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (mg)	E _o (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	0,00500	0,0050	0,0	0,0	70,00006	69,9999	0,0	-0,2	-0,2
2		0,0050	0,0	0,0		69,9998	0,0	-0,3	-0,3
3		0,0050	0,0	0,0		69,9996	0,0	-0,5	-0,5
4		0,0050	0,0	0,0		69,9998	0,0	-0,3	-0,3
5		0,0050	0,0	0,0		69,9994	0,0	-0,7	-0,7
Temp. (°C) Inicial 23,0 Final 23,0									
Error máximo permitido : ± 2 mg									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
0,00500	0,0050	0,0	0,0						
0,01000	0,0100	0,0	0,0	0,0	0,0100	0,0	0,0	0,0	1
0,50001	0,5000	0,0	0,0	0,0	0,5000	0,0	0,0	0,0	1
2,00002	2,0000	0,0	0,0	0,0	2,0000	0,0	0,0	0,0	1
5,00003	4,9999	0,0	-0,1	-0,1	4,9999	0,0	-0,1	-0,1	1
20,00002	20,0000	0,0	0,0	0,0	20,0001	0,0	0,1	0,1	1
50,00004	49,9998	0,0	-0,2	-0,2	49,9999	0,0	-0,1	-0,1	1
100,00002	100,0002	0,0	0,2	0,2	100,0003	0,0	0,3	0,3	2
150,00006	149,9998	0,0	-0,3	-0,3	149,9997	0,0	-0,4	-0,4	2
200,00001	200,0001	0,0	0,1	0,1	200,0003	0,0	0,3	0,3	2
220,00003	219,9999	0,0	-0,1	-0,1	219,9999	0,0	-0,1	-0,1	3

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 6,24 \times 10^{-7} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,83 \times 10^{-2} \text{ mg}^2 + 3,05 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R: en mg

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1609 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022
Fecha de emisión : 2022-05-17

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : FORNEY
Modelo de Copa : LA-3700
Serie de Copa : NO INDICA
Código de Identificación : ELC-003

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
16 - MAYO - 2022

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

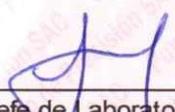
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,1	23,1
Humedad %	63	64

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1609 - 2022

Página : 2 de 2

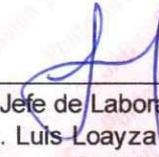
Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	54,43	1,60	26,90	46,77	50,70	150,01	124,78	9,98	2,24	13,35
	54,43	1,77	26,95	46,77	50,55	150,02	124,66	9,99	2,20	13,40
	54,43	1,74	26,95	46,77	50,65	150,00	124,77	9,98	2,23	13,45
	54,43	1,76	26,90	46,77	50,65	150,04	124,73	9,96	2,10	13,43
	54,43	1,72	26,95	46,77	50,60	150,10	124,75	9,96	2,16	13,46
PROMEDIO	54,43	1,73	26,93	46,77	50,64	150,04	124,73	9,98	2,19	13,42
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00	10,00	2,00	13,50
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	0,43	-0,27	-0,08	-0,23	0,64	0,04	-0,27	-0,03	0,19	-0,08

	Rango según norma	Medida encontrada
Resiliencia	77 % a 90 %	84 %

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

158-CT-T-2022

Área de Metrología

Página 1 de 7

Expediente : 538-05-2022

Solicitante : **LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**

Dirección : Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion
Lima - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Equipo : **HORNO**

Marca : **A&A INSTRUMENTS**

Modelo : **STHX-2A**

Serie : 190546

Identificación : HOR-002 (*)

Ubicación : Área de Químicos

Procedencia : No indica

Tipo de Ventilación : Natural

Nro. de Niveles : 2

Alcance del Equipo : 50 °C a 300 °C

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de Calibración : 2022-05-24

Lugar de Calibración : **Instalaciones de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**
Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Método utilizado: : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2022-05-26

Fecha de emisión



ALVAREZ NAVARRO ANGEL
GUSTAVO
CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
JEFE DE METROLOGÍA LAB.01
metrologia@2myn.com
Fecha: 26/05/2022 13:21
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
GERENTE GENERAL
logistica@2myn.com
Fecha: 27/05/2022 00:00
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	18,8	19,5
Humedad Relativa %hr	72	69

Patrones de referencia:

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,10 °C hasta 0,2 °C.	104-CT-T-2022
Patrones de Referencia a TSG	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,23 °C / 1,7 %hr	THR21 321
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0010 % y incertidumbres de U = 0,58	CCP-0899-001-21
Patrones de Referencia a METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0801-2021

Observaciones:

- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01719-A y la fecha de calibración.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 3 h 10 min
- La calibración se realizó con 50% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron envases con muestras
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 60 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 61,56 °C
La máxima temperatura detectada fue 63,01 °C y la mínima temperatura detectada fue 60,80 °C
- Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 110 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 110,21 °C
La máxima temperatura detectada fue 111,48 °C y la mínima temperatura detectada fue 108,75 °C

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Cód. de Servicio: 01749-A
Especialistas en Metrología

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 024**



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,0	61,30	61,15	60,96	62,56	61,59	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,42	1,76
02	60,0	61,66	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,32	61,92	61,62	61,74	1,91
04	60,0	61,35	61,30	61,07	62,66	61,64	61,56	60,90	61,53	62,17	61,82	61,60	1,76
06	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
08	60,0	61,76	61,40	61,17	62,81	62,15	61,61	61,10	61,48	62,17	61,82	61,75	1,71
10	60,0	61,35	61,30	61,07	63,01	61,64	61,71	60,90	61,32	61,87	61,57	61,57	2,11
12	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
14	60,0	61,76	61,45	61,37	62,81	62,15	61,51	60,90	61,32	61,87	61,57	61,67	1,91
16	60,0	61,40	61,30	61,07	62,61	61,74	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82	61,65	1,54
18	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
20	60,0	61,61	61,40	61,17	62,81	61,89	61,51	60,90	61,37	61,92	61,67	61,63	1,91
22	60,0	61,61	61,50	61,37	62,81	62,15	61,71	61,10	61,48	62,12	61,77	61,76	1,71
24	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,92	61,62	61,35	1,56
26	60,0	61,40	61,25	61,01	62,56	61,69	61,46	60,85	61,27	61,77	61,52	61,48	1,71
28	60,0	61,46	61,30	61,12	63,01	61,74	61,51	61,10	61,53	62,12	61,82	61,67	1,91
30	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
32	60,0	61,76	61,30	60,81	62,71	62,15	61,51	60,95	61,37	61,92	61,57	61,60	1,90
34	60,0	61,46	61,50	61,37	62,71	61,79	61,71	61,00	61,48	62,17	61,82	61,70	1,71
36	60,0	61,10	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,33	1,56
38	60,0	61,46	61,30	61,12	62,76	61,89	61,56	60,95	61,43	61,97	61,67	61,61	1,81
40	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,53	62,02	61,72	61,79	1,91
42	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,56	60,95	61,43	62,12	61,62	61,43	1,55
44	60,0	61,20	61,15	60,96	62,46	61,54	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,39	1,66
46	60,0	61,76	61,50	61,27	62,91	62,05	61,61	61,05	61,43	62,02	61,77	61,74	1,86
48	60,0	61,66	61,50	61,27	63,01	62,00	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82	61,78	1,91
50	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	61,05	61,17	62,07	61,52	61,38	1,55
52	60,0	61,46	61,25	61,17	62,71	61,84	61,61	60,80	61,43	61,77	61,62	61,56	1,91
54	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,00	61,48	62,07	61,82	61,79	2,01
56	60,0	61,46	61,35	61,22	62,71	61,79	61,71	61,05	61,48	62,17	61,72	61,67	1,66
58	60,0	61,15	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,33	1,56
60	60,0	61,05	61,35	61,17	62,81	61,94	61,61	61,05	61,48	62,07	61,67	61,62	1,76
T. PROM	60,0	61,39	61,28	61,07	62,67	61,74	61,53	60,94	61,35	61,96	61,65	61,56	
T. MAX	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82		
T. MIN	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52		
DTT	0,0	0,71	0,45	0,56	0,65	0,81	0,35	0,30	0,36	0,40	0,30		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	63,01	0,24
Mínima Temperatura Medida	60,80	0,25
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,81	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,73	0,12
Estabilidad Medida (±)	0,405	0,020
Uniformidad Medida	2,11	0,13

T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.

T.MAX: Temperatura máxima.

T.MIN: Temperatura mínima.

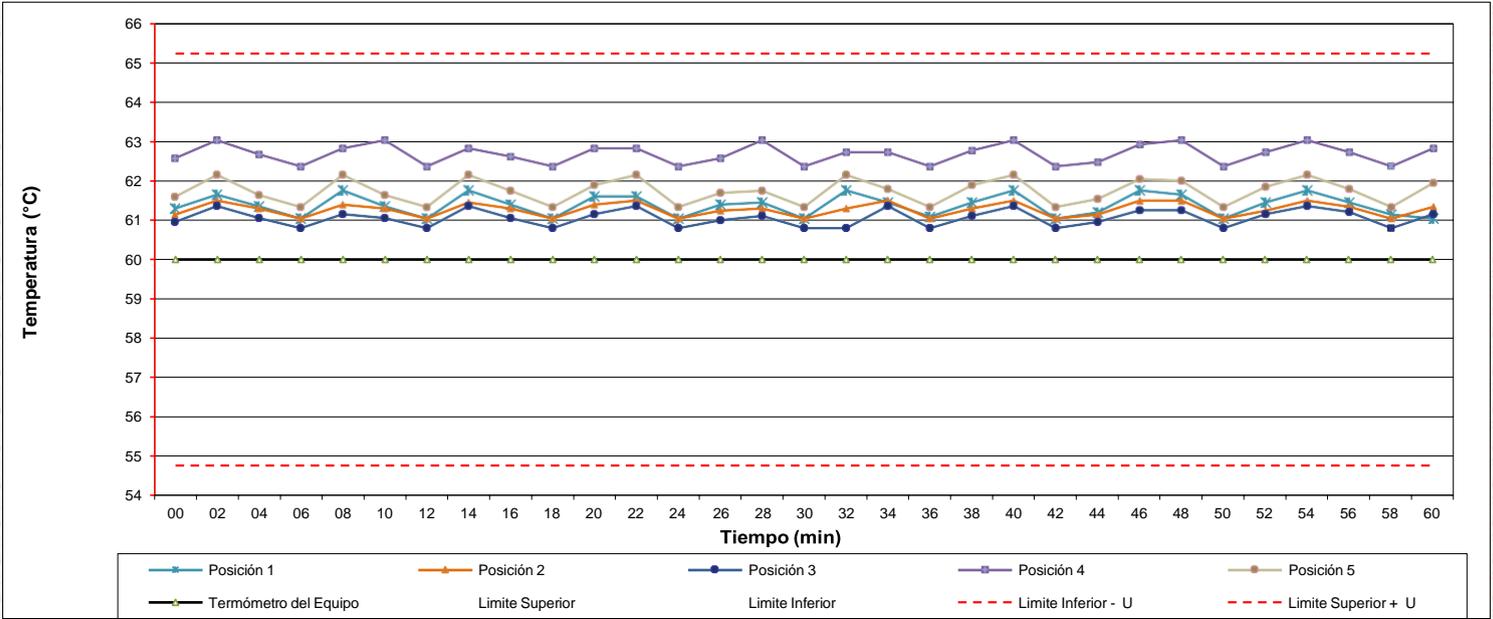
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

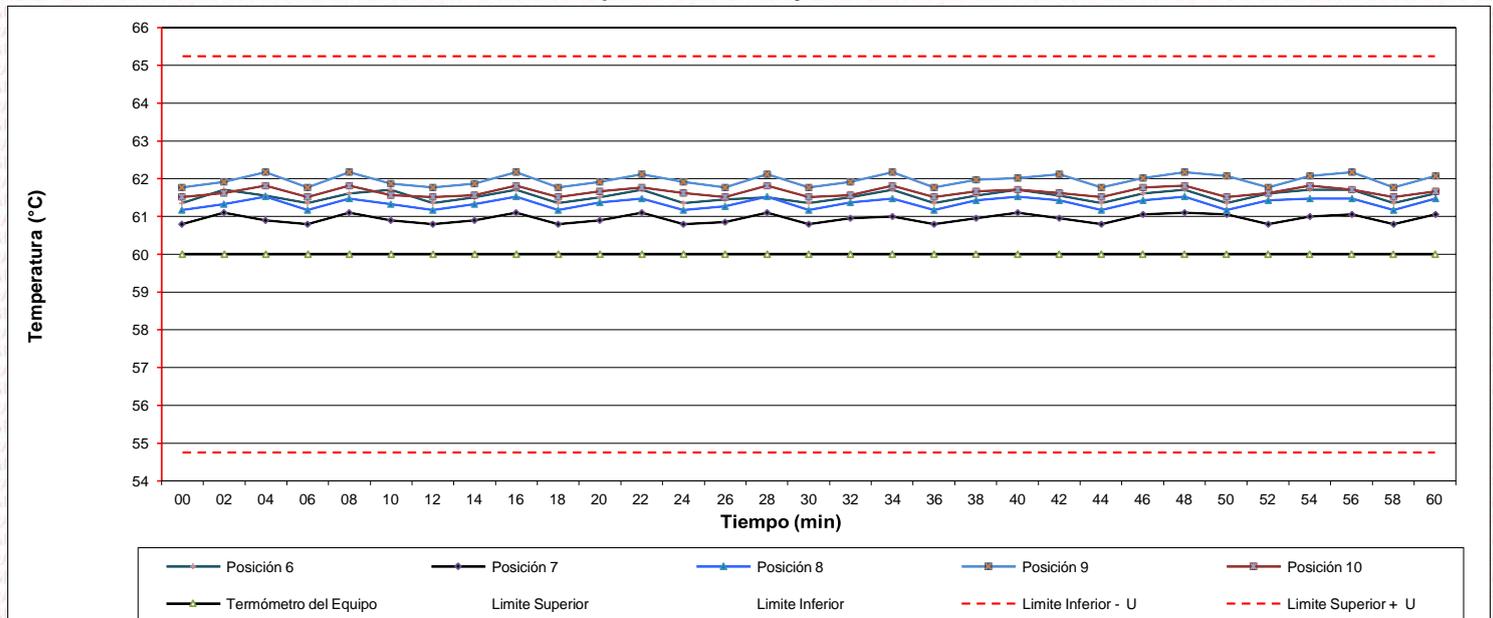
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C



Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	109,17	109,05	110,04	110,64	109,57	110,10	109,56	110,11	110,78	110,44	109,95	1,73
02	110,0	109,07	108,75	109,89	110,49	109,42	109,81	109,95	110,61	111,27	110,93	110,02	2,52
04	110,0	109,47	109,20	110,39	110,94	110,16	110,25	109,46	110,11	110,78	110,44	110,12	1,74
06	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,36	111,03	110,68	110,57	1,74
08	110,0	109,52	109,29	110,49	110,99	109,97	110,35	109,66	110,61	111,27	110,93	110,31	1,98
10	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,11	110,78	110,44	109,87	2,03
12	110,0	109,42	109,15	110,44	110,79	110,07	110,20	109,46	110,61	111,27	110,93	110,23	2,13
14	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,11	110,78	110,44	110,49	1,74
16	110,0	109,37	109,20	110,24	110,79	109,77	110,25	109,61	110,51	111,17	110,83	110,17	1,98
18	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,11	110,78	110,44	109,87	2,03
20	110,0	109,32	109,15	110,34	110,79	110,02	110,20	109,46	110,11	110,78	110,44	110,06	1,64
22	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,61	111,27	110,93	110,64	1,74
24	110,0	109,37	109,15	110,34	110,79	109,82	110,20	109,56	110,11	110,78	110,44	110,05	1,64
26	110,0	109,02	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,51	111,17	110,83	109,98	2,43
28	110,0	109,32	109,15	110,34	110,94	110,11	110,20	109,46	110,16	110,83	110,49	110,10	1,79
30	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,71	110,41	111,08	110,73	110,56	1,78
32	110,0	109,86	108,75	110,74	111,29	109,52	109,81	109,95	110,61	111,27	110,93	110,27	2,54
34	110,0	109,07	109,29	109,84	110,49	110,07	110,35	109,46	110,11	110,78	110,44	109,99	1,71
36	110,0	109,52	109,29	110,49	111,04	110,21	110,35	109,85	110,51	111,17	110,83	110,33	1,88
38	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,46	110,11	110,78	110,44	110,44	2,03
40	110,0	109,77	109,49	110,69	111,24	110,21	110,55	109,95	110,61	111,27	110,93	110,47	1,78
42	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,62	109,81	109,71	110,11	110,78	110,44	109,86	2,03
44	110,0	109,27	109,00	110,24	110,74	109,87	110,06	109,85	110,31	110,98	110,64	110,09	1,98
46	110,0	109,67	109,49	110,64	111,14	110,51	110,55	109,46	110,46	111,12	110,78	110,38	1,68
48	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	109,52	110,80	109,85	110,11	110,78	110,44	110,38	1,96
50	110,0	109,67	109,44	110,64	111,09	110,51	110,50	109,95	110,61	111,27	110,93	110,46	1,83
52	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	110,05	110,11	110,78	110,44	109,89	2,03
54	110,0	109,47	109,34	111,04	110,89	109,97	110,40	109,46	110,36	111,03	110,68	110,26	1,69
56	110,0	110,06	109,74	109,84	111,48	110,51	110,80	109,95	110,51	111,17	110,83	110,49	1,74
58	110,0	109,07	109,24	109,99	110,69	109,52	110,30	109,66	110,41	111,08	110,73	110,07	2,01
60	110,0	109,27	109,20	111,04	110,64	109,87	110,25	109,51	110,26	110,93	110,59	110,15	1,84
T. PROM	110,0	109,50	109,24	110,42	110,94	109,98	110,30	109,72	110,33	111,00	110,66	110,21	
T. MAX	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	110,05	110,61	111,27	110,93		
T. MIN	110,0	109,02	108,75	109,84	110,49	109,42	109,81	109,46	110,11	110,78	110,44		
DTT	0,0	1,04	0,99	1,20	0,99	1,09	0,99	0,59	0,50	0,49	0,49		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,48	0,24
Mínima Temperatura Medida	108,75	0,20
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,20	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,76	0,13
Estabilidad Medida (±)	0,60	0,02
Uniformidad Medida	2,54	0,12

T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

Tprom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.

T.MAX: Temperatura máxima.

T.MIN: Temperatura mínima.

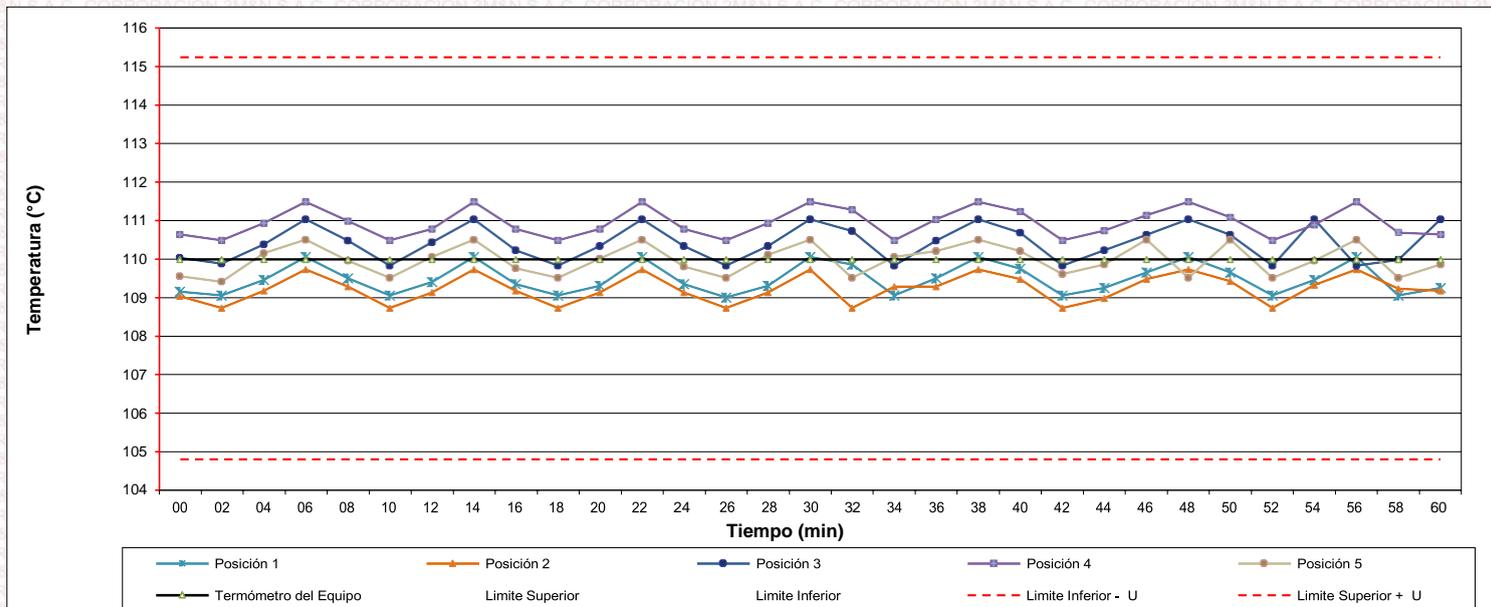
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

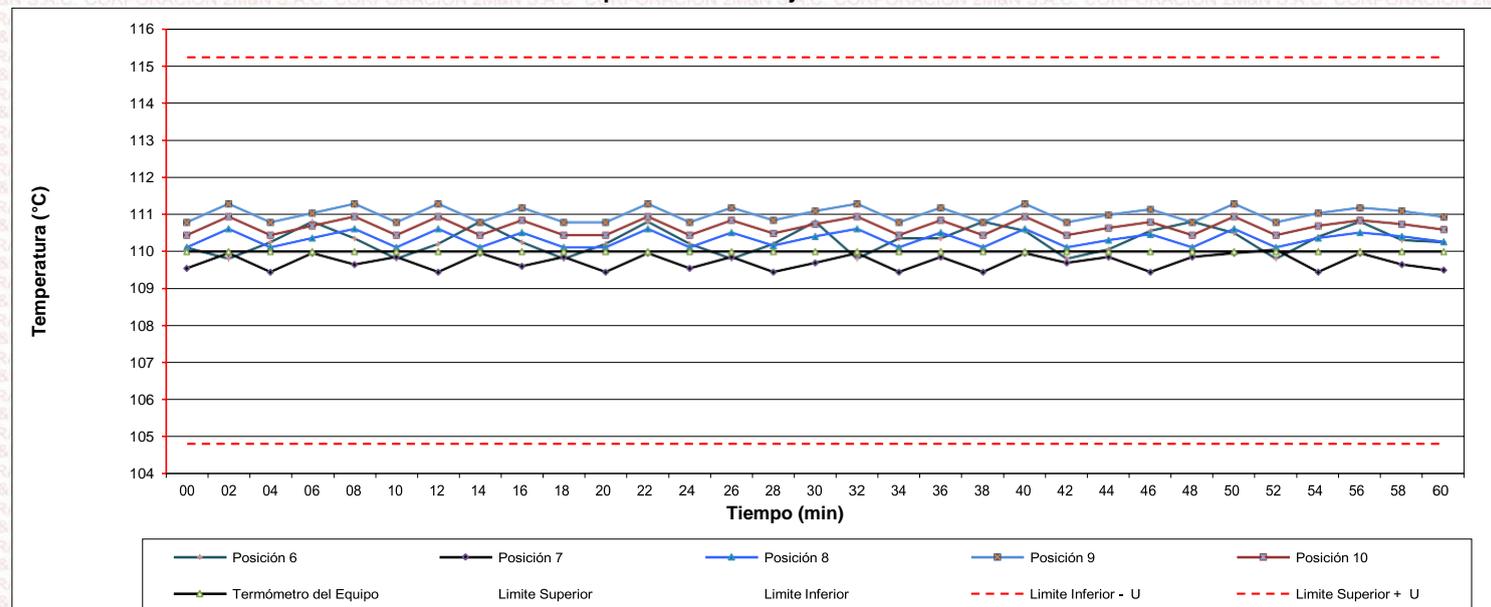
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

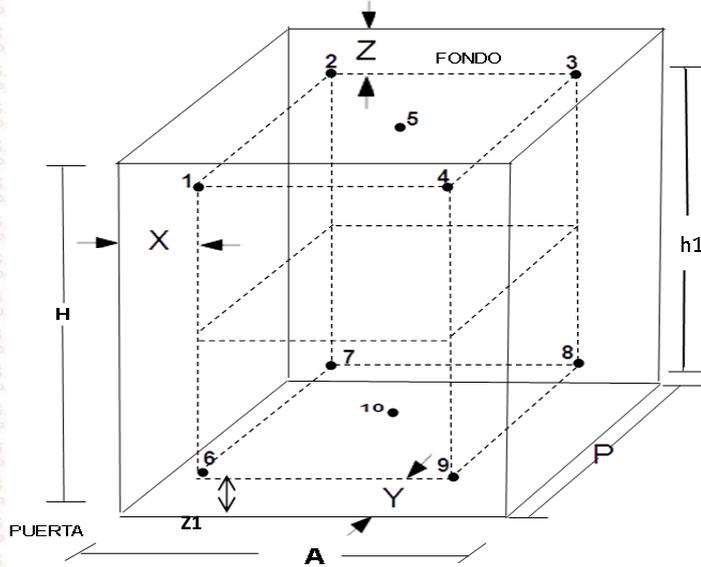
Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 56,0 cm

P= 45,0 cm

H= 56,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 5,6 cm **Z=** 14,0 cm

Y= 5,6 cm **Z1=** 8,5 cm

Distancias entre planos

h1= 33,5 cm

Ubicación de parrillas durante la calibración:

Distancia de la parrilla superior a: 31,0 cm por encima de la base interna.

Distancia de la parrilla inferior a: 10,0 cm por encima de la base interna.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 11,0 por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 por debajo de la parrilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



FIN DEL DOCUMENTO



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 260 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022
Fecha de emisión : 2022-05-17

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : MUFLA
Indicación : DIGITAL
Alcance de Indicación : 0 °C a 1200 °C
Resolución : 1 °C
Marca de Equipo : WITEG
Modelo de Equipo : F-03
Serie del Equipo : 1000788160C001
Código de Identificación : HOR-003
Marca de Indicador : SARUP
Modelo de Indicador : 1.S.3

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
16 - MAYO - 2022

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC - 017 del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	FLUKE	CT - 010 - 2022	INACAL - DM

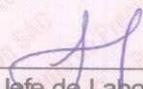
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,7	22,4
Humedad %	64	66

7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización de la Mufla no menor a 30 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95 %.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 260 - 2022

Página : 2 de 2

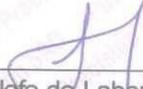
Resultados de la Medición

INDICACIÓN DEL EQUIPO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
402	416,1	13,9	2,2
605	617,6	12,4	2,0
802	808,2	6,7	2,0

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN
 $TCV = \text{INDICACIÓN DEL EQUIPO} + \text{CORRECCIÓN}$

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO-122-2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022
Fecha de emisión : 2022-05-19

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : MEDIDOR DE PH

Indicación : DIGITAL
Intervalo de Indicación : -2,00 a 16,00 pH
Resolución : 0,01 pH
Marca : HANNA
Modelo : HI98128
Serie : 05050161101
Procedencia : ROMANIA
Código de Identificación : EMT-008
Ubicación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
19 de Mayo de 2022

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó por comparación según el procedimiento de calibración PC - 020 (2da Edición 2017).

5. Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Análisis
Soluciones Buffer del MERCK trazables al SRM del NIST y PTB	Solución de 4,00 PH	HC109827
	Solución de 7,01 PH	HC113836
	Solución de 10,00 PH	HC122123
INACAL - DM	Termómetro digital	LT - 105 - 2021

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,9	21,1
Humedad %	67	68
Presión mbar	997	997

7. Observaciones

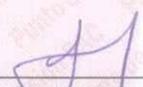
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO-122-2022

Página : 2 de 2

Resultados de Medición

INDICACIÓN DEL EQUIPO (PH)	TEMPERATURA (°C)	CORRECCIÓN (PH)	INCERTIDUMBRE (PH)
3,96	21,1	0,04	0,01
6,98	21,3	0,03	0,01
9,30	21,1	0,70	0,02

NOTA :

(*) Las correcciones por temperatura para los diferentes buffer son las siguientes:
Buffer de 4,00 PH : Para 20 °C es de - 0,01 PH y para 30 °C es de + 0,01 PH
Buffer de 7,01 PH : Para 20 °C es de + 0,02 PH y para 30 °C es de - 0,01 PH
Buffer de 10,00 PH : Para 15 °C es de + 0,05 PH y para 25 °C es de - 0,06 PH
La corrección por temperatura para 25 °C para el buffer 4,00 PH y 7,00 PH es de $\pm 0,00$ PH y La corrección por temperatura para 20 °C para el buffer 10,00 PH es de $\pm 0,00$ PH.

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022
Fecha de emisión : 2022-05-17

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : G&L LABORATORIO
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 170251
Capacidad de Prensa : 2000 kN
Código de Identificación : SPE-007

Marca de indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
16 - MAYO - 2022

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,8	19,8
Humedad %	63	63

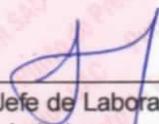
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,283	100,479	-0,28	-0,48	100,381	-0,38	-0,20
200	201,959	200,900	-0,98	-0,45	201,430	-0,71	0,53
300	301,654	302,007	-0,55	-0,67	301,831	-0,61	-0,12
400	401,937	401,074	-0,48	-0,27	401,506	-0,38	0,22
500	504,731	504,790	-0,95	-0,96	504,761	-0,94	-0,01
600	605,936	605,054	-0,99	-0,84	605,495	-0,91	0,15
700	704,788	704,984	-0,68	-0,71	704,886	-0,69	-0,03

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

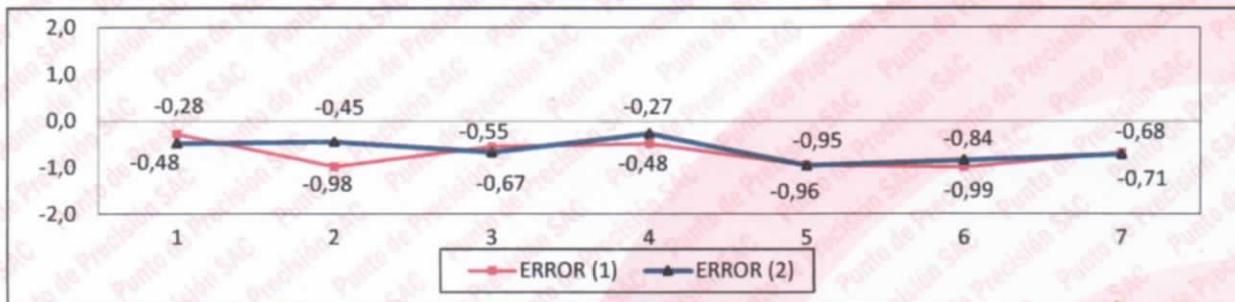
Ecuación de ajuste : $y = 0,9913x + 0,6127$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUIS ALBERTO SEGURA TERRONES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de suelo con Cloruro de Sodio NaCl y CAL para mejorar sus propiedades físico-mecánicas, Lima – 2022", cuyos autores son ROLDAN PEREZ HEBERT TOMAS, QUISPE MAMANI LUIS MIGUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 27 de Octubre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LUIS ALBERTO SEGURA TERRONES DNI: 45003769 ORCID: 0000-0002-9320-0540	Firmado electrónicamente por: LASEGURAT el 23- 11-2022 21:10:00

Código documento Trilce: TRI - 0436081