



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de las propiedades físicos mecánicos de la subrasante
incorporando cloruro de calcio, en Paramonga, Lima 2022

AUTOR:

Rafael Pagador, Wilman Martin (<https://orcid.org/0000-0002-0797-8699>)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (<https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

Lima - Perú

2022

DEDICATORIA

Esta tesis dedico a mis Padres, que me han brindado su apoyo desde el inicio y poder llegar a esta instancia de mis estudios.

También a mi Esposa e Hija que han sido mi mayor motivación para nunca rendirme.

AGRADECIMIENTO

A mi Esposa por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

A todas las personas que de una y otra forma me apoyaron a cumplir mis objetivos.

A mi asesor dedicación y apoyo constante.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vii |
| RESUMEN..... | viii |
| ABSTRACT | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 10 |
| II. MARCO TEÓRICO | 13 |
| III. METODOLOGÍA..... | 23 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 23 |
| 3.1.1. Tipo de investigación | 23 |
| 3.1.2. Diseño de investigación..... | 23 |
| 3.2. Variables y Operacionalización..... | 24 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 25 |
| 3.3.1. Población | 25 |

| | |
|---|----|
| 3.3.2.Muestra | 26 |
| 3.3.3 Muestreo | 27 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 28 |
| 3.5. Procedimientos | 30 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 30 |
| 3.7. Aspectos éticos | 30 |
| IV. RESULTADOS..... | 31 |
| V. DISCUSIONES | 48 |
| VI. CONCLUSIONES | 52 |
| VII. RECOMENDACIONES | 54 |
| REFERENCIAS | 55 |
| ANEXOS | 61 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. <i>Tabla de Número de Calicatas para Exploración de Suelos</i> | 25 |
| Tabla 2. <i>Imagen de Números de Ensayos de CBR</i> | 26 |
| Tabla 3. <i>Cantidad de muestra para ensayos</i> | 27 |
| Tabla 4. <i>Ensayos de laboratorio</i> | 29 |
| Tabla 5. <i>Resultados de los ensayos en el laboratorio de la muestra natural (N)</i> | 38 |
| Tabla 6: <i>Ensayo de Limites de Consistencia con la incorporación de Cl₂Ca</i> | 41 |
| Tabla 7. <i>Ensayo de Próctor Estándar con la incorporación de Cl₂Ca</i> | 43 |
| Tabla 8: <i>Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de Cl₂Ca</i> | 46 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1.</i> Mapa del Perú | 31 |
| <i>Figura 2.</i> Distrito de Paramonga..... | 32 |
| <i>Figura 3.</i> Ubicación de la Av. Micaela Bastidas..... | 32 |
| <i>Figura 4.</i> Calicata N° 01 | 33 |
| <i>Figura 5.</i> Calicata N° 02 | 34 |
| <i>Figura 6:</i> Calicata N° 03 | 34 |
| <i>Figura 7.</i> Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata 01 | 35 |
| <i>Figura 8.</i> Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata 02 | 36 |
| <i>Figura 9.</i> Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata 03 | 37 |
| <i>Figura 10.</i> Grafico del limite consistencia de la muestra natural (N)..... | 38 |
| <i>Figura 11.</i> Grafico del Optimo Contenido de Humedad de la muestra natural (N) ... | 39 |
| <i>Figura 12.</i> Grafico de Máxima Densidad Seca de la muestra natural (N)..... | 39 |
| <i>Figura 13.</i> Grafico de California Bearing Ratio (CBR) de la muestra natural (N)..... | 40 |
| <i>Figura 14.</i> Ensayo de Limites de Atterberg Límite Líquido (LL)..... | 41 |
| <i>Figura 15.</i> Ensayo de Limites de Atterberg Limite Plástico (LP)..... | 41 |
| <i>Figura 16.</i> Grafico del ensayo de Atterberg con la incorporación de Cl ₂ Ca | 42 |
| <i>Figura 17.</i> Ensayo de Proctor..... | 44 |
| <i>Figura 18.</i> Ensayo de Proctor..... | 44 |
| <i>Figura 19.</i> Gráfico del OCH con la incorporación de Cl ₂ Ca | 44 |
| <i>Figura 20.</i> Gráfico del MDS con la incorporación de Cl ₂ Ca | 45 |
| <i>Figura 21.</i> Ensayo de CBR..... | 46 |
| <i>Figura 22.</i> Ensayo de CBR..... | 46 |
| <i>Figura 23.</i> Gráfico del ensayo de CBR con la incorporación de Cl ₂ Ca | 47 |

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo general determinar la influencia de la aplicación de cloruro de calcio en la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga, estableciéndose realizar los ensayos granulométricos, límites de consistencia, Proctor estándar y CBR. Formulándose la metodología, su diseño de investigación fue experimental (cuasi), su tipo de investigación fue nivel explicativo, de enfoque cuantitativo. De distribuyeron los objetivos específicos al incorporar el cloruro de calcio en 3%, 5% y 7%, fueron: el primer objetivo específico el determinar la disminución del IP, el cual dieron resultados óptimos al reducir de 4.6% a 1.8% con el 3% de cloruro de calcio, el segundo objetivo específico fue determinar la durabilidad de la subrasante a través del ensayo de Proctor estándar, el cual se incremento de 1.786 gr/cm³ a 1.912 gr/cm³ con el 5% de cloruro de calcio, el tercer objetivo específico fue determinar la mejora del CBR al 95%, el cual aumento de 8.5% a 21% con el 5% de cloruro de calcio. Conclusión, la incorporación del cloruro de calcio mejoro la resistencia de la subrasante.

Palabras clave: subrasante, cloruro de calcio, mejoramiento.

ABSTRACT

The general objective of this research is to determine the influence of the application of calcium chloride in the subgrade of Avenida Micaela Bastidas in the district of Paramonga, establishing to perform granulometric tests, consistency limits, standard Proctor and CBR. Formulating the methodology, its research design was experimental (quasi), its type of research was explanatory level, quantitative approach. Of distributed the specific objectives when incorporating calcium chloride in 3%, 5% and 7%, were: the first specific objective to determine the decrease in PI, which gave optimal results by reducing from 4.6% to 1.8% with 3% calcium chloride, the second specific objective was to determine the durability of the subgrade through the standard Proctor assay, which increased from 1,786 gr/cm³ to 1,912 gr/cm³ with 5% calcium chloride, the third specific objective was to determine the improvement of CBR to 95%, which increased from 8.5% to 21% with 5% calcium chloride. Conclusion, the incorporation of calcium chloride improved the resistance of the subgrade.

Keywords: subgrade, calcium chloride, enhancement.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú debido a sus características geológicas propias, tiene diversos tipos de suelos y climas. En el distrito Agroindustrial de Paramonga, ubicado en la provincia de Barranca y departamento de Lima, se ve que con debido al tiempo pasado y en otra parte al descuido de las autoridades municipales, las vías pavimentadas se encuentran en pésimo estado de las cuales se pueden identificar fácilmente de manera visual al pasar por ellas, la gran mayoría de estas vías contiene muchas deficiencias entre las cuales podemos encontrar “baches”, piel de cocodrilo, entre otros, estas vías ocasionan problemas con el tránsito vehicular y a la vez hasta se pueden ocasionar accidentes vehiculares. A nivel mundial en diferentes países, como Colombia, México y Chile, están empleando nuevos métodos para la estabilización de suelos, las cuales mejoran sustancialmente las propiedades internas, físicas y mecánicas de la subrasante, a la vez se trata de economizar y buscar nuevas alternativas. A la vez cabe mencionar, que los daños ocasionados por el uso diario de los vehículos en las vías es indispensable realizar a la brevedad posible la corrección de las subrasantes y así evitar daños más considerables. Se realiza la incorporación de cal, productos asfálticos y polímeros. En la actualidad, es de mucha importancia contar con vías en buenas condiciones, ya que nos ayudara a tener mejor desarrollo económico y social. Lastimosamente vemos que aún tenemos infraestructura vial que no se encuentran condiciones adecuadas para el tránsito, existen diversos factores que hacen que los pavimentos se deterioren rápidamente tales como, el clima, un mal proceso constructivo, entre otros.

En distintas partes del Perú como Lambayeque, Lima, Puno, son de distintos tipos de suelo que ya fueron estudiados, al incorporar piedra yesera, caucho granular, ceniza de quinua, debido a la característica de la subrasante eran de terreno tipo arcilloso, la cual no tiene las propiedades elementales para su uso de manera natural, por eso mismo se le incorporo dichos elementos para poder mejorar las condiciones naturales del terreno.

En el distrito de Paramonga específicamente en la Avenida Micaela Bastidas, se observa que de 0.5 km de la vía principal ubicada en el distrito se encuentra sin pavimentar, y 1.5 km se encuentran en pésimo estado con agrietamiento y fallas presentadas en la superficie, todo esto a consecuencia de la falta de mantenimiento por parte de la Municipalidad del Distrito de Paramonga. Por eso,

ya con toda la observación realizada y los puntos de vistas se necesita realizar un estudio más a fondo acerca del comportamiento físico mecánicos de la subrasante con la incorporación de cloruro de calcio, para prevenir fisuras, agrietamientos y evitar que se generen daños. Teniendo en consideración lo descrito anteriormente, este proyecto de investigación trató de mejorar un suelo tipo arcilloso limoso, y brindar una estabilización de suelo, y a la vez mejoró sus propiedades físicas mecánicas a través de la aplicación de cloruro de calcio. Existen diferentes tipos de estabilización, donde podemos mencionar a dos, la primera que vendría a ser tipo física, donde se compactan los suelos de diferentes granulometrías para poder generar cohesión entre las mismas, y el segundo que vendría a ser los de tipo químico, que se trata de adicionar sustancias químicas a los suelos para poder mejorar mucho más su estructura interna de las subrasantes generando reacciones químicas para así, poder aumentar su capacidad portante y no tener inconvenientes tanto en durabilidad y estabilidad.

Es por ello, que en la presente investigación se planteó el siguiente *Problema General* ¿De qué manera influye el cloruro de calcio en las propiedades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga? Similarmente se planteó los *Problemas Específicos* ¿De qué manera influye el cloruro de calcio en el índice de plasticidad de la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga? ¿De qué manera influye el cloruro de calcio en el contenido de humedad de la subrasante en la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga? ¿De qué manera influye el cloruro de calcio en la capacidad portante de la subrasante en la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga?

El presente proyecto de investigación es de mucha importancia para poder solucionar y brindar beneficios a los pobladores del distrito de Paramonga, ya que mejorarán las vías no pavimentadas, a la vez también serán beneficioso para los vehículos de transporte pesado y/o carga, ya que tendrán mejor accesibilidad al asentamiento humano Las Delicias. Al incorporar el cloruro de calcio la subrasante podrá aumentar su capacidad portante y el tiempo de vida útil, ya que este insumo químico, nos da la seguridad de que estas subrasantes soporten dichas cargas. Por tal motivo este proyecto de investigación será de un gran aporte para ser usado en futuras investigaciones: Justificación Técnica, en la

siguiente investigación, se sugiere usar el cloruro de calcio en cantidades de 3%, 5% y 7% con referencia al peso del material que se encuentra en la subrasante, para poder apreciar que tanto influye en las propiedades físicas mecánicas. Justificación Social, el siguiente proyecto tiene como finalidad brindar una vía con mejores condiciones a través del uso de cloruro de calcio en la subrasante, las cuales ayudara a que los vehículos tengan una mejor vida útil para así evitar el mantenimiento y desgaste de las mismas. Justificación Económica, se requiere economizar en los costos generados, con la incorporación de cloruro de calcio este insumo químico mucho más económico que son tanto en asfalto y/o concreto. Justificación Ambiental, el uso de este aditivo ayudara con el medio ambiente; ya que este producto no es peligroso para la subrasante y le da una solución inmediata a la estabilización de las vías no pavimentadas.

En la siguiente investigación, se propone *Objetivo General*: Determinar la influencia de la aplicación de cloruro de calcio en la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga. En forma similar se planteó los *Objetivo Específicos*: Determinar la influencia del cloruro de calcio en el índice de plasticidad de la Avenida Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga. Determinar la influencia del cloruro de calcio en el contenido de humedad de la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga. Determinar la influencia del cloruro de calcio en la capacidad portante de la subrasante en la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga.

También se planteó la *Hipótesis General*: La aplicación de cloruro de calcio mejora las propiedades de la subrasante en porcentajes de 3%, 5% y 7% de la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga. Similarmente se planteó las *Hipótesis Específicas*: La aplicación de cloruro de calcio disminuye el índice de plasticidad en la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga; La aplicación de cloruro de calcio disminuye el contenido de humedad de la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga; La aplicación de cloruro de calcio mejora la capacidad portante de la subrasante en la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel Nacional se tiene a: Eche, K. y Peláez, A. (2019), teniendo como objetivo estabilizar la red vial vecinal AN-876 con la incorporación de cloruro de sodio, recopilado de varias salineras, ubicadas en él, Distrito de Santa–Ancash–2019. La metodología fue de investigación aplicada y de tipo experimental, la población fue la red vial vecinal AN-876, para la muestra se realizaron 6 calicatas de 1.50 metros de profundidad como lo establece el manual de ensayos de materiales del MTC de la vía de 2.639 kilómetros de la red vial vecinal AN-876, de las 6 calicatas se obtuvo que es escaso la presencia de grava resultando en la mayoría el 0% solo en la calicata C-2 se obtuvo un 2.56%, la calicata que presenta mayor finos es la calicata C-4 con un 56.39%, se pudo clasificar como un suelo de tipo ML (Limo Arenoso), según la clasificación SUCS, por otra parte su clasificación AASHTO es un suelo A-4(3) Suelo Limoso, para poder determinar los resultados con la adición del 2%, 4% y 6% de cloruro de sodio, se pudo obtener resultados de la C-3 con una MDS de 1.777 gr/cm³ y un HO de 12.20%, que al adicionar el 6% de cloruro de sodio tuvo mejora importante como la HO en 14.30% y su MDS de 1.88% con la aplicación de 4% de cloruro de sodio se tuvo el 13.60% de HO y MDS de 1.835 gr/cm³ y a este último la incorporación del 2% de cloruro de sodio obteniendo con un resultado de 13% de HO y un 1.80 gr/cm³ de MDSC¹.

Gambini, J. (2021), teniendo como objetivo el determinar si se incrementa el CBR para la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz–Cajamarca al añadir cloruro de sodio. La metodología fue de tipo aplicada y cuasi experimental, la población fue la vía del Sector 24 la Villa de Huacariz, el muestreo fue a través de la norma CE.020 suelo, se realizó la toma de muestras mediante calicatas basándose en el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC-2014), se clasificó como un suelo arcilloso (A-6), con un resultado de Proctor Modificado sin adición de cloruro de sodio con una MDS de 2.06 gr/cm³ y un contenido de humedad de 11.00%, al adicionar el 2% de cloruro de sodio se tuvo resultado de MDS de 2.084 gr/cm³ con un contenido de humedad de 10.92%, al adicionar el 4% de cloruro de sodio se tuvo resultado de MDS de 2.091 gr/cm³ con un contenido de humedad de 10.86%, al adicionar el 6% de cloruro de sodio se tuvo resultado de MDS de 2.1.01 gr/cm³ con un contenido de humedad de 10.56%, dando por finalizar que el cloruro de sodio si tiene influencia positiva a la mejora de la subrasante².

Cosiche, G. (2019), teniendo como objetivo determinar cuánto influye el uso del cloruro de magnesio hexahidratado en las mejoras de las propiedades internas físicas y mecánicas de la subrasante. La investigación fue cuasi experimental, la población fue de un total de 26 km del corredor vial Cañete tramo 09 Pucara – Pazos, la muestra fue el no probabilístico intencional o dirigido la cual corresponde al kilómetro 339+100; kilómetro 339+150 y kilómetro 339+200; de este tramo se realizaron tres calicatas de 1.50 m. de profundidad para luego ser llevado las muestras obtenidas de las calicatas para los ensayos de laboratorio. Y así determinar su influencia en la subrasante, como resultado de obtuvo que al adicionar un 3% de cloruro de magnesio hexahidratado si mejoraron las propiedades internas de la subrasante ya sea física y mecánica, a un suelo de clasificación AASTHO A-2-4, A-4(2) y A-4, incrementan el LL, LP, el IP, el OCH y la MDS, con resultados de CBR al 95% en 21.81%, 54.64% y 44.77% para los tipos de suelos A-2-4, A-4(2) y A-4, respectivamente³.

Palomino, Y. (2016), teniendo como objeto de estudio, el evaluar la influencia de la incorporación de cloruro de sodio en distintos porcentajes como 4%, 8% y 12% en el CBR se determinó ser un suelo tipo arcilloso. La metodología fue de tipo experimental, con una población del suelo de tipo arcilloso obtenidos de las calicatas de 1.50 m de profundidad, la cual al llevar al laboratorio determino un suelo de media plasticidad (CL), luego al analizar la incorporación del cloruro de sodio en distintas proporciones ya sea de 4%, 8% y 12% si mejora el CBR hasta un 10% en comparación del terreno natural, para un índice de CBR 0.1” varia un 9.48% de la muestra natural, mientras que para un índice de CBR 0.2” varia un 9.69% de la muestra natural⁴.

Mayo, R. y Morales, T. (2019), teniendo como objetivo determinar cuánto influye el uso de cloruro de sodio como estabilizantes de la subrasante en suelos arcillosos – Huánuco 2019. La metodología es de investigación aplicada experimental, la población es la subrasante del suelo tipo arcilloso, la muestra es no probabilístico, debido a que se eligió de manera aleatoria, se realizó el ensayo para poder establecer el índice de plasticidad con un óxido de calcio al 8% y cloruro de sodio al 4% obteniendo resultado de 1.9% y 9% respectivamente, con referencia al CBR con adición de óxido de calcio al 8% y cloruro de sodio al 4% obteniendo resultado de 34% y 5.8%⁵.

Chávez, E. (2019), teniendo como objetivo la adición del insumo químico llamado Bischofita en comparación con el Cloruro de Sodio, como agente estabilizador para poder mejorar el terreno de la vía Santa Rita, ubicado en el Distrito de Pariñas – Talara – Piura, 2018. La metodología fue de investigación experimental, con una población de la avenida principal de Enace 03 a la Cantera Santa Rita, Distrito de Pariñas – Talara, la calicata C-4 presenta mayor cantidad de arenas con un 56.64%, la calicata C-3 presenta la mayor cantidad de finos con un 19.45% y la C-2 presenta mayor cantidad de grava con un 30.17%, con referencia al contenido de humedad natural la calicata C-4 representa el 13%, con referencia a las muestras obtenidas de las calicatas representan no plástico, con referencia a la prueba de compactación la calicata C-3 representa el 9.89% y un CBR en mejores condiciones la calicata C-2 con un 35.43% a un ratio de 0.2” y con un ratio 0.1” a la calicata C-2 con un 30.39%⁶.

Méndez, C. (2021), teniendo como objetivo la adición del cloruro de sodio y determinar el comportamiento de la subrasante entre los tramos del centro poblado de Primorpampa y el distrito de Cascapara. La metodología fue de investigación tipo cuantitativa y experimental, la población fue la vía ubicada entre Primorpampa y Cascapara teniendo una distancia de 696.69, además de un ancho transversal de 4.00 m., el muestreo fue obtenido siguiendo los parámetros establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones que se reglamentan a través del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento con la realización de toma de muestras mediante calicatas. Se obtuvo que la subrasante según la clasificación SUCS con un valor de C.B.R. de 5.80%, que al adicionar cloruro de sodio entre la vía ubicada entre Primorpampa y Cascapara. Con un tipo de investigación cuantitativa, con una incorporación de 1.50%, 3.00% y 4.50% de cloruro de sodio, se determinó los siguientes valores de 6.30%, 6.50% y 6.00% respectivamente del cual se concluyó que logra aumentar ligeramente el índice de C.B.R. hasta un 6.50% de máxima densidad seca⁷.

Condori, C. y Rojas, M. (2020), teniendo como objetivo fue determinar qué efectos causa al adicionar polímeros reciclados, para la estabilización de subrasante. La metodología fue de investigación cuantitativa y experimental, la población fue exactamente en el km 1+020 – km 1+100 en el tramo de la carretera Vilcaniza – Beirut, el muestreo se analizará a través de los ensayos del suelo patrón del cual

podemos describir un alto contenido de arcilla, la investigación es no probabilística, motivo por el cual será designada al azar, realizando la búsqueda en el tramo más crítico, y se realizará las calicatas de 1.50 m., para obtener las muestras. Se obtuvo que al adicionar el 2%, 4% y 6%, con referencia al peso seco del suelo, para mejorar la subrasante en el tramo Vilcaniza – Beirut y se concluyó que al aplicar estos polímeros reciclados PET, mejora las condiciones de la subrasante debido a la incorporación de ellos, las cuales posteriormente fueron llevados al laboratorio y arrojaron que disminuyeron el contenido de humedad y esto logra que aumente la máxima densidad seca⁸.

Jara, A. (2014), teniendo como principal objeto de estudio verificar la adición de la cal como agente estabilizador de la subrasante, con un suelo tipo arcilloso. La metodología fue de investigación cuantitativa y experimental, la población fue el tramo del ingreso al centro comercial Open Plaza ubicado en Cajamarca, el muestreo para ello se realizó calicatas de 1.50 m. De los resultados se obtuvo, variaciones notables, el IP bajo a un valor de 9.23% a 36.87% con adicionar el 6% de la cal, además una mejora considerable del CBR la cual al finalizar los ensayos se obtuvo un valor de 11.48% solo al adicionar un 4% de cal tomando en consideración que el CBR inicial fue de 2.55%. Para finalizar se evaluó los resultados con aplicación en los diferentes porcentajes de cal, la cual solo el 4% se obtiene mejores condiciones físicas y mecánicas de la subrasante, tal así que se obtiene el máximo CBR al 95% que es de 11.48%⁹.

A nivel Internacional tenemos a: Duque, J., Vásquez, B. y Orrego, J. (2019), cuyo objetivo fue determinar cómo influye el cemento como agente estabilizador en la vía Llano Grande en la jurisdicción del municipio de Pereira – Risaralda, el diseño de investigación es cuantitativo y de tipo experimental, se determinó que el mejor resultado que se obtuvo fue al aplicar el 13% de cemento, cuyo material natural de la subrasante tiene un alto contenido de humedad para el manejo y estabilización química, en primer lugar se tuvo que reducir la humedad la cual se aplicó el 1% de cal viva y se pudo reducir de 5% a 7% a ello agregando el proceso de aireación, para que la adición de cemento sea exitoso se requiere que el IP no sea mayor al 30% e ideal para suelos que pasan el tamiz 200 del 3.5% al 5%, también a considerar que el cemento genera una reacción química que libera calor, la cual produce una pérdida del porcentaje de humedad¹⁰.

Guamán, I. (2016), cuyo objetivo fue analizar la adición de cal y cloruro de sodio para una subrasante con suelo tipo arcilloso; se adiciono en porcentajes de 2.5%, 7% y 12.50%, la muestra que se tomo fue de una calicata de 1 m de profundidad ubicada en el Puyo, además la muestra fue llevado a laboratorio para su posterior ensayo, de Limites de Plasticidad, Resistencia a la compresión simple (q_{ult} y q_{adm}), Proctor modificado Método D y CBR, para concluir fue con un 12% de Cal un resultado optimo el cual determina que es la única que ayuda a obtener buenos resultados, y con referencia al Cloruro de Sodio, su optima adición es del 2.5% el cual mejora el comportamiento a diferencia de los otros porcentajes¹¹.

Lozano, Ruiz, Alfonso (2015), cuyo objetivo fue principal el mejoramiento a través del uso de la melaza de caña como estabilizante, para la red terciaria; este producto es un material inorgánico que es en aplicación de forma líquida que logra mejorar las características de los suelos. Se analizo el efecto del uso de este material inorgánico en base a resultados obtenidos en laboratorio al concluir se obtuvieron los siguientes resultados: la MDS aumento y se obtuvo una humedad optimo, luego se obtuvo los resultados del CBR a dos penetraciones de las inmersiones fue en promedio de 2.2 y luego cuando se aplicó el material inorgánico se obtuvo un CBR de 8.8 lo cual mejoro considerablemente la resistencia de la subrasante¹².

Castillo, P. (2017), cuyo objetivo fue aplicar la cal viva en suelos tipo arcillosos ubicados en el km 3+000 del paso lateral de Macas ubicado en el país Ecuador, cuyos valores de capacidad portante CBR eran menores al 5% y a la vez los limites líquidos mayores al 100%. La metodología fue realizada a través de una investigación cuantitativa y experimental, la población fueron las vías no pavimentadas del km 3+000 del paso lateral de Macas, el muestreo se realizó en la vía km 3+000 del paso lateral de Macas debido a que en esta zona se reportó que los suelos eran de tipo arcilloso, se tomara aproximadamente 200 kg de muestra. De los resultados se obtuvo que el suelo de esta vía presenta un (LL) por encima del 100% del suelo húmedo en un 140%, las cuales representa un suelo con CBR menor al 5%, se adiciono en cantidades de 10%, 20%, 30% y 40% de cal con referencia al peso de la muestra obtenida mediante calicata encontrado in situ, luego fueron llevados al laboratorio y posterior a ellos arrojaron resultados con la disminución de: LL, IP y expansión, también se verifica que el CBR aumenta. Se obtuvo que con un valor del 16% de cal dieron resultados más optimos¹³.

Golfín, B. (2019), cuyo objetivo fue adicionar cemento hidráulico a las subrasantes no pavimentadas o de lastre. La metodología fue realizada a través de una investigación cuantitativa y experimental, la población fue la red vial costarricense, el muestreo se realizó en diferentes zonas de una manera aleatoria. De los resultados se logró verificar el tipo de suelo que se encontraba en las vías con materiales limo arcillosos y tamaños nominales a 4.76 mm., se verifico que incremento en resistencia, las zonas de los Santos, Nicoya y Pocosol, son de 0.37 kg/cm², 0.05 kg/cm² y 0.17 kg/cm² sin cemento respectivamente, al agregar cemento hidráulico de cantidad al 7% aumentar en 2.73 kg/cm², 2.10 kg/cm² y 3.97 kg/cm² respectivamente¹⁴.

En otros idiomas tenemos a: Ojeda, F., Mendoza, R. & Baltazar, Z. (2018). Se determino que tanto influye el bagazo (Caña de Azúcar) en las propiedades físicos mecánicos en comparación con el uso del Cemento Portland Compuesto en la mejora de la subrasante de un tipo de suelo arenoso. Se realizó el ensayo de compactación estándar AASHTO, el ensayo de resistencia a la compresión no confinada y el ensayo CBR, se realizó la comparación entre el suelo natural en estudio y mezcla con porcentajes definidos por el autor de 3%, 5% y 7% de CPC como porcentaje de control. realizándose parcialmente reemplazos de CPC por SCBA en porcentajes de 0%, 25%, 50% y 100% en relación al peso seco del suelo. Luego de realizar la verificación de los resultados obtenidos en el laboratorio se pudo determinar que él, CBR y resistencia a la compresión no confinada, reduce el consumo de PCC hasta en un 25 %¹⁵.

Dos Santos (2018) En su trabajo de investigación para obtener el grado de maestro profesional en ingeniería civil, en su estudio “estudio de la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar en el material base de pavimentación” de la universidad federal del oro petro/ufop y el núcleo de geotecnia de la escuela de Minas -Nugeo. El objetivo fue realizar mediante ensayos de laboratorio cuanto la ceniza de bagazo de caña de azúcar (cbca) tiene influencia sobre la subrasante del suelo, y utilizo la normativa vigente del reglamento técnico de la autoridad vial nacional. Para el desarrollo de este trabajo de investigación se utilizó cbca (bagazo de caña de azúcar), pitorro y arcilla. Luego de realizar el experimento se concluyó que el cbr y expansión adicionada a la subrasante cbca fue muy positivo, ya que mejora el comportamiento mecánico del suelo, y el mayor

porcentaje obtenido fue 105% cbr con una mezcla de 15% de adición. de cbca con referencia al peso de la muestra¹⁶.

Lauderi (2017) En su investigación para obtener el título profesional de ingeniero civil, con base en el estudio “Estudio de la estabilización de un suelo de la formación Botucatu con incorporación de caliza y Fresno Volante” de la Universidad Federal de Pampa, el objetivo de este estudio fue realizado a través de pruebas de laboratorio para la estabilización de suelos utilizando Botucatu con adición de piedra caliza. El presente trabajo es una investigación experimental, los ensayos realizados en laboratorio fueron de Clasificación Granulométrica, Ensayos de Compresión y Compactación, y también para determinar la resistencia a la tracción a través del ensayo por compresión diametral. Considerando que es importante agregar un mínimo de 8% para estabilizar el suelo estudiado, una vez realizada la prueba entre CV y cal, se observó que el uso de 50% CV y 50% de cal sería la mejor opción. Finalmente, antes de agregar cal a la mezcla, se recomienda realizar un estudio químico previo de los compuestos generados a través de pruebas de laboratorio con el único objetivo de obtener un aceite estabilizado, la prueba arroja un mejor resultado con un 50% de cal. y 50% CV¹⁷.

A nivel de Artículos se tiene a: Alarcón, J., Jiménez, M. & Benítez, R. (2019). Para la estabilización de suelos se busca nuevas alternativas las cuales deberán mejorar las propiedades internas de cada tipo de suelo, para que así sea factible poder realizar las mejoras necesarias, en este caso se aprovechara los residuos de la extracción del petróleo, toda vez que se busca reducir el impacto ambiental. Se toma como referencia a la región de Tunja, donde encontramos un suelo arcilloso de subrasante, a la cual luego se adicionará en distintos porcentajes de lodo de aceitoso, de las cuales cada una de estas combinaciones se realizará ensayos como el CBR y módulo de resilientes todo esto a fin de poder analizar sus propiedades modificadas. Se concluyo que al adicionar lodo aceitoso en una cantidad de 6% logran mejorar su resistencia, índice de plasticidad y tiempo de curado de 26 días, estos resultados serán beneficioso para el presente estudio¹⁸. Serrano, R. & Padilla, G. (2018). Hay diseños para mejorar la estabilización de suelos de subrasante, como referencia a una de ella tenemos a la estabilización mecánica, que se realiza mediante la compactación del material a

través de capas, luego tenemos a la estabilización con aditivos químicos, las cuales hacen que modifique sus propiedades fisicoquímicas de estos suelos al incorporar químicos como el cemento, limo, asfalto bituminoso; también tenemos a la compactación a través de geotextiles o geo sintéticos. Podemos ver que, al aplicar la cal al suelo de la subrasante, tiene la propiedad de reducir la humedad natural, también hace que la granulométrica se vea afectada, con referencia al índice de plasticidad se ve reducida y para finalizar la modificación de las características de compactación¹⁹.

Raim, P.; Qiu, W.; Pei, H.; Chen, J.; Ai, X.; Liu, Y. & Mahmood, A. (2021). Se ha realizado la investigación del uso de cenizas volantes residuales (FA) y Cemento (OPC) para la estabilización de la subrasante, también se realizará el estudio de la influencia de las mismas. La adición de residuos de cenizas volantes (FA) y Cemento (OPC), influenciara estos aditivos en aspectos ambientales y económicas, se realizara ensayos de laboratorios para obtener el límite de Atterberg, el índice de hinchamiento libre (FSI), la resistencia a la compresión no confinada (UCS), la relación de carga de California (CBR) y el microscopio electrónico de barrido (SEM), tenemos como resultados lo siguientes al adicionar en distintas proporciones de cenizas volantes y cemento, 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. % y 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, respectivamente, se tiene que el suelo sin adicionar estos aditivos tiene un valor de CBR del 2.91%, al adicionar cenizas volantes y mezcla de cemento es del 10,12% (20% FA + 8% OPC) aumenta un 71.34% con referencia al valor inicial. El UCS al inicio tiene un valor de 86.88 kPa y al adicionar cenizas volantes y mezcla de cemento alcanza un valor máximo de 167.75 kPa (20% FA + 8% OPC), se concluye que aumenta significativamente un 48.20% con referencia al valor inicial²⁰.

Como bases teóricas relacionadas a las variables y las dimensiones tenemos lo siguiente: Pavimentos. Los pavimentos son estructuras civiles que a través del tiempo han ido mejorando su diseño, sirve de medio de transporte como de comunicación. Podemos definir al pavimento como una base estructural de manera horizontal compuesta por varias capas entre si denominadas subrasantes, con la finalidad de poder recibir todo el peso y la fricción que generan los vehículos.

Subrasante. La subrasante es la zona donde va soportar la carga del pavimento, también se puede definir como la capa superior del terraplén, la cual está conformada por suelos con características adecuadas para ser compactadas y presentar un terreno en óptimas condiciones, para que no sufra ninguna deficiencia la cual afecte su óptimo desempeño en consecuencia del tránsito a diario. Es importante mencionar que debido a su capacidad de soporte, junto al tránsito diario, y el diseño de la superficie de rodadura, tiene por finalidad elaborar un pavimento la cual tendrá características aceptables para el flujo vehicular de la cual estuvo diseñada, en los últimos 0.30 m de terreno debajo del nivel superior de la subrasante y siguiendo con la norma MTC EM 115, es necesario y obligatorio que la compactación pueda alcanzar mínimo al 95% de la máxima densidad seca a través del Ensayo de Laboratorio del Proctor Modificado²¹. Cloruro de Calcio. El cloruro de calcio CaCl_2 , es un producto final en forma de salmuera de algunos procesos industriales, pero a la vez también se encuentran en estado natural a través de arroyos o pozos naturales, teniendo como principal elemento químico el Carbonato de sodio, la cual ha sido transformado a través de procesos químicos. Su principal característica del cloruro de calcio es poder controlar la humedad y adicionar en la capacidad portante del terreno²².

Propiedades de la subrasante: Propiedades físicas, son las propiedades relacionadas con el tipo de material a utilizar, son los siguientes: Granulometría, Clasificación de suelos, Límites de Consistencia, Propiedades mecánicas, dan una estimación de la calidad de los materiales para las vías, son los siguientes: CBR y Proctor Estándar. Propiedades Físicas: Límites de Consistencia. El ensayo de límites de consistencia para hallar el contenido de humedad, sirve para definir el estado en el que se encuentra el suelo, ya sea consistencia líquida, plástica o semisólido, la cual al obtener la muestra y esta ha sido pasada por el tamiz N°40. A través de ensayos de laboratorios en el caso específico el Ensayo de Atterberg, la cual tiene como definición el contenido de humedad entre el límite del estado de consistencia plástica o semisólida²³.

Propiedades Mecánicas: Ensayo C.B.R. Es el ensayo de laboratorio la cual nos ayuda a determinar cuánto es el índice de resistencia del suelo en estado normal, es muy conocido por su sigla CBR (California Bearing Ratio), también nos ayuda a poder definir la calidad de suelo entre ellos, suelos inalterados, suelos

remoldados, suelos gravoso y arenosos, suelos con bajo índice de plasticidad o nada plásticos o suelos cohesivos plásticos, este procedimiento se realiza a través de penetrar un pistón a determinadas velocidades hacia la muestra compactada, los valores que se trabaja es en porcentaje (%)²⁴. Proctor Estándar. Básicamente nos ayuda a determinar el grado de relación que existe entre el contenido de humedad y la densidad seca de la muestra obtenida en campo, se realiza adicionando muestra dentro de un molde circular para después aplicarle golpes con un pisón normalizado desde una altura de 12 pulgadas, a la vez esto produce una energía alrededor de 56000 ft-lbf/ft³ (2700 kN-m/m³)²⁵.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Según, Sánchez (2018), la investigación es fundamentalmente una actividad con carácter intelectual que, a través de una planificación sistemática y organizada, logra descubrir o realizar la búsqueda de nuevos conocimientos, partiendo desde la estrategia y técnicas, vale decir es un método científico (p.13)²⁶. Según Lozada (2014), la investigación de tipo aplicada también es conocida como investigación práctica o empírica, la cual se caracteriza por aplicar los conocimientos técnicos para solucionar una situación determinada (p.35)²⁷.

Por tanto, la investigación del presente objeto de estudio es del tipo aplicada, ya que se realizó poniendo en práctica ya los conocimientos previos en el mejoramiento de la subrasante con la incorporación del cloruro de calcio, a través de los antecedentes de casos similares, con la finalidad de poder realizar la toma de decisión para la elección de una nueva alternativa que busca mejorar la compactación de la subrasante con la adición de cloruro de calcio en diferentes porcentajes, en base a los resultados obtenidos en el laboratorio, y los criterios del CBR, Límites de Atterberg y Proctor Estándar

3.1.2. Diseño de investigación

Diseño cuasi experimental: Según Bono (2021), el diseño cuasi experimental, son investigaciones no experimentales. Debido a la no aleatorización no se puede establecer de una forma exacta la equivalencia inicial de los grupos, como si se puede ver en los diseños experimentales, se consideran las investigaciones cuasi experimentales como una solución a la toma de datos de forma aleatoria (p.5)²⁸.

De este modo la presente investigación es considerada cuasi experimental, ya que se tomará muestras de nuestra área de proyecto con la intención de adicionar cloruro de calcio (3%, 5% y 7%) para

luego describir el comportamiento de las propiedades físico mecánicas de la subrasante, también se subclasifica como cuasi experimental, ya que la toma de muestra ha sido definida por el investigador. Las dosificaciones han sido elegidas tentativamente ya que existen estudios previos de diferentes autores con similares características al presente estudio.

3.2. Variables y Operacionalización

Variable Independiente: Cloruro de calcio.

Definición Conceptual: Según Morales y Pialacura (2019), el cloruro de calcio con su siglas en elemento químico CaCl_2 es un subproducto que a través de procesos químicos e industriales hacen que se vuelva en forma de salmuera, también por otra parte se puede ubicar en arroyos y pozos naturales, teniendo como su principal fuente el Carbonato de Sodio, la principal y no menos importante característica de este insumo químico es el de controlar la humedad y ayuda en forma positiva a la resistencia mecánica del suelo (p.28)²⁹.

Definición Operacional: La dosificación del cloruro de calcio es 3%, 5% y 7% respecto al peso del material, para poder verificar mediante los ensayos con el fin de aumentar la capacidad de soporte, mejorar la durabilidad y finalmente disminuir el contenido de humedad, razón por la cual se tuvo que realizar las calicatas para obtener la toma de muestra necesaria para llevarlo al laboratorio y determinar la clasificación del tipo de suelo y los ensayos que nos ayudara a poder verificar las mejorar físicas mecánicas de la subrasante.

Variable Dependiente: Propiedades de la subrasante.

Definición Conceptual: Según el Ministerio de Economía y Finanzas (2015), define a la subrasante como la estructura que va a recibir el diseño del pavimento la cual forma el prisma de la carretera, además está conformada por suelos óptimos que brindaran seguridad y efectividad para evitar posibles deflexiones y dañar la estructura del pavimento ya sea rígido, flexible o mixto (p.12)³⁰.

Definición Operacional: En la subrasante, se adiciono cloruro de calcio, las cuales influyeron en las propiedades físicos y mecánicos, las cuales tienden a mejorar y resaltar su calidad. En la presente investigación se tomaron la muestra para realizar ensayos como la realizada con el CBR ASTM D1883-73, para las 3 combinaciones pre establecidas (N, 3%, 5% y 7%), además se realizó ensayo de

Proctor Estándar ASTMD D-698 y por último el Límite de consistencia ATTERBERG NTP 339.129-1999, previamente también se realizó la toma de muestra a través de calicatas, para ver su granulometría y poder determinar el tipo de suelo.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según López (2021), la población será parte de la toma de muestra y que debe de cumplir ciertos criterios predeterminado. Cabe aclarar que el termino población no necesariamente se refiere a los seres humanos, sino que también se puede tomar como población a los animales, plantas, entre otros, para tener una idea más clara se puede definir como un universo de estudio (p.35)³¹.

Cabe mencionar que el tipo de carretera del presente estudio es de Carretera de Bajo Volumen de Tránsito, con un IMD \leq 200 veh/día para una calzada. La población estará compuesta por todas las calicatas de 1.50 mt con sus respectivos ensayos físicos mecánicos, que resulten las pruebas de CBR, Proctor Estándar y Límites de Atterberg, en las distintas variaciones con la adición de cloruro de calcio.

Tabla 1. *Tabla de Número de Calicatas para Exploración de Suelos*

| Tipo de Carretera | Profundidad (m) | Número mínimo de Calicatas | Observación |
|---|--|--|--|
| Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido | Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada |
| Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido | |
| Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles. | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km | Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada |
| Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles. | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km | |
| Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles. | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km | |
| Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada. | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km | |

Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos

3.3.2 Muestra

Según López (2021), en términos más exactos es el subconjunto la cual es parte del objeto de estudio de investigación, para obtener esa muestra se realiza a través de formula, lógica. También prima las características exactas para la obtención de esta muestra (p.45)³².

Como es de conocimiento, el tipo de carretera del presente estudio es de Carretera de Bajo Volumen de Tránsito, con un IMD \leq 200 veh/día para una calzada. Tabla 1 del Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos, la cual indica que se realizara 1 calicata por cada kilómetro con una profundidad no menor al 1.50 mt del nivel de la subrasante.

También el tipo de carretera del presente estudio de investigación y de acuerdo a la Tabla 2: Imagen de Números de Ensayos de CBR del Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos, se establece realizar (1) Ensayo de CBR por cada 3 kilómetro como mínimo.

Tabla 2. *Imagen de Números de Ensayos de CBR*

| Tipo de Carretera | N° Mr y CBR |
|---|--|
| Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles | <ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido |
| Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles | <ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido |
| Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles. | <ul style="list-style-type: none"> Cada 1 km se realizará un CBR |
| Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles. | <ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR |
| Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles. | <ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR |
| Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada. | <ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR |

Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos

Se realiza por cada 3 kilometro (1CBR) y también nos mencionan que por cada 1 kilometro (1 calicata), se tomara en 1 kilómetro para todos los efectos las calicatas de la muestra, razón por la cual se realizara (3) calicata para poder obtener la muestra, la cual nos ayudara en poder realizar el ensayo granulométrico y así tener el tipo de suelo y poder clasificarlo, tratando de priorizar el suelo arcilloso, también extrayendo la cantidad necesaria de muestra para realizar (04) Ensayos CBR, (04) Proctor Estándar y (04) Limite de Atterberg, para poder así definir las propiedades físicos mecánicos, según los porcentajes (N, N+3%, N+5% y N+7%).

Tabla 3. *Cantidad de muestra para ensayos*

| CANTIDAD DE ENSAYOS | | | |
|---------------------|-----|------------------|---------------------|
| Muestra | CBR | Proctor Estándar | Límite de Atterberg |
| N | 1 | 1 | 1 |
| N+3% | 1 | 1 | 1 |
| N+5% | 1 | 1 | 1 |
| N+7% | 1 | 1 | 1 |
| Cantidad de Ensayos | 4 | 4 | 4 |
| Total de Ensayos | | | 12 |

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3 Muestreo

Según Ozten y Manterola (2017), el muestreo es una parte fundamental de la investigación científica, la cual su función básica es obtener un objeto de estudio en la realidad ya sea población o universo, no necesariamente tiene que ser exhaustivo (p. 17)³³.

El tipo de muestreo se refiere a la técnica de selección, por tanto, el muestreo es no probabilístico, sino a la elección del tesista considerando las características de la misma investigación (manual de carreteras), la cual va a definir al respecto para la toma de decisiones.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica de recolección de datos

Según López y Gómez (2016), para toda investigación, se requiere de una adecuada tecnología en la búsqueda de los objetivos de investigación, la cual se elige guardando relación con el objeto de estudio, a través de una teoría la cual ha sido empleada para construirla y también en función de la lógica del investigador (p.67)³⁴.

Para aplicar la técnica de recolección de datos para ello se usará el método de recopilar toda información a través de la observación, para que de manera inmediata encontrar soluciones de las problemáticas, también poder confirmar las Hipótesis dadas. A la vez también en base a las fuentes de información que se encuentra de cada variable se aplica las fichas bibliográficas, y por último se aplica la técnica de la cuasi experimentación.

También de manera principal se usa todas las normativas vigentes las cuales fueron establecidas por el Ministerio de Transportes: MTC E-107, MTC E-110/E- 111, MTC E-115, MTC E-132, MTC E-118

Instrumento de recolección de datos

Según Ayala (2013), los instrumentos de recolección de datos para la presente investigación han sido tomados como muestra; para realizar el análisis estadístico se considera la confiabilidad y validez (p.45)³⁵.

Razón por la cual, para la presente investigación, se analizará la muestra en el laboratorio a través de ensayos y así poder obtener los resultados, son considerados tres datos importantes como: Observación, Fichas de laboratorio y Ensayos

Tabla 4. *Ensayos de laboratorio*

| | Ensayo | Instrumento |
|---------|--|--|
| Ensayos | Ensayo de CBR | Ficha de Resultados de Laboratorio AASHTO T190 – MTC E132 – ASTM D1883 – NTP 339.145 |
| | Ensayo Límites Líquido y Limite Plástico | Ficha de Resultados de Laboratorio AASHTO T90 – MTC E111 – ASTM D424 – NTP 339.129 |
| | Ensayo Proctor Estándar | Ficha de Resultados de Laboratorio AASHTO T99 – MTC E116 – ASTM D698 – NTP 339.142 |

Fuente: Elaboración Propia

A raíz de la toma de muestra y recojo de datos, se realizará todos los ensayos en el laboratorio, según sus indicadores (N, N+3%, N+5% y N+7%).

Validez

Según Migulez (2006), en términos generales, se establece lo que realmente mide un instrumento con referencia a la variable, a la vez también va describiendo las herramientas que serán usados para el investigador (p.23)³⁶.

Debido a lo descrito anteriormente, será validado a través de las normas ASTM, y NTP usadas y definidas para cada ensayo realizado en el laboratorio.

Confiabilidad

Según Hernández (2014), es la medición de referencia que tiene una aplicación repetida de un individuo u objeto, las cuales producen resultados iguales cabe decir que es un grado en la cual un instrumento obtiene resultados consistentes y coherentes con la realidad (p270)³⁷. Este proceso será realizado a través de pruebas calibradas con un documento que nos pueda ayudar con certeza si puede ser un proyecto de investigación confiable³⁸.

Para el presente proyecto se empleó la confiabilidad en base a los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos ubicados dentro de la zona donde se encuentra ubicado nuestra toma de muestra de datos.

3.5. Procedimientos

Para poder extraer las muestras de suelos, es sumamente necesario realizar excavaciones de calicatas, las cuales se realizarán in situ, esto con el fin de facilitar el reconocimiento geotécnico. Se realizará la excavación con una profundidad no menor de 1.50 mt., con referencia al nivel de la subrasante, posterior a la excavación toda la muestra obtenida será llevado hacia el laboratorio y aplicando las combinaciones plasmadas dentro del objeto de estudio, inicialmente se realizara los ensayos de CBR, Proctor Estándar y Contenido de Humedad en estado Natural, luego se realizara las combinaciones del (3%, 5% y 7%), se usara la norma según el ASTM y las NTP, todo esto con el fin de poder obtener los resultados óptimos y adecuados.

3.6. Método de análisis de datos

Según Sampieri (2014), para poder seleccionar los datos correctamente se realizará de manera directa la observación, la cual a través de ellos nos permitirá poder visualizar cada tipo de ensayo o prueba de la subrasante la cual se ejecutará en el laboratorio también se deberá tomar apuntes correspondientes, las cuales servirá para nuestros resultados y contrastarlos con la hipótesis (p.271)³⁹.

3.7. Aspectos éticos

Según Timal (2017), en el ámbito de la investigación es recurrente la práctica del plagio, la cual se puede definir como la acción que vulnera y quebranta el derecho del autor, dicho acto se ha practicado desde tiempos remotos (p.46)⁴⁰.

El presente trabajo está relacionado con la normativa que rige la Universidad César Vallejo a todos los alumnos, la cual tiene que desarrollarse con honestidad, honradez, respeto y confianza, de no quebrantar las normas, para evitar todo eso de manera general se va citando mediante la Norma ISO-690-2010, respetando las ideas de los autores que serán plasmados, finalmente serán comparados el grado de similitud a través de la herramienta web Turnitin.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Mejoramiento de las propiedades físicas mecánicas de la subrasante incorporando cloruro de calcio, en Paramonga, Lima 2022

Ubicación:

Departamento : Lima
Provincia : Barranca
Distrito : Paramonga



Figura 1. Mapa del Perú

Fuente: http://masrepublica.blogspot.com/2009/04/mapa-del-peru_08.html

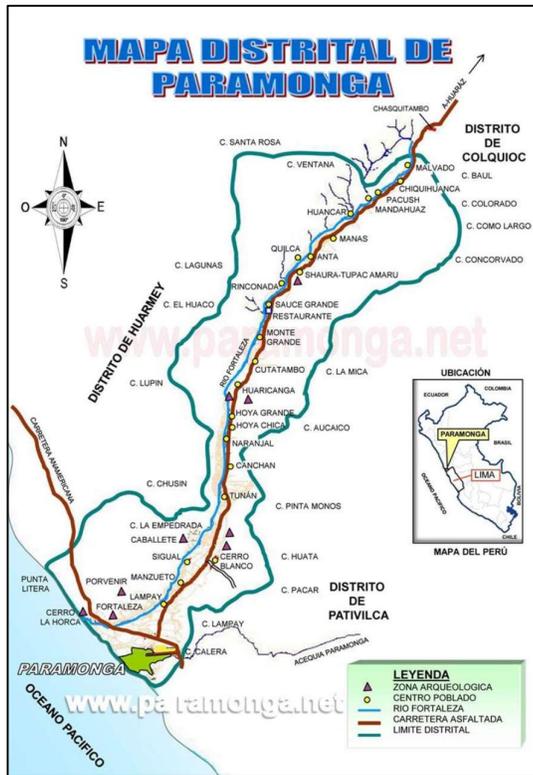


Figura 2. Distrito de Paramonga

Fuente: http://masrepublica.blogspot.com/2009/04/mapa-del-peru_08.html

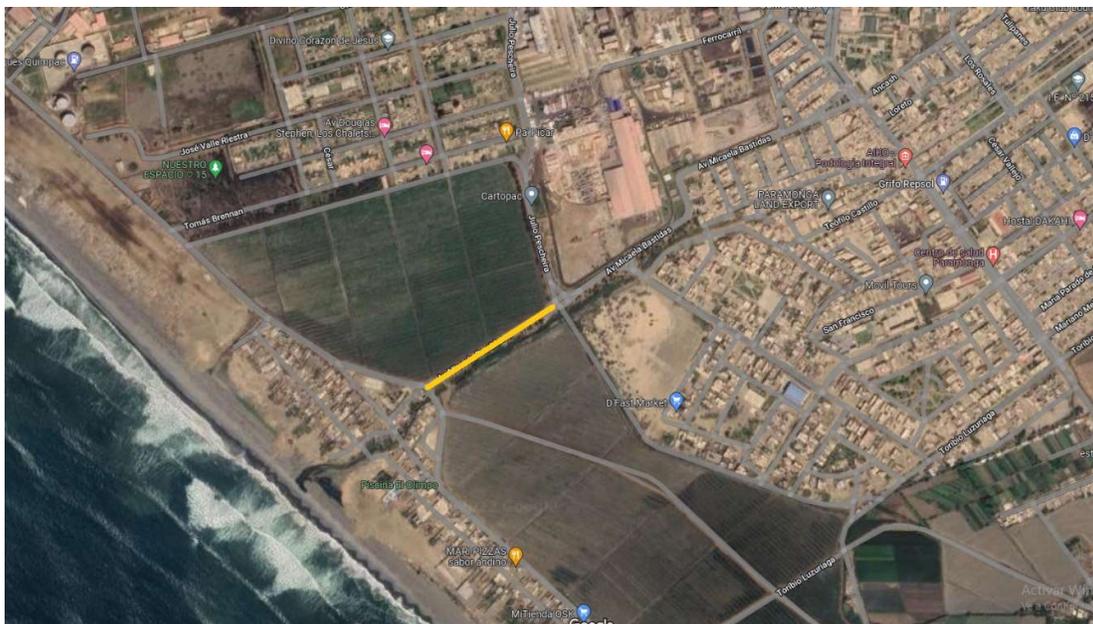


Figura 3. Ubicación de la Av. Micaela Bastidas

Fuente: Google Earth

Localización:

El presente estudio de investigación se realizó en la Av. Micaela Bastidas, que está ubicado en el distrito de Paramonga, se tomó como punto inicial el cruce de la Av. Micaela Bastidas y Av. Julio Pescheria, de las cuales se realizó 03 calicatas distribuidas de la siguientes progresivas:

Descripción: Calicata N°01

| | | |
|-------------|---|----------------|
| Progresiva | : | 0 + 060 km |
| Dimensiones | : | 0.80 x 1.40 m. |
| Lado de vía | : | Inicio |
| Profundidad | : | 1.50 m. |



Figura 4. Calicata N° 01
Fuente: Elaboración propia

Descripción: Calicata N°02

| | | |
|-------------|---|----------------|
| Progresiva | : | 0 + 150 km |
| Dimensiones | : | 0.80 x 1.40 m. |
| Lado de vía | : | Intermedio |
| Profundidad | : | 1.50 m. |



Figura 5. Calicata N° 02
Fuente: Elaboración propia

Descripción: Calicata N°03

Progresiva : 0 + 300 km
Dimensiones : 0.80 x 1.40 m.
Lado de vía : Final
Profundidad : 1.50 m.



Figura 6: Calicata N° 03
Fuente: Elaboración propia

Trabajo de Laboratorio

Se realizaron 03 calicatas en distintas distancias definidas por el autor, a pesar de que el MTC a través del Manual de Carreteras en la Sección de Suelos y Pavimentos, se recomienda solo realizar solo 1 calicata por km ya que la futura carretera es de Bajo Volumen de Tránsito, para garantizar una mejor muestra en el resultado, se realizó la toma de la muestra de las 03 calicatas ya ubicadas en la vía para posteriormente realizar la obtención de la muestra y llevarlo a laboratorio para poder determinar los 03 ensayos granulométricos con el fin de obtener resultados del tipo suelo en condiciones que no cumplan con las condiciones necesarias y así poder realizar los ensayos respectivos y determinar su mejoramiento con la aplicación de cloruro de calcio.

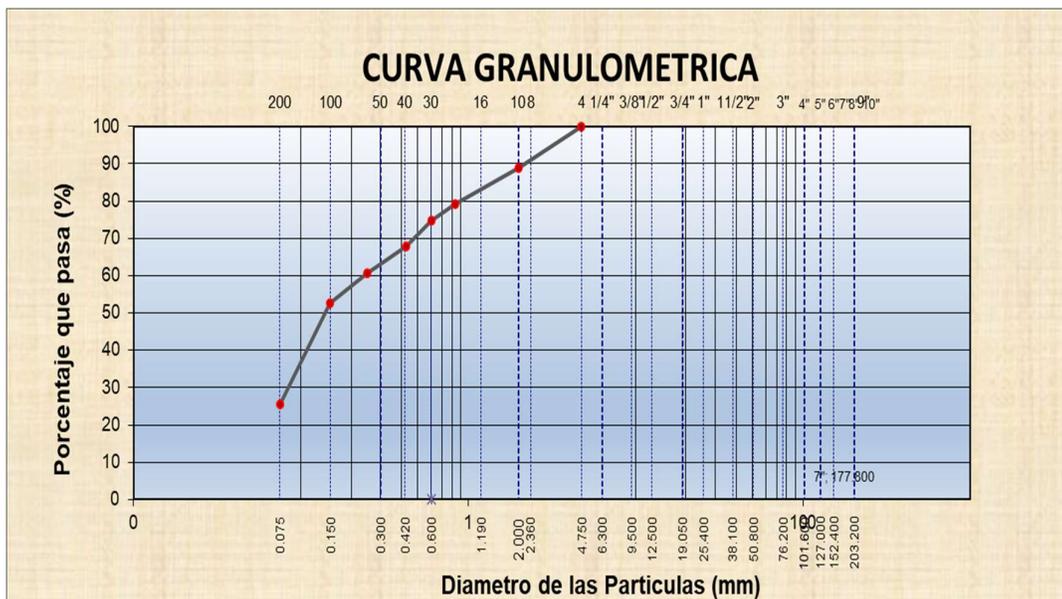


Figura 7. Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata 01

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Luego de haber obtenido el resultado del ensayo granulométrico las cuales pasaron por el tamiz se puede demostrar que el suelo obtenido de la **CALICATA N° 01**, determinó que solo pasó el 25.5% a la malla N°200 obteniendo una muestra con baja proporción de finos, un 74.5% de material pasó por la malla N°4 la cual se puede considerar un material arenoso y por último no se pudo encontrar grava.

Por tanto, la muestra del suelo obtenido de la calicata localizada en la progresiva 0+060 km., de la Av. Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga, se pudo determinar la demostración según la clasificación SUCS en el laboratorio (LABCENTERSUELOS S.A.C.) que el suelo es un tipo arcilla con índice de baja plasticidad con arena (SM) y mediante la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-2-4(0)

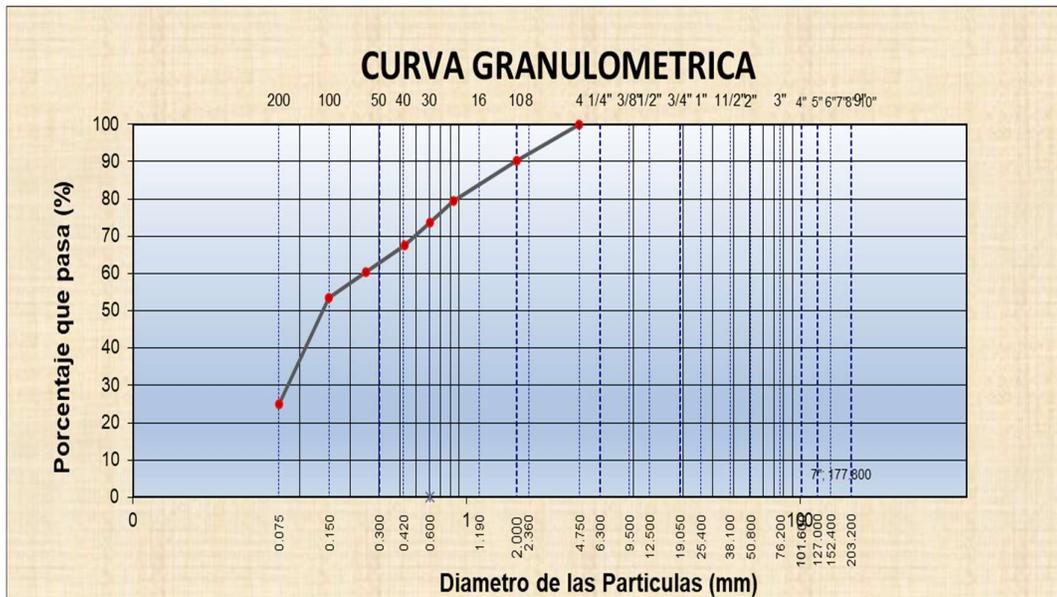


Figura 8. Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata 02

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Luego de haber obtenido el resultado del ensayo granulométrico las cuales pasaron el tamiz, se puede demostrar que el suelo obtenido de la **CALICATA N° 02**, determinó que solo pasó el 25.1% a la malla N°200 obteniendo una muestra con baja proporción de finos, un 74.9% de material pasó por la malla N°4 la cual se puede considerar un material arenoso y por último no se pudo encontrar grava.

Por tanto, la muestra del suelo obtenido de la calicata localizada en la progresiva 0+150 km., de la Av. Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga, se pudo determinar la demostración según la clasificación SUCS en el laboratorio (LABCENTERSUELOS S.A.C.) que el suelo es un tipo de arcilla de baja plasticidad con arena (SM) y mediante la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-2-4(0)

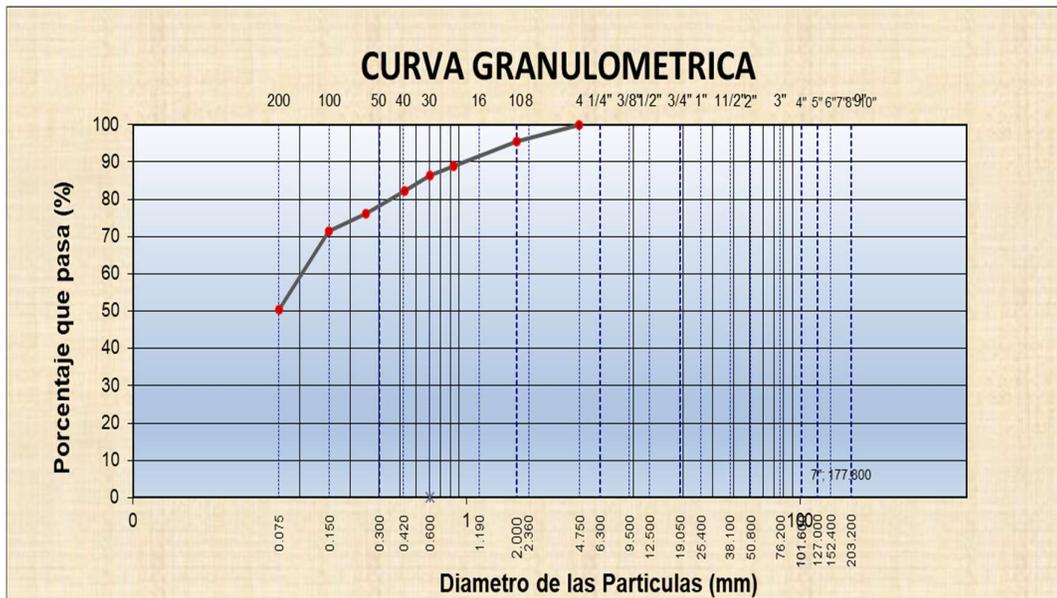


Figura 9. Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata 03

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Luego de haber obtenido el resultado del ensayo granulométrico las cuales pasaron el tamiz, se puede demostrar que el suelo obtenido de la **CALICATA 03**, determinó que solo pasó el 50.4% a la malla N°200 obteniendo una muestra con baja proporción de finos, un 49.6% de material paso por la malla N°4 siendo considerado un material areno limoso y por último no se pudo encontrar grava.

Por tanto, la muestra del suelo obtenida de la calicata localizada en la progresiva 0+300 km., de la Av. Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga, se pudo determinar la demostración según la clasificación SUCS en el laboratorio (LABCENTERSUELOS S.A.C.) que el suelo es una arcilla de baja plasticidad con limo (ML) y mediante la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-4(3)

EN CONCLUSION: Luego de analizar las muestras de las 03 calicatas de concluye que las propiedades físicas en la **CALICATA N° 03** son desfavorable debido al contenido de arcilla, por lo tanto, se optó para poder usar los siguientes ensayos especiales (Límites de Atterberg, Proctor Estándar y California Bearing Ratio (CBR)).

Tabla 5. Resultados de los ensayos en el laboratorio de la muestra natural (N)

| <u>ENSAYOS</u> | | <u>CALICATA N° 03</u> |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | 8.20% |
| LIMITES DE ATTERBERG | Límite Líquido | 28.60% |
| | Límite Plástico | 24.00% |
| | Índice de Plasticidad | 4.60% |
| CLASIFICACION DE SUELOS | SUCS | ML |
| | AASHTO | A-4 (3) |
| PRÓCTOR MODIFICADO | OCH | 11.80% |
| | MDS | 1.786 gr/cm ³ |
| CALIFORNIA BEARING RATIO | | 12.50% |

Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Gráfico del límite consistencia de la muestra natural (N)

Fuente: Elaboracion propia

Interpretación: Se determinó que la muestra obtenida de la **CALICATA N° 03** la cual contiene un LQ de 28.60%, un LP 24.00% y un IP de 4.60% esto debido a que la zona donde se ubica la Av. Micaela Bastidas colinda con terrenos agrícolas, motivo por el cual siempre presenta humedad.

Se determinó que el tipo de suelo es arcilloso la cual, fue comprobado a través del ensayo realizado en el laboratorio, esto se debe a que el terreno donde se localiza el proyecto presenta humedad, razón que al tenerlo en el horno a 110 +/- 5°C presento una variación.

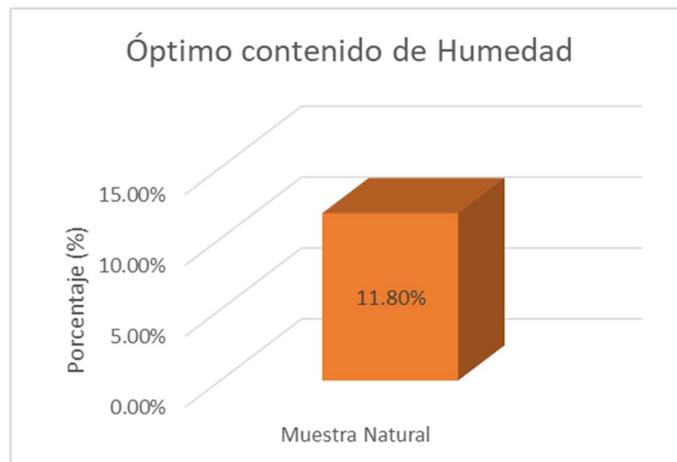


Figura 11. Gráfico del Óptimo Contenido de Humedad de la muestra natural (N)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Luego de realizar el ensayo de próctor estándar del suelo natural de la **CALICATA N° 03**, donde se determinó un resultado de 11.80% de **OCH**.

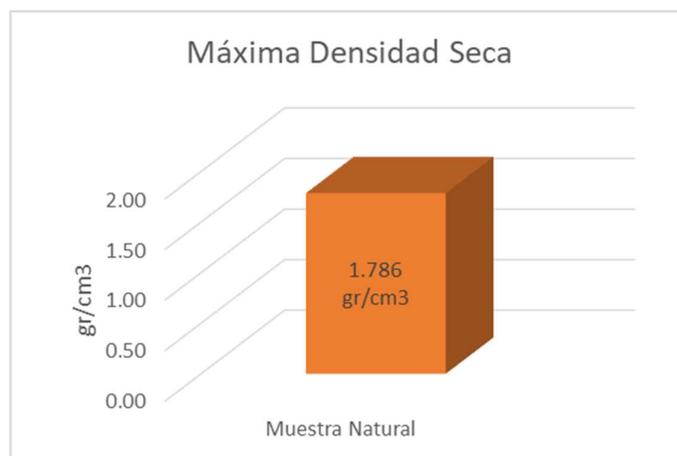


Figura 12. Gráfico de Máxima Densidad Seca de la muestra natural (N)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Luego de realizar el ensayo de próctor estándar del suelo natural de la **CALICATA N° 03**, donde se determinó un resultado de 1.786 gr/cm3 de **MDS**.

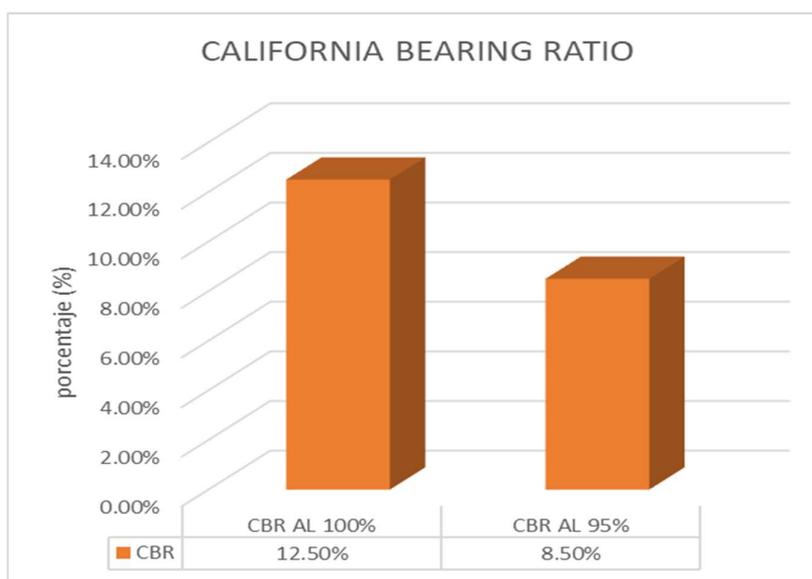


Figura 13. Gráfico de California Bearing Ratio (CBR) de la muestra natural (N)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Luego de realizar el ensayo de California Bearing Ratio (CBR), se encontró con una MDS 1.786 gr/cm³ y un OCH de 11.80%. para poder determinar la capacidad portante, es llevada a saturación y se obtiene que a una penetración al 0.1" el cual nos establece que el CBR al 95% representa 8.50% y CBR al 100% representa 12.50%.

Esto determina que el tipo de suelo patrón representa una condición desfavorable para uso en la subrasante.

Objetivo 1: Determinar la influencia del cloruro de calcio en el índice de plasticidad de la Avenida Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga.

Se realizó el ensayo de Límite de Consistencia para determinar el Índice de Plasticidad la cual se lleva la muestra patrón de la CALICATA N°03, primero se realizó el ensayo para poder determinar el Límite Líquido (LL) la cual se lleva la muestra pasante de la malla N°40, luego se adiciona una cierta cantidad de agua y tratar de no saturar la muestra obtenida para la cual se busca una consistencia trabajable, luego con la ayuda de la espátula se va aplicar de manera horizontal, posterior a ello se divide con el ranurador por la mitad todo ello se realiza el ensayo a través de la copa de Casagrande para posterior a ello aplicar los golpes

necesarios hasta lograr juntar $\frac{1}{2}$ ", se contabiliza los golpes y se extrae una muestra para llevarlo al horno mínimo 12 horas. Luego se realizó el Limite Plástico (LP) con el sobrante de la muestra obtenida del Limite Líquido (LL) para posterior a ello tomar una bolita de 1 cm³ y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastones de 3 mm de diámetro, luego es llevado a la balanza para poder obtener el peso y posterior a ello llevarlo al horno para determinar el % de humedad.

Para los casos a) Suelo Natural (SN); b) SN+3% Cl₂Ca; c) SN+5%Cl₂Ca; d) SN+7%Cl₂Ca

Tabla 6: *Ensayo de Límites de Consistencia con la incorporación de Cl₂Ca*

| CALICATA N°03 | Límite Líquido | Límite Plástico | IP |
|--------------------------|----------------|-----------------|-------|
| SUELO NATURAL (SN) | 28.60 % | 24.00% | 4.60% |
| SN+3% Cl ₂ Ca | 32.20% | 30.40% | 1.80% |
| SN+5% Cl ₂ Ca | 36.30% | 34.40% | 1.90% |
| SN+7% Cl ₂ Ca | 39.60% | 37.50% | 2.10% |

Fuente: Elaboración Propia



Figura 14. Ensayo de Límites de Atterberg
Límite Líquido (LL)

Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Ensayo de Límites de Atterberg
Límite Plástico (LP)

Fuente: Elaboración propia

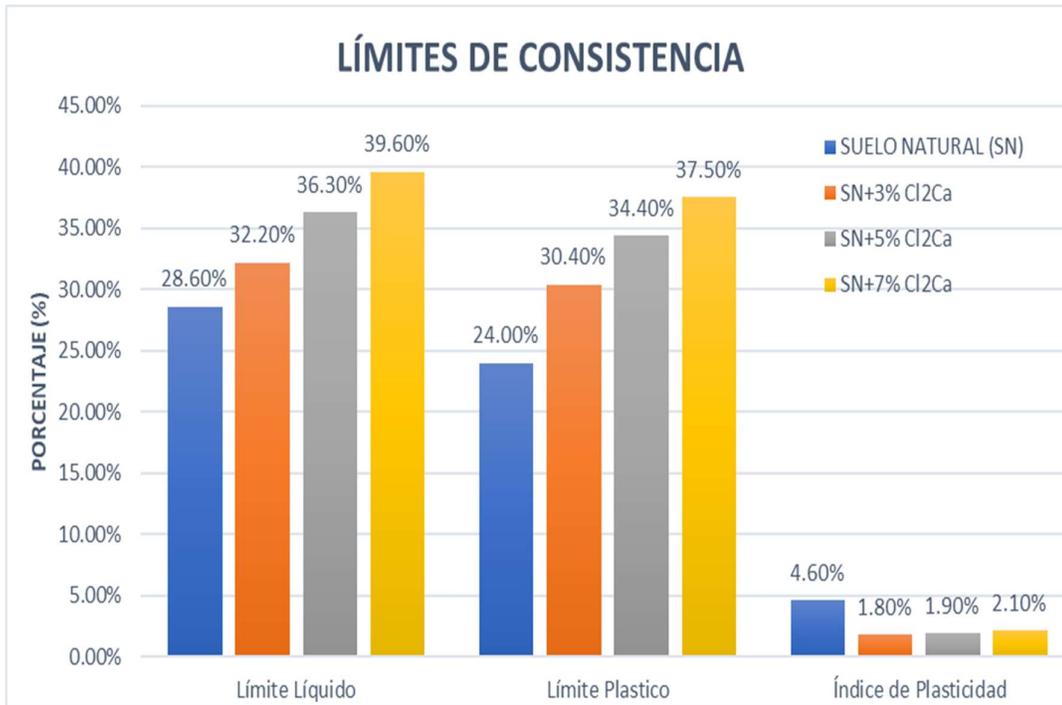


Figura 16. Grafico del ensayo de Atterberg con la incorporación de Cl₂Ca

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los ensayos de Limite de Consistencia o también conocido como el Límites de Atterberg con la adición del cloruro de calcio en varios porcentajes demostró que los resultados fueron óptimos para un suelo ML (Limo Arcilloso) ya que tuvo como consecuencia reducir el IP de la muestra patrón. Al iniciar el ensayo se tuvo como dato inicial que el IP de la CALICATA N°03 fue un 4.60%, sin embargo, al adicionar solo el 3% de cloruro de calcio se pudo evidenciar a través del ensayo una reducción de IP de la muestra patrón a un 1.80%, mejorando así sustancialmente sus propiedades físicas del suelo tipo ML.

Objetivo 2:

Determinar la influencia del cloruro de calcio en el contenido de humedad de la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga.

Se realizo el ensayo de Proctor Estándar la cual determina el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y la Máxima Densidad Seca (MDS) con referencia a la CALICATA N°03, primero se toma una muestra de 2.5 kg, luego se tamiza por la malla N°4 sobre una bandeja, se adiciona agua de a pocos hasta tener una

mezcla ligeramente húmeda, luego se divide la muestra sobre la bandeja en 3 muestras de igual cantidad, luego se pesa el molde para posterior a ello empezar a adicionar la primera capa, y se empieza a dejar caer el pisón sobre la muestra en total 25 golpes para cada capa, haciendo un total de 75 golpes por todo el molde, luego se retira la extensión del molde (collarín) y se perfila la parte superior del molde usando una regla metálica, luego se pesa el suelo húmedo con el molde de una vez obtenido el peso, se retira una pequeña muestra de aproximadamente 100 gr. una obtenida de la parte superior y la otra de la parte inferior de la muestra, luego se pesa para posterior a ello llevarlo al horno por un tiempo mínimo de 12 horas, pasada las 12 horas se vuelve a pasar para obtener la diferencia.

Para los casos a) Suelos Natural (SN); b) SN+3% Cl₂Ca; c) SN+5%Cl₂Ca; d) SN+7%Cl₂Ca

Tabla 7. *Ensayo de Próctor Estándar con la incorporación de Cl₂Ca*

| CALICATA N°03 | Optimo Contenido de Humedad (OCH) | Máxima Densidad Seca (MDS) |
|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| SUELO NATURAL (SN) | 11.80 % | 1.786 gr/cm ³ |
| SN+3% Cl ₂ Ca | 12.10 % | 1.862 gr/cm ³ |
| SN+5% Cl ₂ Ca | 13.10 % | 1.912 gr/cm ³ |
| SN+7% Cl ₂ Ca | 14.60 % | 1.878 gr/cm ³ |

Fuente: Elaboración Propia



Figura 17. Ensayo de Proctor
Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Ensayo de Proctor
Fuente: Elaboración propia

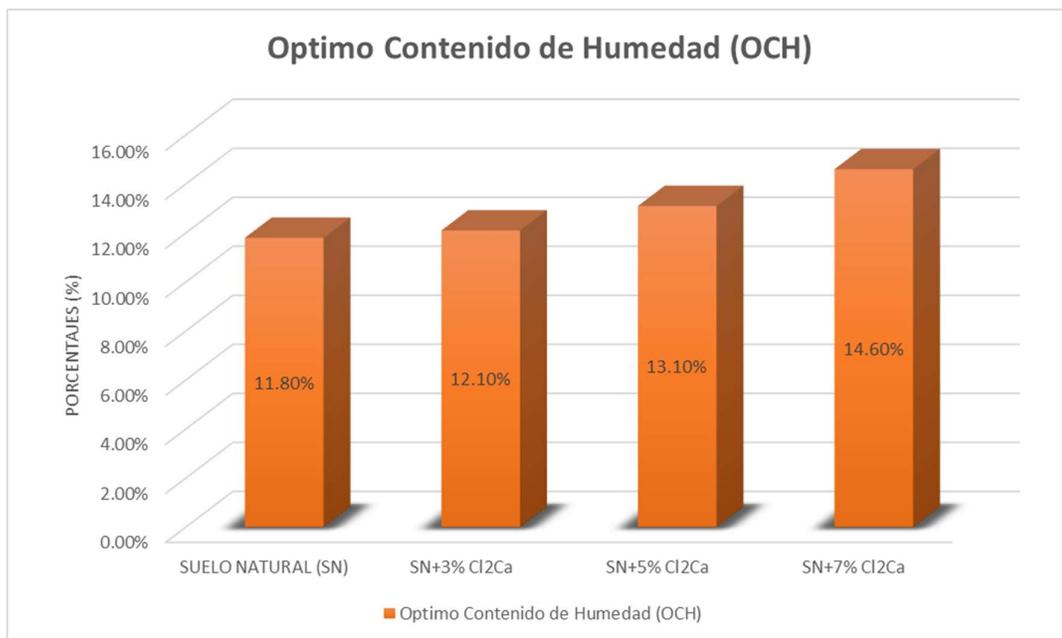


Figura 19. Gráfico del OCH con la incorporación de Cl₂Ca

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se determinó que el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) es inversamente proporcional a la adición del Cloruro de Calcio (Cl_2Ca), es decir a mayor adición del insumo químico tanto en 3%, 5% y 7% del cloruro de calcio, menor será el Óptimo Contenido de Humedad (OCH).

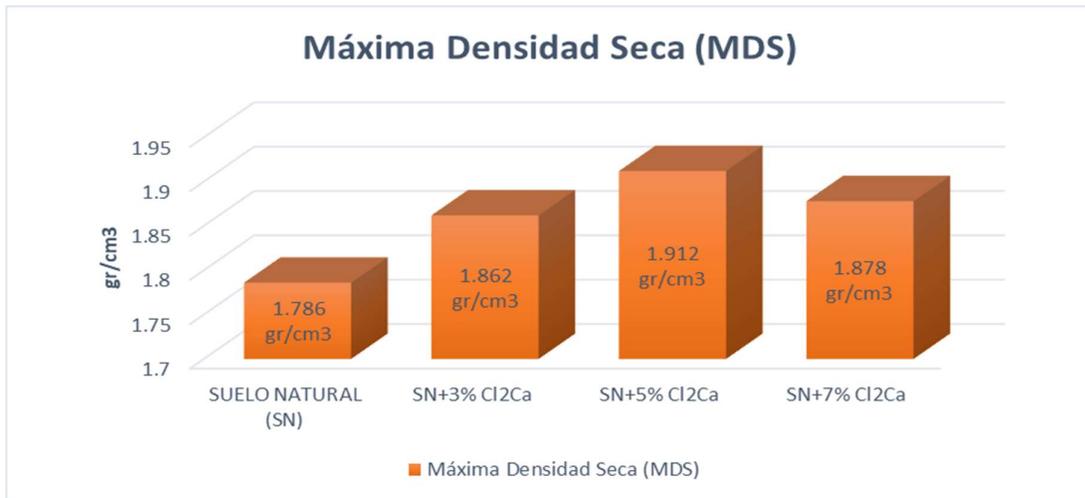


Figura 20. Gráfico del MDS con la incorporación de Cl_2Ca

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La Máxima Densidad Seca (MDS) es directamente proporcional a la adición del Cloruro de Calcio (Cl_2Ca), es decir a mayor incorporación del insumo químico, mayor será la Máxima Densidad Seca (MDS), pero ya al adicionar el 7% de Cl_2Ca , se obtuvo un valor inversamente proporcional ya que disminuye a 1.878 gr/cm³.

Objetivo 3:

Determinar la influencia del cloruro de calcio en la capacidad portante de la subrasante en la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga.

Se realizó el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con referencia a la CALICATA N°03, primero se toma una muestra y se adiciona agua de forma gradual hasta alcanzar una humedad óptima, luego se mezcla hasta homogenizar y va adicionando dentro del molde en cantidad de 03 capas y cada una de ellas con 30 golpes a través de la masa de 2.5 kg que cae desde una distancia vertical de 305 mm., luego de ello se retira el collarín, se enraza el molde, se desmonta y se vuelve a colocar de manera invertida para posterior a ello sumergir los moldes

en un recipiente con agua, luego se coloca la placa perforada y el vástago, también a ello se le instala los pesos requeridos para poder calcular la carga generada, retirar el molde del agua, escurrir y secar a la intemperie, por último se aplica la carga sobre el pistón de penetración ubicada en la prensa CBR y se toma todas las lecturas para determinar la curva presión penetración.

Para los casos a) Suelos Natural (SN); b) SN+3% Cl₂Ca; c) SN+5%Cl₂Ca; d) SN+7%Cl₂Ca

Tabla 8: *Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de Cl₂Ca*

| CALICATA N°03 | CBR al 95% | CBR al 100% |
|--------------------------|------------|-------------|
| SUELO NATURAL (SN) | 8.50 % | 12.50 % |
| SN+3% Cl ₂ Ca | 12.50 % | 20.00 % |
| SN+5% Cl ₂ Ca | 21.00 % | 31.00 % |
| SN+7% Cl ₂ Ca | 19.00 % | 26.00 % |

Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Ensayo de CBR

Fuente: Elaboración propia



Figura 22. Ensayo de CBR

Fuente: Elaboración propia

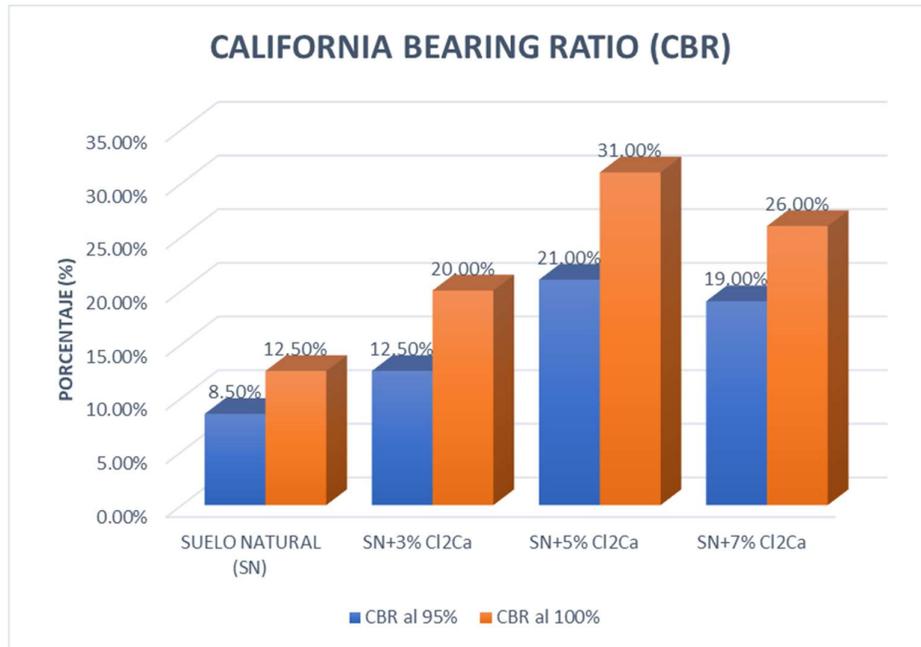


Figura 23. Gráfico del ensayo de CBR con la incorporación de Cl₂Ca

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se realizó el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del cual se pudo apreciar una mejora con la adición en diferentes porcentajes 3%, 5% y 7% del Cloruro de Calcio (Cl₂Ca), hacia la muestra patrón, donde el resultado en porcentaje de California Bearing Ratio (CBR) es un tanto proporcional a la cantidad del insumo químico. Teniendo como dato inicial al 95% en un 8.50% y finaliza con 19.00%, asimismo se tiene como dato inicial al 100% en un 12.50% y al terminar se obtiene un 26.00%, también como dato se puede determinar que el mejor resultado con adición de Cl₂Ca es el 5% porque nos brinda al 95% un 21.00% y al 100% un 31.00%.

V. DISCUSIONES

La investigación tuvo como principal objetivo general determinar la influencia de la aplicación de cloruro de calcio en la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga. Para poder realizar este objetivo, fue importante primero determinar el tipo de suelo con las condiciones ineficientes para poder tratarla y mejorar las propiedades físicas y mecánicas. Para ello fue necesario aplicar cloruro de calcio (Cl_2Ca) al 40% en forma líquida elaborada por la empresa Quimpac.

Objetivo 1:

Determinar la influencia del cloruro de calcio en el índice de plasticidad de la Avenida Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga.

Realizando el primer objetivo específico, se busca reducir el índice de plasticidad a través del ensayo de laboratorio de Límites de Atterberg.

Palomino, Y. (2016), teniendo como objetivo evidenciar la influencia de la incorporación del cloruro de sodio en un tipo de suelo con contenido de arcilla en Cajamarca 2016, encontrando en la muestra patrón LL de 27%, LP de 16% e IP de 11%, todo ello después de haber realizado el ensayo de Límites de Consistencia, luego posteriormente se adiciono el cloruro de sodio en diferentes porcentajes como el 4% obteniendo, LL de 24%, LP de 15% e IP de 9%, también a la muestra patrón se adiciono 8% de cloruro de sodio y se obtuvo un LL de 22%, un LP de 14% y un IP de 8%, por ultimo a la muestra patrón se adiciono 12% de cloruro de sodio, la cual se obtuvo resultado en el LL de 19%, LP de 13% e IP de 6%.

Al realizar la presente investigación, luego de obtener los resultados del ensayo de Límites de Atterberg, se determinó que cuenta con un LL 28.60%, un LP de 24.00% y por último presentó un de IP de 4.60%, al incorporar el cloruro de calcio en 3%, 5% y 7% estos se reducen, siendo el que mejor lo disminuye el IP es 3% de incorporación de cloruro de calcio que puede llegar hasta un 1.80%.

Con el cloruro de sodio se obtuvieron resultados muy similares debido a que redujo el IP, a través del ensayo de Límites de Atterberg, se afirma la influencia de

manera positiva ya que tuvo las dosificaciones correctas de cloruro de calcio en el terreno natural, ya que disminuyó el Índice de Plasticidad (IP).

Objetivo 2:

Determinar la influencia del cloruro de calcio en el contenido de humedad de la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga.

Cumpliendo con el segundo objetivo específico, cabe mencionar que se busca encontrar la máxima densidad seca (MDS) y el Óptimo Contenido de Humedad (OCH)

Eche, K. y Peláez, A. (2019), teniendo como objetivo estabilizar la red vial vecinal AN-876 con la incorporación de cloruro de sodio, recopilado de distintas salineras, Distrito de Santa – Región Ancash – 2019, encontrando en la calicata patrón (C-3), después de obtener el resultado en el laboratorio la cual determinó tener una MDS de 1.777 gr/cm³ y un OCH de 12.20%, luego posterior a ello se adicionó 2% de cloruro de sodio donde obtuvo una MDS 1.800 gr/cm³ y un OCH de 13%, luego adicionó 4% de cloruro de sodio donde obtuvo 1.835 gr/cm³ y un OCH de 13.60%, por último adicionó 6% de cloruro de sodio donde obtuvo una MDS 1.880 gr/cm³ y un OCH de 14.30%

Al iniciar la presente investigación se encontró un suelo natural con una MDS de 1.786 gr/cm³, y un OCH de 11.80% en la medida que se adicionó el cloruro de calcio en cantidad de 3% se obtuvo resultado de laboratorio de una MDS de 1.862 gr/cm³ y un OCH de 12.10%, para luego posterior a ello se adicionó el cloruro de calcio en cantidad de 5% obteniendo un resultado de 1.912 gr/cm³ y un OCH de 13.10%, finalmente ya al adicionar el cloruro de calcio en cantidad de 7% tuvo un impacto inversamente proporcional de la MDS ya que su resultado fue de 1.878 gr/cm³ y por lo contrario el OCH tuvo un impacto directamente proporcional, ya que obtuvo un resultado de 14.60%.

Según los antecedentes, algunos insumos químicos como el cloruro de sodio, aumentan la MDS, también aumenta el OCH de los suelos que contienen arcilla; esto queda demostrado que al adicionar cloruro de calcio en diferentes porcentajes como el 3%, 5% y 7% de cloruro de calcio (Cl₂Ca) en el terreno natural, ayuda también a aumentar la MDS también aumenta el OCH siendo

similares al antecedente.

Objetivo 3:

Determinar la influencia del cloruro de calcio en la capacidad portante de la subrasante en la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga.

Para poder terminar el presente objetivo específico se realizó el ensayo de laboratorio de California Bearing Ratio (CBR), la cual ayuda a determinar el grado de capacidad de soporte para la subrasante.

Gambini, J. (2021), teniendo como objetivo el determinar si se incrementa la capacidad portante para la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz – Cajamarca al añadir cloruro de sodio, para ello se llevó la muestra del suelo natural al laboratorio teniendo como resultado un CBR al 100% de 1.23%, CBR al 95% de 1.02%, para la muestra patrón, luego se adiciono 2% de cloruro de sodio y se tuvo resultado de un CBR al 100% de 2.76, CBR al 95% de 1.99%, para la muestra patrón se adiciono 4% de cloruro de sodio y se tuvo resultado de un CBR al 100% de 3.37%, CBR al 95% de 2.25% y por ultimo a la muestra patrón se adiciono el 6% de cloruro de sodio y se tuvo resultado de un CBR al 100% de 6.44%, CBR al 95% de 3.70%, al inicio se determinó que el suelo natural es una subrasante inadecuada y que al añadirle el 6% de cloruro de sodio a la muestra de la subrasante, su capacidad portante aumenta y lo convierte en una subrasante regular.

En la presente investigación, la muestra patrón presentaba un CBR al 100% de 12.50%, CBR al 95% de 8.50%, pero al adicionar el cloruro de calcio en 3% nos brindó un CBR al 100% de 20.00%, CBR al 95% de 12.50%, al adicionar el cloruro de calcio en 5% nos brindó un CBR al 100% de 31.00%, CBR al 95% de 21.00% y por ultimo al adicionar el 7% de cloruro de calcio nos brindó un CBR al 100% de 26.00%, CBR al 95% de 19.00%, como se podrá notar al adicionar el 7% de cloruro de calcio se vuelve inversamente proporcional esto quiere decir que en vez de seguir aumentando su CBR es todo lo contrario y disminuye, encontrando a la vez también un mejor resultado al adicionar solo el 5%

Con los estudios anteriores de la incorporación de cloruro de sodio hacia la subrasante se obtuvieron resultados de forma positiva, quiere decir que a cierta cantidad de adición de 2%, 4% y 6% aumento el CBR, también con la adición de

Cl₂Ca hacia la subrasante en porcentaje de 3%, 5% se obtuvo resultados similares, incluso mejorando aún más los resultados en comparación con el cloruro de sodio, caso contrario pasa con la incorporación del 7% de cloruro de calcio.

VI. CONCLUSIONES

Determinar la influencia de la aplicación de cloruro de calcio en la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga

Objetivo General. Se determinó que el mejoramiento de la subrasante en combinación con el cloruro de calcio, mejoran las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, localizado en la Av. Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga, es por ello que se indicaron los siguientes objetivos específicos: 1) Disminuir el índice de plasticidad que vienen a ser en los límites de Atterberg incorporando cloruro de calcio. 2) Disminuir el contenido de humedad del suelo natural incorporando del cloruro de calcio. 3) Aumentar la capacidad portante del suelo natural incorporando cloruro de calcio.

1) Índice de plasticidad

Objetivo Especifico 1. Se pudo establecer la dependencia de la adición del cloruro de calcio en los ensayos de Límites de Atterberg, ya de manera directa influye en la reducción de 2.80% del IP de la muestra patrón, pasando de 4.60% a 1.80% a través de la incorporación del 3% de cloruro de calcio. Por lo tanto, es determinante que el cloruro de calcio influye en la mejora, ya que la mejora del IP está en función con los porcentajes propuestos, con respecto a los Límites de Atterberg, el cual queda comprobado.

2) Contenido de Humedad

Objetivo Especifico 2. No se estableció la dependencia del porcentaje del cloruro de calcio en los ensayos del Optimo Contenido de Humedad, por el contrario, aumento en 2.80% pasando de un 11.80% del terreno natural a un 14.60% al incorporar el 7% de cloruro de calcio; por lo tanto, la influencia del cloruro de calcio es negativa, con respecto al OCH. Así también se estableció la dependencia del porcentaje de cloruro de calcio en la Máxima Densidad Seca, ya que influyo de manera directa en el aumento de la Máxima Densidad Seca de un 0.126 gr/cm³, pasando de un 1.786 gr/cm³ del terreno natural a un 1.912 gr/cm³ mediante la incorporación del 7% de cloruro de calcio. Por lo tanto, es determinante la influencia del cloruro de calcio, ya que la mejora está en función con los porcentajes propuestos, con respecto a la Máxima Densidad Seca, el cual queda comprobado

3) Capacidad portante

Objetivo Especifico 3. Se pudo establecer la dependencia de la incorporación del cloruro de calcio en la capacidad portante de la muestra patrón, ya que influyo en el incremento del CBR al 100% en 18.50% de la muestra patrón, pasando de 12.50% a 31.00%, también incremento el CBR al 95% en 12.50% de la muestra patrón, pasando de 8.50% a 21.00%, mediante la incorporación del 5% del cloruro de calcio. Por lo tanto, influye de manera directamente con relación a los porcentajes propuestos, tanto en CBR al 100% y CBR al 95% con respecto a la Capacidad Portante del suelo, el cual queda comprobado.

VII. RECOMENDACIONES

1) Índice de plasticidad

Objetivo Especifico 1. En esta investigación, al realizar la elección de los porcentajes de adición de cloruro de calcio en 3%, 5% y 7%, se disminuyó el Índice de Plasticidad, pero al incrementar en 5% y 7% el Índice de Plasticidad siguió aumentando; por lo que, recomendamos emplear solo la adición de cloruro de calcio hasta un 3%, el cual producirá la mejor reducción del Índice de Plasticidad.

2) Contenido de Humedad

Objetivo Especifico 2. En esta investigación, al realizar la elección de los porcentajes de adición de cloruro de calcio en 3%, 5% y 7%, en todas ellas se obtuvo el aumento del Optimo Contenido de Humedad (OCH); para continuar en un futuro una investigación, es recomendable realizar la adición de cloruro de calcio en cantidades menores al 3% del cloruro de calcio, hasta obtener el mejor Optimo Contenido de Humedad (OCH). Por el contrario, siguiendo con la investigación al elegirse porcentajes de cloruro de calcio en 3%, 5% y 7%, se obtuvieron el incremento de la Máxima Densidad Seca (MDS) comparados al suelo natural, pero al adicionar el 7% la Máxima Densidad Seca (MDS) disminuyó hasta menos del 3% de la adición del cloruro de calcio; por lo que, recomendamos emplear el cloruro de calcio solo hasta un 5% el cual producirá la Máxima Densidad Seca (MDS).

3) Capacidad portante

Objetivo Especifico 3. En esta investigación al realizar la elección de los porcentajes de adición de cloruro de calcio en 3%, 5% y 7%, se obtuvieron el incremento de la capacidad portante CBR al 100% y CBR al 95% comparados al original, pero al adicionar el 7% la capacidad portante disminuyó hasta menos del 5%; por lo que, recomendamos emplear el cloruro de calcio solo hasta un 5% el cual producirá el mejor resultado para la capacidad portante CBR.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ECHE OROYA, K. Y PELAEZ LOYOLA, A. Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash – 2019. [Consultado 15 de abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35886>
2. GAMBINI ZELADA, J. Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca. [Consultado 15 de abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/63231>.
3. COSICHE AGUILA, G. Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas. [Consultado 22 de abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/927>
4. PALOMINO SALDAÑA, Y. Influencia de la adición de cloruro de Sodio en el índice California Bearing Ratio (CBR) de un suelo arcilloso, Cajamarca 2016. [Consultado 20 de abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/9989>
5. MARTIN MAYO, R. Y MORALES VELASQUEZ T. Análisis comparativo entre los aditivos oxido de calcio y cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de suelos arcillosos – Huánuco 2019. [Consultado 20 de abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5819>
6. CHAVEZ BULNES, E. Comparación del cloruro de magnesio (Bischofita) frente al cloruro de sodio como estabilizante químico para mejorar la subrasante en la vía a la cantera Santa Rita, distrito de Pariñas-Talara-Piura, 2018 [Consultado 15 de abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5060>
7. MENDEZ CERNA, J. Estabilización De Suelo Arcilloso Para El Mejoramiento De La Subrasante Adicionando Cloruro De Sodio, Tramo Primorpampa – Cascapara, Yungay, Ancash 2021. [Consultado 10 de agosto 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65010>.
8. CONDORI CALONGOS, W. Y ROJAS MANZA, A. Mejoramiento Con Polímeros Reciclados PET Fundido En Subrasante De Suelos Arcillosos En La Carretera Vilcaniza – Beirut, Amazonas, 2020. [Consultado 10 de agosto 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55418>

9. JARA ANYAYPOMA, R. Efectos De La Cal Como Estabilizante De Una Subrasante De Suelo Arcilloso, Cajamarca, 2014 [Consultado 10 de agosto 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/686>
10. DUQUE SALDARRIAGA, J., VASQUEZ CADENA, B. Y ORREGO CARDOZA, J. Mejoramiento de subrasante en vías de tercer orden. [Consultado 7 de mayo 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10901/17878>
11. GUAMAN ILER, I. Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio). [Consultado 10 de mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24608>
12. LOZANO BOCANEGRA, E.; RUIZ RAMOS, J. Y CARLOS ALFONSO, J. Análisis Del Mejoramiento De Un Suelo Subrasante Con Un Aditivo Orgánico, Bogotá, 2015. [Consultado 10 de agosto 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10983/2977>
13. ASTILLO PARRA, B. Estabilización De Suelos Arcillosos De Macas Con Valores De CBR Menores Al 5% y Limites Líquidos Superiores al 100%, Para Utilizarlos Como Subrasante en Carreteras, Cuenca, 2015. [Consultado 10 de agosto 2021]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26917>
14. GOLFIN BALLESTERO, K. Mejoramiento Del Desempeño En La Estabilización De Suelos De Subrasantes Con Cemento Hidráulico En Vías No Pavimentadas, Cartago, 2019. [Consultado 10 de agosto 2021]. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10990>
15. OJEDA FARIAS, O.; MENDOZA RANGEL, J. y BALTAZAR ZAMORA, M. Influence Of Sugar Cane Bagasse Ash Inclusion On Compacting, CBR And Unconfined Compressive Strength Of A Subgrade Granular Material. Diciembre 2017. [Consultado 10 de agosto 2021].
Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ralconpat/v8n2/2007-6835-ralconpat-8-02-194.pdf>
16. DOS SANTOS, S. Adição De Cinza Do Bagaço Da Cana-De-Açúcar Como Finos No Concreto Autoadensável: Estudo Do Ataque Por Sulfatos. Junio 2019. [Consultado 10 de agosto 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25125>

17. LAUDERI MARONEZI, J. ESTUDO DA ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO DA FORMAÇÃO BOTUCATU COM ADIÇÃO DE CAL E CINZA VOLANTE. Febrero 2018. [Consultado 10 de agosto 2021]. Disponible en: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/cricte/article/view/8914>
18. ALARCON, J.; JIMENEZ, M. y BENITEZ, R. Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso. Colombia 2019. [Consultado 10 de agosto 2021]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732020000100005&lang=pt
19. SERRANO RODRIGUEZ, E. y PADILLA GONZALES, E. Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados. Abril 2018. [Consultado 10 de agosto 2021]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/364/
20. RAI, P.; QIU, W.; PEI, H.; CHEN, J.; AI, X.; LIU, Y. Y AHMAD, M. Effect of Fly Ash and Cement on the Engineering Characteristic of Stabilized Subgrade Soil: An Experimental Study. Mayo 2021. [Consultado 10 de agosto 2021]. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/geofluids/2021/1368194/>
21. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos [en línea]. 2013. Perú: Viceministerio de transportes. 23 p. [Consultado 12 de octubre 2021]. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
22. GARNICA ANGUS, P.; PEREZ SALAZAR, A.; GOMEZ LOPEZ, J. y OBIL VIEZA, E. Estabilización De Suelos Con Cloruro De Sodio Para Su Uso En Las Vías Terrestres [en línea], p. 11. México 2002. [Consultado 12 de octubre 2021]. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt201.pdf>
23. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. Laboratorio N°2 Mecánica de Suelos: Limite Liquido, Limite Plástico e Índice Plástico [en línea], p.2. Perú 2019. [Consultado 12 de octubre 2021]. Disponible en: <http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/S1.5%20Limate%20liquido%20y%20limite%20plastico%20LMS-FIC-UNI.pdf>

24. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. Primer Taller de Mecánica de Suelos [en línea], p.1. Perú 2006. [Consultado 12 de octubre 2021]. Disponible en:
<http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/CBR.pdf>
25. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. Laboratorio N°2 Mecánica de Suelos: Ensayo de Proctor Modificado [en línea], p.2. Perú 2019. [Consultado 12 de octubre 2021]. Disponible en:
<http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/S1.7%20Proctor%20modificado%20LMS-FIC-UNI.pdf>
26. ESCUDERO SÁNCHEZ, Carlos y CORTEZ SUAREZ, Liliana A., 2018. Técnicas y Métodos Cualitativos Para La Investigación Científica [en línea]. Ecuador: Editorial UTMACH, pp 13. ISBN: 978-9942-24-092-7
27. LOZADA, José. 2014. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria [en línea], Ecuador 2013 [Consultado 12 de octubre 2021]. Disponible en:
<http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/30>
28. BONO CABRÉ, Roser. Diseños Cuasi-Experimentales y Longitudinales Industria [en línea], España [Consultado 12 de octubre 2021]. Disponible en:
<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>
29. MORALES, Eduardo y PILACURA, Carlo. Estudio del comportamiento de una carpeta de rodado estabilizada con cloruro de calcio [en línea], Chile 2019 [Consultado 12 de octubre 2021]. Disponible en:
<https://www.scielo.cl/pdf/oyp/n26/0718-2813-oyp-26-0027.pdf>
30. MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS. Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras [en línea]. 2015. Perú: Viceministerio de economía. 12 p. [Consultado 12 de octubre 2021]. Disponible en:
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf

31. LUIS LOPEZ, Pedro. Población Muestra y Muestreo [en línea]. Bolivia 2004. [Consultado 12 de octubre 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012
32. LUIS LOPEZ, Pedro. Población Muestra y Muestreo [en línea]. Bolivia 2004. [Consultado 12 de octubre 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>
33. OTZEN, Tamara Y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int. J. Morphol. [online]. 2017, vol.35, n.1 [citado 2021-11-24], pp.227-232. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037
34. ORELLANA LOPEZ, Dania y SANCHEZ GOMEZ Cruz. Técnicas De Recolección De Datos En Entornos Virtuales Más Usadas En La Investigación Cualitativa [online]. España 2006. [Consultado 12 de octubre 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2833/283321886011.pdf>
35. CARDENAS AYALA, Aníbal. Instrumentos de recolección de datos a través de los estadígrafos de deformación y apuntamiento [online]. Perú 2013. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5709/570960879012/html/>
36. MARTINEZ MIGUELEZ, Miguel. Validez y confiabilidad en la metodología cualitativa. Paradigma [online]. Venezuela 2006. [Consultado 12 de octubre 2021]Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1011-22512006000200002
37. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. 2014. Metodología de la Investigación Científica. 6ta edición. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 200-201. ISBN: 978-1-4562-2396-0
38. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. 2014. Metodología de la Investigación Científica. 6ta edición. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., pp 270-271. ISBN: 978-1-4562-2396-0
39. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. 2014. Metodología de la Investigación Científica. 6ta edición. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., pp 270-271. ISBN: 978-1-4562-2396-0

40. TIMAL LOPEZ, Sandra y SANCHEZ ESPINOZA, Francisco. El plagio en el contexto del derecho de autor. Tla-melaua [online]. 2017, vol.11, n.42, pp.48-66. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tla/v11n42/1870-6916-tla-11-42-00048.pdf>.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

| VARIABLES | | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICION |
|------------------|------------------------------|---|---|---|--|--------------------|
| V. INDEPENDIENTE | ADICION DE CLORURO DE CALCIO | Según Morales y Pailacura (2019). El cloruro de calcio CaCl ₂ se obtiene como un subproducto en forma de salmuera en algunos procesos industriales, aunque también se puede obtener de algunos arroyos y pozos naturales, siendo la fuente más común el obtenido en la elaboración de Carbonato de Sodio mediante procedimientos químicos. Entre las principales características del cloruro de calcio está el control de humedad y mejora en resistencia mecánica del suelo | La dosificación del cloruro de calcio es 3%, 5% y 7% respecto al peso de la muestra, para poder verificar mediante estas pruebas con el fin de aumentar la capacidad portante, mejorar la durabilidad y finalmente disminuir el contenido de humedad, razón por la cual se tuvo que realizar las calicatas para la toma de muestra para la clasificación del tipo de suelo y los ensayos que nos ayudara a poder verificar las mejoras físicas mecánicas de la subrasante | Dosificación por porcentaje en relación al peso de la muestra | 3% cloruro de calcio | Razón |
| | | | | | 5% cloruro de calcio | |
| | | | | | 7% cloruro de calcio | |
| V. DEPENDIENTE | PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE | Según MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS (2015), Se puede definir a la subrasante como la estructura que va a recibir el diseño del pavimento la cual forma el prisma de la carretera, además está conformada por suelos óptimos que brindaran seguridad y efectividad para evitar posibles deflexiones y dañar la estructura del pavimento ya sea rígido, flexible o mixto | En la subrasante, se adiciono cloruro de calcio, las cuales influyeron en las propiedades físicos y mecánicos, las cuales tienden a mejorar y resaltar su calidad. En la presente investigación se tomaron la muestra para realizar ensayos como la realizada con el CBR ASTM- D 1883-73, para las 3 combinaciones pre establecidas (N, 3%, 5% y 7%), además se realizó ensayo de Proctor Estándar ASTM D-698 y por último el Límite de consistencia ATTERBERG NTP 339.129- 1999, previamente también se realizó la toma de muestra a través de calicatas, para ver su granulometría y poder determinar el tipo de suelo, para todo eso se elaborarán ensayos de laboratorios | PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS | Límites de Atterberg (%) | Razón |
| | | | | | Proctor Estándar (gr/cm ³) | |
| | | | | | CBR (kg/cm ³) | |

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Mejoramiento de las propiedades físicos mecánicos de la subrasante incorporando cloruro de calcio, en Paramonga, Lima 2022

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS | METODOLOGIA |
|---|---|--|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--|--|
| P. General | O. General | H. General | INDEPENDIENTE | | | | <p>Método: Científico</p> <p>Tipo de Investigación: Tipo Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativa (Causa Efecto)</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental (Cuasi)</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Población: Todas las calicatas de 1.5 mt de profundidad de la Av. Micaela Bastidas</p> <p>Muestra: 4 muestras Contenido Humedad 4 muestras Índice Plasticidad 4 muestras Capacidad Portante</p> <p>Muestreo: No probabilístico</p> <p>Técnica: Observación Directa</p> <p>Instrumentos de la Investigación: Ficha de Recolección de Datos Ficha de Resultados de Laboratorio Según ASTM</p> |
| ¿De qué manera influye el cloruro de calcio en las propiedades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga? | Determinar la influencia de la aplicación de cloruro de calcio en la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga. | La aplicación de cloruro de calcio mejora las propiedades de la subrasante en porcentajes de 3%, 5% y 7% de la Avenida Micaela Bastidas | COLORURO DE CALCIO | DOSIFICACION POR PESO | 3% | Ficha Recolección de Datos Anexo 3 - A | |
| | | | | | 5% | Ficha Recolección de Datos Anexo 3 - A | |
| | | | | | 7% | Ficha Recolección de Datos Anexo 3 - A | |
| P. Especifico | O. Especifico | H. Especifico | DEPENDIENTE | | | | |
| ¿De qué manera influye el cloruro de calcio en el índice de plasticidad de la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga? | Determinar la influencia del cloruro de calcio en el índice de plasticidad de la Avenida Micaela Bastidas en el distrito de Paramonga. | La aplicación de cloruro de calcio disminuye el índice de plasticidad en la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga. | PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE | PROPIEDADES FISICAS MECANICAS | Límite de Atterberg (%) | Ficha Resultado de Laboratorio (ASTM D 424) Anexo 4-A | |
| ¿De qué manera influyó el cloruro de calcio en el contenido de humedad de la subrasante en la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga? | Determinar la influencia del cloruro de calcio en el contenido de humedad de la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga. | La aplicación de cloruro de calcio disminuye el contenido de humedad de la subrasante de la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga. | | | Proctor Estándar (gr/cm3) | Ficha Resultado de Laboratorio (ASTM D 698) Anexo 4-B | |
| ¿De qué manera influyó el cloruro de calcio en la capacidad portante de la subrasante en la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga? | Determinar la influencia del cloruro de calcio en la capacidad portante de la subrasante en la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga. | La aplicación de cloruro de calcio mejora la capacidad portante de la subrasante en la Avenida Micaela Bastidas, distrito de Paramonga. | | | CBR (Kg/cm2) | Ficha Resultado de Laboratorio (ASTM D-1883) Anexo 4-C | |

ANEXO 3: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS A



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de Cloruro de Calcio

"Mejoramiento de las propiedades físicas mecánicas de la subrasante incorporando cloruro de calcio, en Paramonga, Lima 2022"

Parte A: Datos generales

Tesista: RAFAEL PAGADOR WILMAN MARTIN

Fecha: Lima, 27 de Abril del 2022

Parte B: Dosificación de Cloruro de Calcio

| | |
|----|----|
| 3% | OK |
| 5% | OK |
| 7% | OK |

Tesis: Gambini, J (2021) Dosificación de cloruro de Sodio: 2%, 4%, 6%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Cherrepano Azaña

Nombres: Jesús Martín

Título: Ingeniero Civil

Grado: Ingeniero

N° Reg. CIP: 249679

Firma:


JESÚS MARTÍN
CHERREPANO AZAÑA
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 249679

ANEXO 3: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS A



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de Cloruro de Calcio

"Mejoramiento de las propiedades físicas mecánicas de la subrasante incorporando cloruro de calcio, en Paramonga, Lima 2022"

Parte A: Datos generales

Tesista: RAFAEL PAGADOR WILMAN MARTIN

Fecha: Lima, 27 de Abril del 2022

Parte B: Dosificación de Cloruro de Calcio

| | |
|----|----|
| 3% | OK |
| 5% | OK |
| 7% | OK |

Tesis: Gambini, J (2021) Dosificación de cloruro de Sodio: 2%, 4%, 6%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Cachuan Zuñiga

Nombres: Alberto

Título: Ingeniero Civil

Grado: Ingeniero

Nº Reg. CIP: 232831

Firma:


ALBERTO CACHUAN ZUÑIGA
INGENIERO CIVIL
CIP: 105006 REG. CONSULTOR C 21922

ANEXO 3: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS A



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de Cloruro de Calcio

"Mejoramiento de las propiedades físicas mecánicas de la subrasante incorporando cloruro de calcio, en Paramonga, Lima 2022"

Parte A: Datos generales

Tesista: RAFAEL PAGADOR WILMAN MARTIN

Fecha: Lima, 27 de Abril del 2022

Parte B: Dosificación de Cloruro de Calcio

| | |
|----|----|
| 3% | OK |
| 5% | OK |
| 7% | OK |

Tesis: Gambini, J (2021) Dosificación de cloruro de Sodio: 2%, 4%, 6%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Marres Navarro

Nombres: Jorge Luis

Título: Ingeniero Civil

Grado: Ingeniero

N° Reg. CIP: 214535

Firma:



JORGE LUIS
MARRÉS NAVARRO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 214579

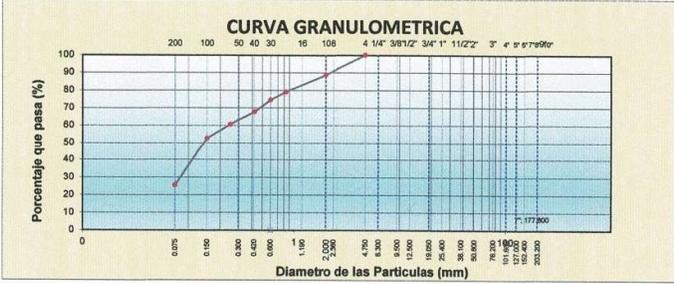
ANEXO 4: ENSAYO GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS ASTM D136- C1



CERTIFICADO : LABC-001-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOS MECÁNICOS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EI PARAMONGA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING^{RA} : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 27 DE ABRIL DEL 2,022

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS (MTC E204 - ASTM 136 - AASHTO T27) | | | | | | |
|--|---------------|---------------|------------|--------------------|------------|----------------|
| TAMIZ | Abertura (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACION |
| 10" | 254.000 | | | | | |
| 9" | 228.600 | | | | | |
| 8" | 203.200 | | | | | |
| 7" | 177.800 | | | | | |
| 6" | 152.400 | | | | | |
| 5" | 127.000 | | | | | |
| 4" | 101.600 | | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | |
| 3/8" | 9.500 | | | | | |
| 1/4" | 6.300 | | | | | |
| Nº 4 | 4.750 | | | | 100.0 | |
| Nº 8 | 2.360 | | | | | |
| Nº 10 | 2.000 | 55.3 | 11.1 | 11.1 | 88.9 | |
| Nº 16 | 1.190 | | | | | |
| Nº 20 | 0.840 | 48.2 | 9.6 | 20.7 | 79.3 | |
| Nº 30 | 0.600 | 22.9 | 4.6 | 25.3 | 74.7 | |
| Nº 40 | 0.425 | 33.9 | 6.8 | 32.1 | 67.9 | |
| Nº 50 | 0.300 | | | | | |
| Nº 60 | 0.250 | 36.1 | 7.2 | 39.3 | 60.7 | |
| Nº 100 | 0.150 | 40.2 | 8.0 | 47.3 | 52.7 | |
| Nº 200 | 0.075 | 135.8 | 27.2 | 74.5 | 25.5 | |
| < Nº 200 | FONDO | 127.6 | 25.5 | 100.0 | | |

| DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | |
|---|-----------------------------|
| DATOS DE LA MUESTRA: | |
| SUELO EN ESTADO NATURAL | |
| CALICATA : | C - 1 |
| MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m.) : | 0.00 - 1.50 |
| UBICACIÓN : | AV. M. Bastidas / Km. 0+060 |
| PORCENTAJES DE MATERIALES (%) | |
| GRAVA : | 0.0 |
| ARENA : | 74.5 |
| FINOS : | 25.5 |
| LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4328) | |
| Límite Líquido : | 28.8 |
| Límite Plástico : | 27.2 |
| Índice de Plasticidad : | 1.6 |
| CLASIFICACIÓN | |
| Clasificación (SUCS) : | SM |
| Clasificación (AASHTO) : | A-2-4 (0) |
| Materia Orgánica : | NO |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | |
| 5.9 % | |
| OBSERVACIONES: | |




RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


ELIAS REQUENA SOTO
 CIP / 52920
 INGENIERO CIVIL

Pje: Quinta Cardenas Nº 384 - HUACHO. Telf.: 01-6393630 / Cel. 954651383
 E-mail: sueloslabor_leon@hotmail.com

ANEXO 4: ENSAYO GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS ASTM D136- C2



CERTIFICADO : LABC-004-2022/EMS-VMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOS MECÁNICOS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, E PARAMONGA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TÉCNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING* : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 27 DE ABRIL DEL 2,022

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS (MTC E204 - ASTM 136 - AASHTO T27) | | | | | | |
|--|---------------|---------------|------------|--------------------|------------|----------------|
| TAMIZ | Abertura (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACION |
| 10" | 254.000 | | | | | |
| 9" | 228.600 | | | | | |
| 8" | 203.200 | | | | | |
| 7" | 177.800 | | | | | |
| 6" | 152.400 | | | | | |
| 5" | 127.000 | | | | | |
| 4" | 101.600 | | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | |
| 3/8" | 9.500 | | | | | |
| 1/4" | 6.300 | | | | | |
| Nº 4 | 4.750 | | | | 100.0 | |
| Nº 8 | 2.360 | | | | | |
| Nº 10 | 2.000 | 49.3 | 9.9 | 9.9 | 90.1 | |
| Nº 16 | 1.190 | | | | | |
| Nº 20 | 0.840 | 52.8 | 10.6 | 20.4 | 79.6 | |
| Nº 30 | 0.600 | 30.1 | 6.0 | 26.4 | 73.6 | |
| Nº 40 | 0.425 | 29.6 | 5.9 | 32.4 | 67.6 | |
| Nº 50 | 0.300 | | | | | |
| Nº 60 | 0.250 | 36.6 | 7.3 | 39.7 | 60.3 | |
| Nº 100 | 0.150 | 33.7 | 6.7 | 46.4 | 53.6 | |
| Nº 200 | 0.075 | 142.6 | 28.5 | 74.9 | 25.1 | |
| < Nº 200 | FONDO | 125.3 | 25.1 | 100.0 | | |

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

DATOS DE LA MUESTRA:
SUELO EN ESTADO NATURAL

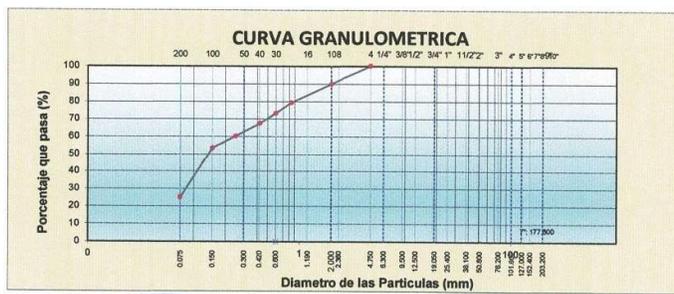
| | |
|-------------|-----------------------------|
| CALICATA : | C - 2 |
| MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m) : | 0.00 - 1.50 |
| UBICACIÓN : | Av. M. Bastidas / Km. 0+150 |

| PORCENTAJES DE MATERIALES (%) | |
|-------------------------------|------|
| GRAVA : | 0.0 |
| ARENA : | 74.9 |
| FINOS : | 25.1 |

| LIMETES DE CONSISTENCIA (ASTM D4328) | |
|---|------|
| Límite Líquido : | 29.9 |
| Límite Plástico : | 28.3 |
| Índice de Plasticidad : | 1.6 |

| CLASIFICACION | |
|--------------------------|-----------|
| Clasificación (SUCS) : | SM |
| Clasificación (AASHTO) : | A-2-4 (0) |
| Materia Orgánica : | NO |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | |
|----------------------|--|
| 6.1 % | |
| OBSERVACIONES: | |
| | |
| | |




RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TÉCNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

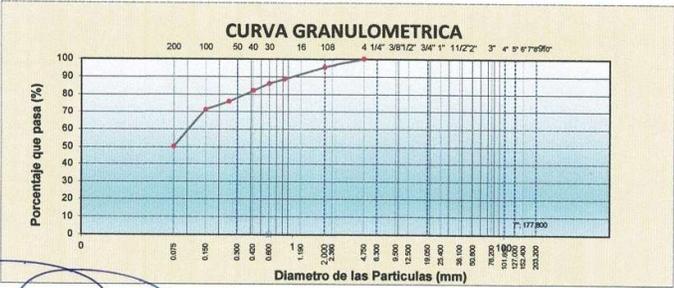
ANEXO 4: ENSAYO GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS ASTM D136- C3



CERTIFICADO : LABC-007-2022/EMS-WMRP
 SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOS MECÁNICOS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EI PARAMONGA, LIMA 2,022
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA
 HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
 REV. POR ING^o : ELIAS REQUENA SOTO
 FECHA : 27 DE ABRIL DEL 2,022

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS (MTC E204 - ASTM 136 - AASHTO T27) | | | | | | |
|--|---------------|---------------|------------|--------------------|------------|----------------|
| TAMIZ | Abertura (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACION |
| 10" | 254.000 | | | | | |
| 9" | 228.600 | | | | | |
| 8" | 203.200 | | | | | |
| 7" | 177.800 | | | | | |
| 6" | 152.400 | | | | | |
| 5" | 127.000 | | | | | |
| 4" | 101.600 | | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | |
| 3/8" | 9.500 | | | | | |
| 1/4" | 6.300 | | | | | |
| Nº 4 | 4.750 | | | | 100.0 | |
| Nº 8 | 2.360 | | | | | |
| Nº 10 | 2.000 | 22.4 | 4.5 | 4.5 | 95.5 | |
| Nº 16 | 1.190 | | | | | |
| Nº 20 | 0.840 | 33.1 | 6.6 | 11.1 | 88.9 | |
| Nº 30 | 0.600 | 12.8 | 2.6 | 13.7 | 86.3 | |
| Nº 40 | 0.425 | 20.0 | 4.0 | 17.7 | 82.3 | |
| Nº 50 | 0.300 | | | | | |
| Nº 60 | 0.250 | 31.1 | 6.2 | 23.9 | 76.1 | |
| Nº 100 | 0.150 | 22.9 | 4.6 | 28.5 | 71.5 | |
| Nº 200 | 0.075 | 105.7 | 21.1 | 49.6 | 50.4 | |
| < Nº 200 | FONDO | 252.0 | 50.4 | 100.0 | | |

| DESCRIPCION DE LA MUESTRA | |
|--|-----------------------------|
| DATOS DE LA MUESTRA: | |
| SUELO EN ESTADO NATURAL | |
| CALICATA : | C - 3 |
| MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m) : | 0.00 - 1.50 |
| UBICACIÓN : | Av. M. Bastidas / Km. 0+300 |
| PORCENTAJES DE MATERIALES (%) | |
| GRAVA : | 0.0 |
| ARENA : | 49.6 |
| FINOS : | 50.4 |
| LIMETES DE CONSISTENCIA (ASTM D4328) | |
| Limite Líquido : | 28.6 |
| Limite Plástico : | 24.0 |
| Índice de Plasticidad : | 4.6 |
| CLASIFICACION | |
| Clasificación (SUCS) : | ML |
| Clasificación (AASHTO) : | A-4 (3) |
| Materia Orgánica : | NO |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | |
| 8.2 % | |
| OBSERVACIONES: | |
| | |
| | |



Raul Jorge Leon Campos
RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Elias Requena Soto
ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

ANEXO 4: CLASIFICACION DE SUELO – C1



CERTIFICADO : LABC-002-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOS MECÁNICOS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING° : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 27 DE ABRIL DEL 2,022

| CLASIFICACION DE SUELOS | | | |
|-------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
| SUELO EN ESTADO NATURAL | | | |
| CALICATA : | C - 1 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m.) : | 0.00 - 1.50 | UBICACIÓN : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 060 |

| SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | PORCENTAJES | |
|-----------------------------|---------------|-------------|--------|
| | | RET. | PASA |
| 6" | 152.400 | - | 100.00 |
| 5" | 127.000 | - | 100.00 |
| 4" | 101.600 | - | 100.00 |
| 3" | 76.200 | - | 100.00 |
| 2 1/2" | 63.500 | - | 100.00 |
| 2" | 50.800 | - | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | - | 100.00 |
| 1" | 25.400 | - | 100.00 |
| 3/4" | 19.050 | - | 100.00 |
| 1/2" | 12.700 | - | 100.00 |
| 3/8" | 9.525 | - | 100.00 |
| 1/4" | 6.350 | - | 100.00 |
| N° 4 | 4.760 | - | 100.00 |
| N° 6 | 3.360 | - | 100.00 |
| N° 8 | 2.380 | - | 100.00 |
| N° 10 | 2.000 | 11.06 | 88.94 |
| N° 16 | 1.190 | - | 88.94 |
| N° 20 | 0.840 | 9.64 | 79.30 |
| N° 30 | 0.590 | 4.58 | 74.72 |
| N° 40 | 0.426 | 6.78 | 67.94 |
| N° 50 | 0.297 | - | 67.94 |
| N° 80 | 0.177 | 7.22 | 60.72 |
| N° 100 | 0.149 | 8.04 | 52.68 |
| N° 200 | 0.074 | 27.16 | 25.52 |
| - N° 200 | - | 25.52 | |
| HUMEDAD NATURAL (%) | | | |
| LIMITE LIQUIDO (%) | | 29 | |
| INDICE PLASTICO (%) | | 2 | |
| CLASIFICACION SUCS | | SM | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-2-4 (0) | |


RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

Pje: Quinta Cardenas N° 384 - HUACHO **Telf.: 01-6393630 / Cel. 954651383**
E-mail : sueloslab_leon@hotmail.com

ANEXO 4: CLASIFICACION DE SUELO – C2



CERTIFICADO : LABC-005-2022/EMS-VMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOS MECÁNICOS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING° : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 27 DE ABRIL DEL 2,022

| CLASIFICACION DE SUELOS | | | |
|-------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
| SUELO EN ESTADO NATURAL | | | |
| CALICATA : | C - 2 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m). : | 0.00 - 1.50 | UBICACIÓN : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 150 |

| SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | PORCENTAJES | |
|-----------------------------|---------------|-------------|--------|
| | | RET. | PASA |
| 6" | 152.400 | - | 100.00 |
| 5" | 127.000 | - | 100.00 |
| 4" | 101.600 | - | 100.00 |
| 3" | 76.200 | - | 100.00 |
| 2 1/2" | 63.500 | - | 100.00 |
| 2" | 50.800 | - | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | - | 100.00 |
| 1" | 25.400 | - | 100.00 |
| 3/4" | 19.050 | - | 100.00 |
| 1/2" | 12.700 | - | 100.00 |
| 3/8" | 9.525 | - | 100.00 |
| 1/4" | 6.350 | - | 100.00 |
| N° 4 | 4.760 | - | 100.00 |
| N° 6 | 3.360 | - | 100.00 |
| N° 8 | 2.380 | - | 100.00 |
| N° 10 | 2.000 | 9.86 | 90.14 |
| N° 16 | 1.190 | - | 90.14 |
| N° 20 | 0.840 | 10.56 | 79.58 |
| N° 30 | 0.590 | 6.02 | 73.56 |
| N° 40 | 0.426 | 5.92 | 67.64 |
| N° 50 | 0.297 | - | 67.64 |
| N° 80 | 0.177 | 7.32 | 60.32 |
| N° 100 | 0.149 | 6.74 | 53.58 |
| N° 200 | 0.074 | 28.52 | 25.06 |
| - N° 200 | - | 25.06 | |
| HUMEDAD NATURAL (%) | | | |
| LIMITE LIQUIDO (%) | | 30 | |
| INDICE PLASTICO (%) | | 2 | |
| CLASIFICACION SUCS | | SM | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-2-4 (0) | |


 RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


 ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

Pje: Quinta Cardenas N° 384 - HUACHO Telf.: 01-6393630 / Cel. 954651383
 E-mail : sueloslab_leon@hotmail.com

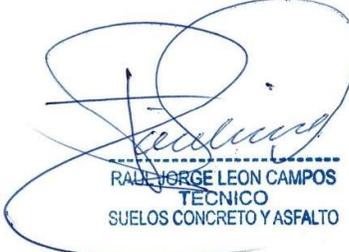
ANEXO 4: CLASIFICACION DE SUELO – C3



CERTIFICADO : LABC-008-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICOS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING° : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 27 DE ABRIL DEL 2,022

| CLASIFICACION DE SUELOS | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
| SUELO EN ESTADO NATURAL | | | |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m) : | 0.00 - 1.50 | UBICACIÓN : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |

| SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | PORCENTAJES | |
|-----------------------------|---------------|-------------|--------|
| | | RET. | PASA |
| 6" | 152.400 | - | 100.00 |
| 5" | 127.000 | - | 100.00 |
| 4" | 101.600 | - | 100.00 |
| 3" | 76.200 | - | 100.00 |
| 2 1/2" | 63.500 | - | 100.00 |
| 2" | 50.800 | - | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | - | 100.00 |
| 1" | 25.400 | - | 100.00 |
| 3/4" | 19.050 | - | 100.00 |
| 1/2" | 12.700 | - | 100.00 |
| 3/8" | 9.525 | - | 100.00 |
| 1/4" | 6.350 | - | 100.00 |
| N° 4 | 4.760 | - | 100.00 |
| N° 6 | 3.360 | - | 100.00 |
| N° 8 | 2.380 | - | 100.00 |
| N° 10 | 2.000 | 4.48 | 95.52 |
| N°16 | 1.190 | - | 95.52 |
| N° 20 | 0.840 | 6.62 | 88.90 |
| N° 30 | 0.590 | 2.56 | 86.34 |
| N° 40 | 0.426 | 4.00 | 82.34 |
| N° 50 | 0.297 | - | 82.34 |
| N° 80 | 0.177 | 6.22 | 76.12 |
| N° 100 | 0.149 | 4.58 | 71.54 |
| N° 200 | 0.074 | 21.14 | 50.40 |
| - N° 200 | - | 50.40 | |
| HUMEDAD NATURAL (%) | | | |
| LIMITE LIQUIDO (%) | | 29 | |
| INDICE PLASTICO (%) | | 5 | |
| CLASIFICACION SUCS | | ML | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-4 (3) | |


 RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


 ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

Pje: Quinta Cardenas N° 384 - HUACHO Telf.: 01-6393630 / Cel. 954651383
 E-mail : sueloslab_leon@hotmail.com

ANEXO 4: ENSAYO DE LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM D424 – MUESTRA PATRON C3



CERTIFICADO : LABC-009-2022/EMS-VMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING^o : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 27 DE ABRIL DEL 2,022

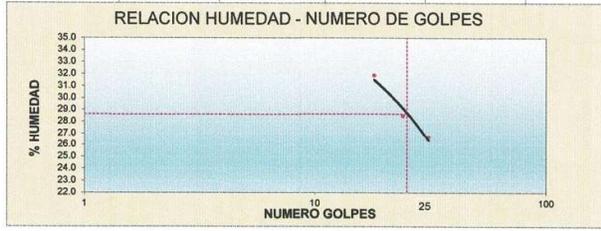
LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD MTC E111 - ASTM D424 - AASHTO T90

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| SUELO EN ESTADO NATURAL | | | |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m) : | 0.00 - 1.50 | UBICACIÓN : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |

| DESCRIPCION | UNIDAD | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | |
|------------------------------------|--------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | | 4 | 5 | 6 | 33 | 34 |
| Nro. de recipiente | | | | | | |
| Peso Recipiente + Suelo humedo (A) | gr. | 40.44 | 40.40 | 40.35 | 29.66 | 29.62 |
| Peso recipiente + Suelo seco (B) | gr. | 35.88 | 36.21 | 36.37 | 26.27 | 26.38 |
| Peso del recipiente (C) | gr. | 21.56 | 21.48 | 21.44 | 12.55 | 12.51 |
| Peso del agua (A-B) | gr. | 4.58 | 4.19 | 3.98 | 3.38 | 3.24 |
| Peso del suelo seco (B-C) | gr. | 14.32 | 14.73 | 14.93 | 13.72 | 13.87 |
| Cont. Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100 | % | 31.84 | 28.45 | 26.66 | 24.71 | 23.36 |
| Nro. DE GOLPES | | 18 | 24 | 31 | | |

| DESCRIPCION | UNIDAD | HUMEDAD NATURAL | | LIMITE DE CONTRACCION | |
|------------------------------------|--------|-----------------|--|-----------------------|--|
| | | | | | |
| Nro. de recipiente | | | | | |
| Peso Recipiente + Suelo humedo (A) | gr. | | | | |
| Peso recipiente + Suelo seco (B) | gr. | | | | |
| Peso del recipiente (C) | gr. | | | | |
| Peso del agua (A-B) | gr. | | | | |
| Peso del suelo seco (B-C) | gr. | | | | |
| Cont. de Hum. [W=(A-B)/(B-C)*100 | % | | | | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LIMITES | | INDICE PLASTICO |
|-------------------------|---------|----------|-----------------|
| | LIQUIDO | PLASTICO | |
| OBTENIDOS | 28.6 | 24.0 | 4.6 |



OBSERVACIONES:

RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52020
 INGENIERO CIVIL

ANEXO 4: ENSAYO DE LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM D424 – MUESTRA PATRON C3 Y CLORURO DE CALCIO 3%



CERTIFICADO : LABC-013IP-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR.
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOS MECÁNICOS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING*: ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 17 DE MAYO DEL 2,022

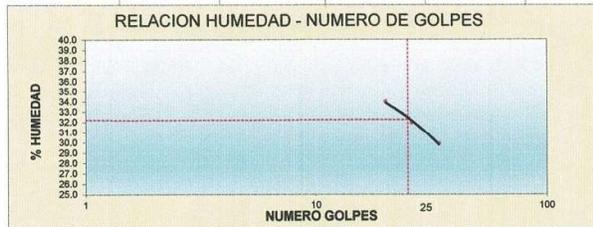
LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E111 - ASTM D424 - AASHTO T90

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|-------------|-------------------------------|-------|
| MATERIAL: | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| CALICATA : | C - 3 | UBICACION : | 3% |
| PROF. (m.) : | 0.00 - 1.50 | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 | |

| DESCRIPCION | UNIDAD | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | |
|------------------------------------|--------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | | 3 | 5 | 8 | 32 | 99 |
| Nro. de recipiente | | | | | | |
| Peso Recipiente + Suelo humedo (A) | gr. | 40.29 | 40.33 | 40.42 | 29.66 | 29.58 |
| Peso recipiente + Suelo seco (B) | gr. | 35.53 | 35.77 | 35.84 | 25.80 | 25.52 |
| Peso del recipiente (C) | gr. | 21.51 | 21.48 | 20.49 | 12.68 | 12.60 |
| Peso del agua (A-B) | gr. | 4.76 | 4.56 | 4.58 | 3.88 | 4.08 |
| Peso del suelo seco (B-C) | gr. | 14.02 | 14.29 | 15.35 | 13.12 | 12.92 |
| Cont. Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100 | % | 33.95 | 31.91 | 29.84 | 29.42 | 31.42 |
| Nro. DE GOLPES | | 20 | 28 | 34 | | |

| DESCRIPCION | UNIDAD | HUMEDAD NATURAL | | LIMITE DE CONTRACCION | |
|------------------------------------|--------|-----------------|----|-----------------------|--|
| | | 32 | 99 | Nro. de recipiente | |
| Nro. de recipiente | | | | | |
| Peso Recipiente + Suelo humedo (A) | gr. | | | | |
| Peso recipiente + Suelo seco (B) | gr. | | | | |
| Peso del recipiente (C) | gr. | | | | |
| Peso del agua (A-B) | gr. | | | | |
| Peso del suelo seco (B-C) | gr. | | | | |
| Cont. de Hum. [W=(A-B)/(B-C)*100 | % | | | | |
| Muestra inalterada | | | | | |
| Peso del suelo seco | gr. | | | | |
| Peso molde + mercurio | gr. | | | | |
| Peso del molde | gr. | | | | |
| Peso mercurio | gr. | | | | |
| Volumen de la pastilla | cc | | | | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LIMITE | | INDICE PLASTICO |
|-------------------------|---------|----------|-----------------|
| | LIQUIDO | PLASTICO | |
| OBTENIDOS | 32.2 | 30.4 | 1.8 |



OBSERVACIONES:



RAUL JORGE LEON CAMPOS
TECNICO
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



ELIAS REQUENA SOTO
CIP 52920
INGENIERO CIVIL

ANEXO 4: ENSAYO DE LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM D424 – MUESTRA PATRON C3 Y CLORURO DE CALCIO 5%



CERTIFICADO : LABC-016IP-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR.
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2.022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING* : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 23 DE MAYO DEL 2.022

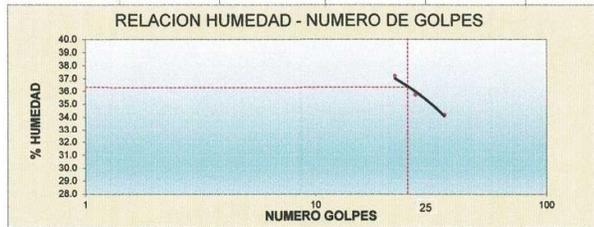
LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD MTC E111 - ASTM D424 - AASHTO T90

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|---------------------------|-------------|-------------------------------|
| MATERIAL: | CLORURO DE CALCIO (Cl2Ca) | MUESTRA : | 5% |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m). | 0.00 - 1.50 | UBICACION : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |

| DESCRIPCION | UNIDAD | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | |
|------------------------------------|--------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | | 2 | 5 | 8 | 33 | 42 |
| Nro. de recipiente | | | | | | |
| Peso Recipiente + Suelo humedo (A) | gr. | 40.52 | 40.58 | 40.60 | 29.55 | 29.80 |
| Peso recipiente + Suelo seco (B) | gr. | 35.41 | 35.54 | 35.48 | 25.22 | 25.24 |
| Peso del recipiente (C) | gr. | 21.67 | 21.48 | 20.49 | 12.55 | 12.66 |
| Peso del agua (A-B) | gr. | 5.11 | 5.02 | 5.12 | 4.33 | 4.38 |
| Peso del suelo seco (B-C) | gr. | 13.74 | 14.08 | 14.99 | 12.67 | 12.58 |
| Cont. Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100 | % | 37.19 | 35.70 | 34.16 | 34.18 | 34.66 |
| Nro. DE GOLPES | | 22 | 27 | 38 | | |

| DESCRIPCION | UNIDAD | HUMEDAD NATURAL | | LIMITE DE CONTRACCION | |
|------------------------------------|--------|-----------------|----|------------------------|-----|
| | | 33 | 42 | Nro. de recipiente | |
| Nro. de recipiente | | | | Muestra inalterada | |
| Peso Recipiente + Suelo humedo (A) | gr. | | | Peso del suelo seco | gr. |
| Peso recipiente + Suelo seco (B) | gr. | | | Peso molde + mercurio | gr. |
| Peso del recipiente (C) | gr. | | | Peso del molde | gr. |
| Peso del agua (A-B) | gr. | | | Peso mercurio | gr. |
| Peso del suelo seco (B-C) | gr. | | | Volumen de la pastilla | cc |
| Cont. de Hum. [W=(A-B)/(B-C)*100 | % | | | | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LIMITES | | INDICE PLASTICO |
|-------------------------|---------|----------|-----------------|
| | LIQUIDO | PLASTICO | |
| OBTENIDOS | 36.3 | 34.4 | 1.9 |



OBSERVACIONES:

RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

ANEXO 4: ENSAYO DE LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM D424 – MUESTRA PATRON C3 Y CLORURO DE CALCIO 7%



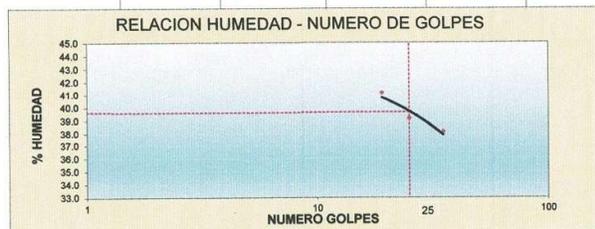
CERTIFICADO : LABC-019IP-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR.
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TÉCNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING*: ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2,022

| LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD | | | |
|---|-------------|----------------------------------|-------------------------------|
| MTC E111 - ASTM D424 - AASHTO T90 | | | |
| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
| MATERIAL: | C - 3 | CLORURO DE CALCIO (Cl2Ca) | 7% |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m). | 0.00 - 1.50 | UBICACION : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |

| DESCRIPCION | UNIDAD | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|------------------------------------|--------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|--|
| Nro. de recipiente | | 13 | 19 | 22 | 40 | 33 | |
| Peso Recipiente + Suelo humedo (A) | gr. | 40.68 | 40.48 | 40.81 | 29.58 | 29.60 | |
| Peso recipiente + Suelo seco (B) | gr. | 34.70 | 34.62 | 35.05 | 25.02 | 24.88 | |
| Peso del recipiente (C) | gr. | 20.20 | 19.84 | 20.45 | 12.58 | 12.55 | |
| Peso del agua (A-B) | gr. | 5.98 | 5.86 | 5.56 | 4.58 | 4.72 | |
| Peso del suelo seco (B-C) | gr. | 14.50 | 14.88 | 14.60 | 12.43 | 12.33 | |
| Cont. Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100 | % | 41.10 | 39.12 | 38.08 | 36.89 | 38.28 | |
| Nro. DE GOLPES | | 19 | 25 | 35 | | | |

| DESCRIPCION | UNIDAD | HUMEDAD NATURAL | | | LIMITE DE CONTRACCION | | |
|------------------------------------|--------|-----------------|--|--|------------------------|-----|--|
| Nro. de recipiente | | | | | Nro. de recipiente | | |
| Peso Recipiente + Suelo humedo (A) | gr. | | | | Muestra inalterada | | |
| Peso recipiente + Suelo seco (B) | gr. | | | | Peso del suelo seco | gr. | |
| Peso del recipiente (C) | gr. | | | | Peso molde + mercurio | gr. | |
| Peso del agua (A-B) | gr. | | | | Peso del molde | gr. | |
| Peso del suelo seco (B-C) | gr. | | | | Peso mercurio | gr. | |
| Cont. de Hum. [W=(A-B)/(B-C)*100 | % | | | | Volumen de la pastilla | cc | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LIMITE | | INDICE PLASTICO | |
|-------------------------|---------|----------|-----------------|--|
| | LIQUIDO | PLASTICO | | |
| OBTENIDOS | 39.6 | 37.5 | 2.1 | |



OBSERVACIONES:


 RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TÉCNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

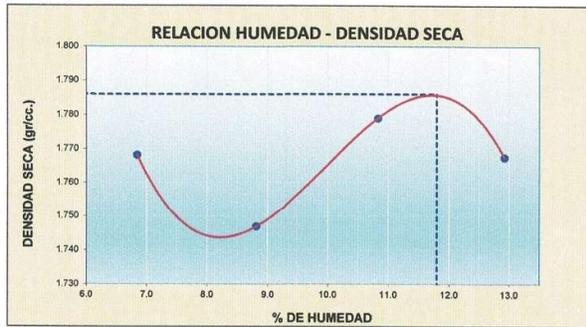

 ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

ANEXO 4: ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR ASTM D698 – MUESTRA PATRON C3



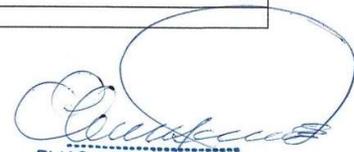
CERTIFICADO : LABC-010-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING*: ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 27 DE ABRIL DEL 2,022

| RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PROCTOR ESTANDAR) | | | | | |
|--|----------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------|-------|
| (MTC116 - ASTM D698) | | | | | |
| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | |
| SUELO EN ESTADO NATURAL | | | | | |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 | | |
| PROF. (m.) : | 0.00 - 1.50 | UBICACION : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 | | |
| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | |
| METODO | Volumen Molde | 948 | m3. | Numero de capas | 3 |
| | Peso Molde | 3749 | gr. | Numero de golpes | 25 |
| NUMERO DE ENSAYOS | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5,540 | 5,551 | 5,618 | 5,641 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1,791 | 1,802 | 1,869 | 1,892 |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.89 | 1.90 | 1.97 | 2.00 |
| Recipiente Numero | | - | - | - | - |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 235.7 | 275.3 | 308.1 | 335.5 |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 220.6 | 253.0 | 278.0 | 297.1 |
| Peso de la Tara | gr. | | | | |
| Peso del agua | gr. | 15.1 | 22.3 | 30.1 | 38.4 |
| Peso del suelo seco | gr. | 221 | 253 | 278 | 297 |
| Contenido de agua | % | 6.8 | 8.8 | 10.8 | 12.9 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.768 | 1.747 | 1.779 | 1.767 |
| RESULTADOS | | | | | |
| Densidad Máxima Seca | | 1.786 | gr/cc. | Humedad óptima | 11.8 |
| | | | | | % |



OBSERVACIONES :


RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52620
 INGENIERO CIVIL

Pje: Quinta Cardenas N° 384 - HUACHO. Telf.: 01-6393630 / Cel. 954651383
 E-mail : sueloslab_leon@hotmail.com

ANEXO 4: ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR ASTM D698 – MUESTRA PATRON C3 Y CLORURO DE CALCIO 3%



CERTIFICADO : LABC-013-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICOS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2,022
UBICACION : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING.: ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 18 DE MAYO DEL 2,022

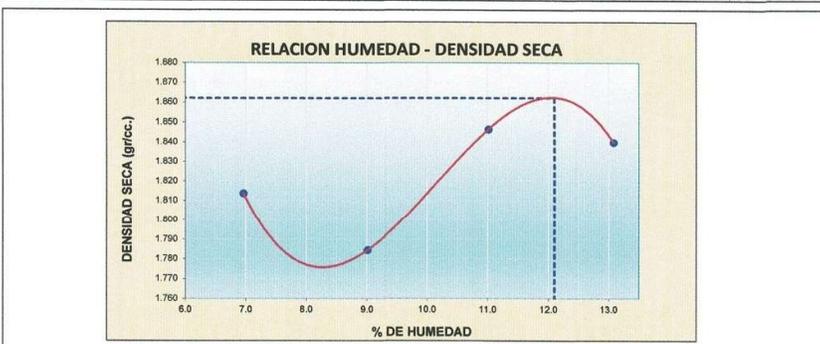
RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PROCTOR STANDARD) (MTC E116 - ASTM D698)

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| MATERIAL: | CLORURO DE CALCIO (Cl2Ca) | | 3% |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m.) : | 0.00 - 1.50 | UBICACION : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | |
|---------------------|---------------|------|-----|------------------|
| METODO | Volumen Molde | 948 | m3. | Numero de capas |
| | Peso Molde | 3749 | gr. | Numero de golpes |
| | | | | 3 |
| | | | | 25 |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5,588 | 5,593 | 5,692 | 5,721 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1,839 | 1,844 | 1,943 | 1,972 |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.94 | 1.95 | 2.05 | 2.08 |
| Recipiente Numero | | - | - | - | - |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 321.1 | 343.6 | 365.9 | 400.2 |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 300.2 | 315.2 | 329.6 | 353.9 |
| Peso de la Tara | gr. | | | | |
| Peso del agua | gr. | 20.9 | 28.4 | 36.3 | 46.3 |
| Peso del suelo seco | gr. | 300 | 315 | 330 | 354 |
| Contenido de agua | % | 7.0 | 9.0 | 11.0 | 13.1 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.814 | 1.784 | 1.846 | 1.840 |

| RESULTADOS | | | | |
|----------------------|-------|--------|----------------|------|
| Densidad Máxima Seca | 1.862 | gr/cc. | Humedad óptima | 12.1 |
| | | | | % |



OBSERVACIONES :

RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

ANEXO 4: ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR ASTM D698 – MUESTRA PATRON C3 Y CLORURO DE CALCIO 5%



CERTIFICADO : LABC-016-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING^o : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 23 DE MAYO DEL 2,022

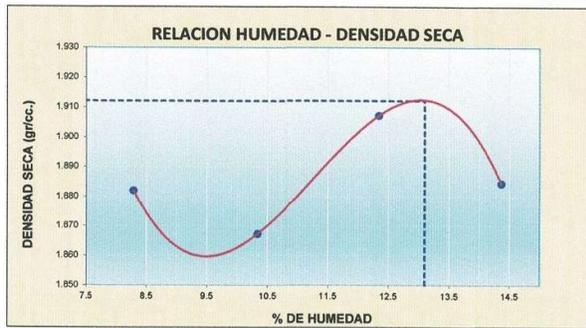
RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PROCTOR ESTANDAR) (MTC E16 - ASTM D698)

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|--|--------------------|-------------------------------|
| MATERIAL: | CLORURO DE CALCIO (Cl ₂ Ca) | | 5% |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m.) : | 0.00 - 1.50 | UBICACION : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|---------------|--------------------|------------------|
| METODO | Volumen Molde | 948 m ³ | Numero de capas |
| | Peso Molde | 3749 gr. | Numero de golpes |
| | | | 3 |
| | | | 25 |

| | | NUMERO DE ENSAYOS | | | |
|------------------------------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5,681 | 5,702 | 5,780 | 5,792 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1,932 | 1,953 | 2,031 | 2,043 |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 2.04 | 2.06 | 2.14 | 2.16 |
| Recipiente Numero | | - | - | - | - |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 252.2 | 303.2 | 325.9 | 361.4 |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 232.9 | 274.8 | 290.1 | 316.0 |
| Peso de la Tara | gr. | | | | |
| Peso del agua | gr. | 19.3 | 28.4 | 35.8 | 45.4 |
| Peso del suelo seco | gr. | 233 | 275 | 290 | 316 |
| Contenido de agua | % | 8.3 | 10.3 | 12.3 | 14.4 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.882 | 1.867 | 1.907 | 1.884 |

| RESULTADOS | | | | |
|----------------------|-------|--------|----------------|------|
| Densidad Máxima Seca | 1.912 | gr/cc. | Humedad óptima | 13.1 |
| | | | | % |



OBSERVACIONES :

RAUL JORGE LEON CAMPOS
TECNICO
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ELIAS REQUENA SOTO
CIP - 52920
INGENIERO CIVIL

ANEXO 4: ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR ASTM D698 – MUESTRA PATRON C3 Y CLORURO DE CALCIO 7%



CERTIFICADO : LABC-019-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING*: ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 27 DE MAYO DEL 2,022

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PROCTOR STANDARD)

(MTC E116 - ASTM D698)

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| MATERIAL: | CLORURO DE CALCIO (Cl ₂ a) | | 7% |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m.) : | 0.00 - 1.50 | UBICACION : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|---------------|----------------------|------------------|
| METODO | Volumen Molde | 948 m ³ . | Numero de capas |
| | Peso Molde | 3749 gr. | Numero de golpes |
| | | | 3 |
| | | | 25 |

| | | NUMERO DE ENSAYOS | | | |
|------------------------------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5,679 | 5,708 | 5,767 | 5,797 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1,930 | 1,959 | 2,018 | 2,048 |
| Peso Volumétrico Humedo | gr. | 2.04 | 2.07 | 2.13 | 2.16 |
| Recipiente Numero | | - | - | - | - |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 341.5 | 384.5 | 414.1 | 447.0 |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 311.3 | 344.1 | 364.3 | 386.0 |
| Peso de la Tara | gr. | | | | |
| Peso del agua | gr. | 30.2 | 40.4 | 49.8 | 61.0 |
| Peso del suelo seco | gr. | 311 | 344 | 364 | 386 |
| Contenido de agua | % | 9.7 | 11.7 | 13.7 | 15.8 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.856 | 1.849 | 1.873 | 1.866 |

| RESULTADOS | | | | |
|----------------------|-------|--------|----------------|--------|
| Densidad Máxima Seca | 1.878 | gr/cc. | Humedad óptima | 14.6 % |



OBSERVACIONES :


 RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


 ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

Pje: Quinta Cardenas N° 384 - HUACHO.

Telf.: 01-6393630 / Cel. 954651383

E-mail : sueloslabor@hotmail.com

ANEXO 4: ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR ASTM D1883 – MUESTRA PATRON C3



CERTIFICADO : LABC-011-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGFA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING^o : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 27 DE ABRIL DEL 2,022

| | |
|---|--|
| VALOR RELATIVO DE SPORTE (CBR) | |
| MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASTHO T 190 | |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| SUELO EN ESTADO NATURAL | | | |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m) : | 0.00 - 1.50 | UBICACIÓN : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |

| CALCULO | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Molde N° | | | |
| Capas N° | 005 | 005 | 005 |
| Golpes por capa N° | 066 | 025 | 012 |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | NO SATURADO | NO SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 12,687 | 12,605 | 12,242 |
| Peso de molde (g) | 8,466 | 8,552 | 8,397 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,221 | 4,053 | 3,845 |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,113 | 2,123 | 2,117 |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 1.998 | 1.909 | 1.816 |
| Tara (N°) | | | |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 285.4 | 301.8 | 338.6 |
| Peso suelo seco + tara (g) | 255.2 | 269.9 | 302.6 |
| Peso de tara (g) | - | - | - |
| Peso de agua (g) | 30.2 | 31.9 | 36.0 |
| Peso de suelo seco (g) | 255.2 | 269.9 | 302.6 |
| Contenido de humedad (%) | 11.8 | 11.8 | 11.9 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1.786 | 1.707 | 1.623 |

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|----------|------|--------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 23/04/22 | 0 | 15:20 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 24/04/22 | 24 | 15:20 | 3 | 0.076 | 0.068 | 7 | 0.178 | 0.155 | 9 | 0.229 | 0.199 |
| 25/04/22 | 48 | 15:20 | 5 | 0.127 | 0.110 | 10 | 0.254 | 0.221 | 14 | 0.356 | 0.309 |
| 26/04/22 | 72 | 15:20 | 8 | 0.203 | 0.177 | 14 | 0.356 | 0.309 | 17 | 0.432 | 0.375 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|------------|-----|------------|------|------------|-----|------------|------|------------|--------|------------|-----|
| PENETRACION | | CARGA | MOLDE N° | | M-01 | | MOLDE N° | | M-02 | | MOLDE N° | | M-03 | |
| mm | pulg. | kg/cm2 | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg/cm2 | kg | % |
| 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | |
| 0.635 | 0.025 | | | | | | | | | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | | | | | | | | | | | | | |
| 1.905 | 0.075 | | | | | | | | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 70.455 | 39 | 177 | 180 | 12.8 | 23 | 107 | 123 | 8.8 | 14 | 67 | 70 | 4.9 |
| 3.810 | 0.150 | | | | | | | | | | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 105.68 | 80 | 356 | 360 | 16.9 | 51 | 229 | 266 | 12.5 | 30 | 137 | 146 | 6.8 |
| 6.350 | 0.250 | | | | | | | | | | | | | |
| 7.620 | 0.300 | | | | | | | | | | | | | |
| 10.160 | 0.400 | | | | | | | | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | | | | | | | | | | | | | |


RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

Pje: Quinta Cardenas N° 384 - HUACHO. Telf.: 01-6393630 / Cel. 954651383
 E-mail : sueloslab_leon@hotmail.com



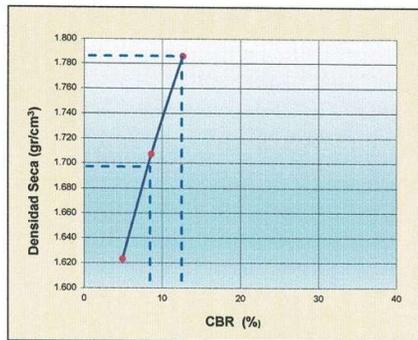
CERTIFICADO : LABC-012-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOS MECÁNICOS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING^º : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 27 DE ABRIL DEL 2.022

VALOR RELATIVO DE FORTALEZA (CBR)
 MTC E 132 - ASTM D 1683 - AASHTO T 190

DATOS DE LA MUESTRA
SUELO EN ESTADO NATURAL

| | | | |
|------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m). | 0.00 - 1.50 | UBICACIÓN : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



| | |
|--|--------------|
| METODO DE COMPACTACION | AASHTO T-190 |
| MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) | 1.786 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 11.8 |
| 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) | 1.697 |

RESULTADOS:

PENETRACION

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1" = 12.5 %
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1" = 8.5 %

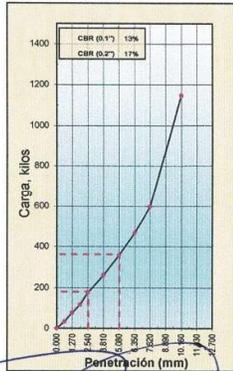
EXPANSION

0.353%

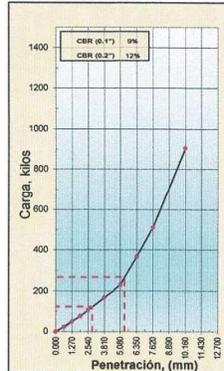
ABSORCION

OBSERVACIONES

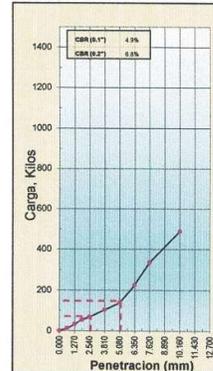
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES




RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52020
 INGENIERO CIVIL

Pje: Quinta Cardenas N° 384 - HUACHO.

Tel.: 01-6393630 / Cel. 954651383

E-mail : sueloslab_leon@hotmail.com

ANEXO 4: ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR ASTM D1883 – MUESTRA PATRON C3 Y CLORURO DE CALCIO 3%



CERTIFICADO : LABC-014-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGFA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING^a : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 18 DE MAYO DEL 2,022

VALOR RELATIVO DE SPORTE (CBR) MYC E 132 - ASTM D 1883 - AASTHO T 190

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|---|-------------|-------------------------------|
| MATERIAL: | CLORURO DE CALCIO (Cl₂Ca) | | 3% |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m) : | 0.00 - 1.50 | UBICACIÓN : | Av. M. Bestidas / Km. 0 + 300 |

| CALCULO | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Molde N° | 1 | 2 | 3 |
| Capas N° | 005 | 005 | 005 |
| Golpes por capa N° | 066 | 026 | 012 |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | NO SATURADO | NO SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 12,876 | 12,803 | 12,467 |
| Peso de molde (g) | 8,466 | 8,552 | 8,397 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,410 | 4,251 | 4,070 |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,113 | 2,123 | 2,117 |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.087 | 2.002 | 1.923 |
| Tara (N°) | | | |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 298.5 | 324.4 | 360.0 |
| Peso suelo seco + tara (g) | 266.3 | 288.9 | 320.0 |
| Peso de tara (g) | - | - | - |
| Peso de agua (g) | 32.2 | 35.5 | 40.0 |
| Peso de suelo seco (g) | 266.3 | 288.9 | 320.0 |
| Contenido de humedad (%) | 12.1 | 12.3 | 12.5 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1.862 | 1.783 | 1.709 |

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|----------|------|--------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 14/05/22 | 0 | 09:25 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 15/05/22 | 24 | 09:25 | 2 | 0.051 | 0.044 | 4 | 0.102 | 0.088 | 5 | 0.127 | 0.110 |
| 16/05/22 | 48 | 09:25 | 4 | 0.102 | 0.088 | 6 | 0.152 | 0.133 | 9 | 0.229 | 0.199 |
| 17/05/22 | 72 | 09:25 | 9 | 0.229 | 0.199 | 11 | 0.279 | 0.243 | 14 | 0.356 | 0.309 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------------|------------|-----|-----|------------|------------|-----|----------|------|------------|------------|-----|------|----------|------------|--------|------------|----|---|--|
| PENETRACION | | CARGA STAND. | MOLDE N° | | | M-01 | | | MOLDE N° | | | M-02 | | | MOLDE N° | | | M-03 | | | |
| | | | CARGA | | | CORRECCION | | | CARGA | | | CORRECCION | | | CARGA | | | CORRECCION | | | |
| mm | pulg. | kg/cm2 | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg/cm2 | kg | kg | % | Dial (div) | kg/cm2 | kg | kg | % | |
| 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.635 | 0.025 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.905 | 0.075 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 70.455 | 45 | 203 | 285 | 20.0 | 34 | 165 | 193 | 13.6 | 18 | 85 | 117 | 8.3 | | | | | | | |
| 3.810 | 0.150 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 105.68 | 110 | 488 | 627 | 29.4 | 78 | 348 | 427 | 20.0 | 46 | 202 | 296 | 13.9 | | | | | | | |
| 6.350 | 0.250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.620 | 0.300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.160 | 0.400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |


RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

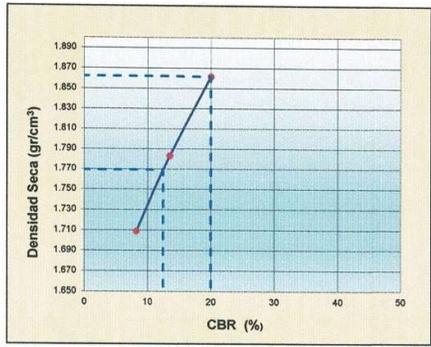


CERTIFICADO : LABC-015-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICOS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURC CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2022
UBICACION : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING*: ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 18 DE MAYO DEL 2,022

VALOR RELATIVO DE SPORTE (CBR)
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T 190

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|--|-------------|-------------------------------|
| MATERIAL: | CLORURO DE CALCIO (Cl ₂ Ca) | | 3% |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m) : | 0.00 - 1.50 | UBICACION : | Av. M. Bestidas / Km. 0 + 300 |

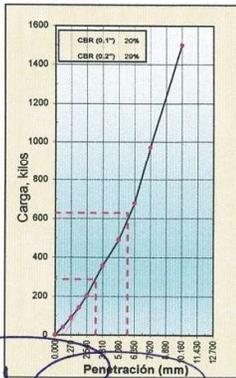
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



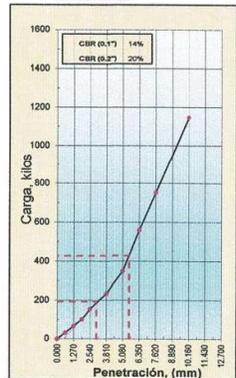
| METODO DE COMPACTACION | AASHTO T-180 |
|----------------------------------|--------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) | 1.862 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 12.1 |
| 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) | 1.769 |

| RESULTADOS: | |
|---|---------|
| PENETRACION | |
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1" = | 20.0 % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1" = | 12.5 % |
| EXPANSION | |
| | 0.309 % |
| ABSORCION | |
| OBSERVACIONES | |

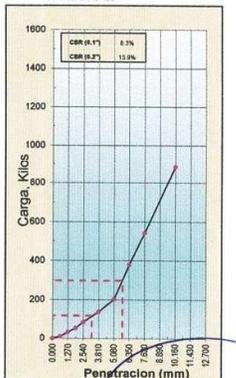
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES




 RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


 ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

ANEXO 4: ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR ASTM D1883 – MUESTRA PATRON C3 Y CLORURO DE CALCIO 5%



CERTIFICADO : LABC-017-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGFA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING^o : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 23 DE MAYO DEL 2,022

VALOR RELATIVO DE SPORTE (CBR) MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASTHO T 190

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------|
| MATERIAL: | CLORURO DE CALCIO (Cl2Ca) 5% | | |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m). | 0.00 - 1.50 | UBICACIÓN : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |

| CALCULO | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 4 | 5 | 6 |
| Molde N° | 005 | 005 | 005 |
| Capas N° | 005 | 005 | 005 |
| Golpes por capa N° | 056 | 025 | 012 |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | NO SATURADO | NO SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 12,781 | 12,662 | 12,742 |
| Peso de molde (g) | 8,194 | 8,259 | 8,401 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,587 | 4,403 | 4,341 |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,120 | 2,118 | 2,186 |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.164 | 2.079 | 1.986 |
| Tara (N°) | | | |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 304.4 | 336.4 | 361.4 |
| Peso suelo seco + tara (g) | 269.0 | 297.0 | 318.7 |
| Peso de tara (g) | - | - | - |
| Peso de agua (g) | 35.4 | 39.4 | 42.7 |
| Peso de suelo seco (g) | 269.0 | 297.0 | 318.7 |
| Contenido de humedad (%) | 13.2 | 13.3 | 13.4 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1.912 | 1.836 | 1.751 |

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|----------|------|--------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 19/05/22 | 0 | 10:35 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 20/05/22 | 24 | 10:35 | 2 | 0.051 | 0.044 | 5 | 0.127 | 0.110 | 8 | 0.203 | 0.177 |
| 21/05/22 | 48 | 10:35 | 3 | 0.076 | 0.066 | 7 | 0.178 | 0.155 | 11 | 0.279 | 0.243 |
| 22/05/22 | 72 | 10:35 | 7 | 0.178 | 0.155 | 9 | 0.229 | 0.199 | 12 | 0.305 | 0.265 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|------------|-------|------------|------|------------|------------|----------|-------|------------|------|-------|------------|------------|--------|----|------|---|--|
| PENETRACION | | CARGA | MOLDE N° | | | M-04 | | | MOLDE N° | | | M-05 | | | MOLDE N° | | | M-06 | | |
| | | | STAND. | CARGA | CORRECCION | | CARGA | CORRECCION | | CARGA | CORRECCION | | CARGA | CORRECCION | | | | | | |
| mm | pulg. | kg/cm2 | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg/cm2 | kg | kg | % | |
| 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.635 | 0.025 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.905 | 0.075 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 70.455 | 48 | 216 | 438 | 30.8 | 35 | 169 | 316 | 22.2 | 22 | 102 | 210 | 14.8 | | | | | | |
| 3.810 | 0.150 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 105.68 | 148 | 654 | 903 | 42.3 | 107 | 475 | 664 | 31.1 | 70 | 313 | 452 | 21.2 | | | | | | |
| 6.350 | 0.250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.620 | 0.300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.160 | 0.400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

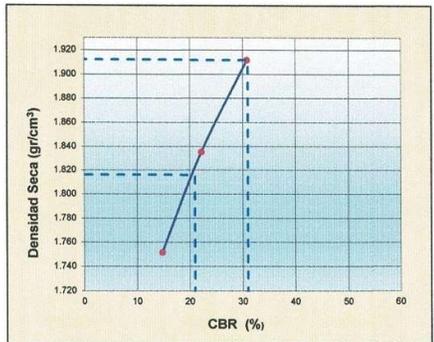

RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL



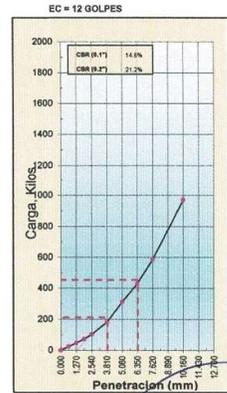
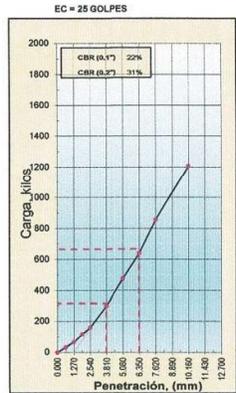
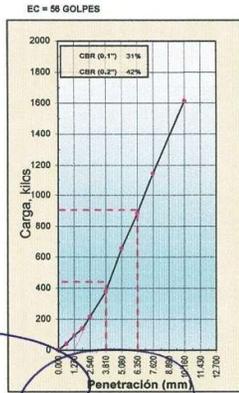
CERTIFICADO : LABC-018-2022/EMS-WMRP
 SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2022
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
 HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
 REV. POR ING^º: ELIAS REQUENA SOTO
 FECHA : 23 DE MAYO DEL 2,022

| VALOR RELATIVO DE SPORTE (CBR) | | | |
|--|--|-------------|-------------------------------|
| MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T 190 | | | |
| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
| MATERIAL: | CLORURO DE CALCIO (Cl ₂ Ca) | 5% | |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m). | 0.00 - 1.50 | UBICACIÓN : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |



| METODO DE COMPACTACION | AASHTO T-180 |
|----------------------------------|--------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) | 1.912 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 13.1 |
| 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) | 1.816 |

| RESULTADOS: | |
|---|---------|
| PENETRACION | |
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1" = | 31.0 % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1" = | 21.0 % |
| EXPANSION | |
| | 0.265 % |
| ABSORCION | |
| OBSERVACIONES | |



Raul Jorge Leon Campos
 RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Elías Requena Soto
 ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

ANEXO 4: ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR ASTM D1883 – MUESTRA PATRON C3 Y CLORURO DE CALCIO 7%



CERTIFICADO : LABC-020-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGFA, LIMA 2,022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING* : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 27 DE MAYO DEL 2,022

VALOR RELATIVO DE ESPORTE (CBR)

MTS E 132 - ASTM D 1883 - AASTHO T 190

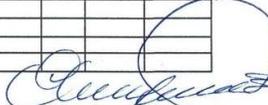
| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|-------------|----------------------------------|-------------------------------|
| MATERIAL: | | CLORURO DE CALCIO (Cl2Ca) | |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | 7% M - 1 |
| PROF. (m). | 0.00 - 1.50 | UBICACIÓN : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |

| CÁLCULO | | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Molde N° | 005 | 005 | 005 | |
| Capas N° | 006 | 025 | 012 | |
| Golpes por capa N° | NO SATURADO | NO SATURADO | NO SATURADO | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | NO SATURADO | NO SATURADO | |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 13,010 | 12,911 | 12,560 | |
| Peso de molde (g) | 8,466 | 8,552 | 8,397 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,544 | 4,359 | 4,163 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,113 | 2,123 | 2,117 | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.150 | 2.053 | 1.966 | |
| Tara (N°) | | | | |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 347.6 | 402.7 | 438.0 | |
| Peso suelo seco + tara (g) | 303.4 | 351.0 | 381.6 | |
| Peso de tara (g) | - | - | - | |
| Peso de agua (g) | 44.2 | 51.7 | 56.4 | |
| Peso de suelo seco (g) | 303.4 | 351.0 | 381.6 | |
| Contenido de humedad (%) | 14.6 | 14.7 | 14.8 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1.877 | 1.790 | 1.713 | |

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|----------|------|--------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 23/05/22 | 0 | 16:05 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 24/05/22 | 24 | 16:05 | 3 | 0.076 | 0.066 | 8 | 0.203 | 0.177 | 10 | 0.254 | 0.221 |
| 25/05/22 | 48 | 16:05 | 9 | 0.229 | 0.199 | 11 | 0.279 | 0.243 | 13 | 0.330 | 0.287 |
| 26/05/22 | 72 | 16:05 | 14 | 0.356 | 0.309 | 17 | 0.432 | 0.375 | 19 | 0.483 | 0.420 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|-------|------------|-----|------|----|------------|-----|------|----|------------|--------|------|---|
| PENETRACION | | CARGA | | MOLDE N° | | M-01 | | MOLDE N° | | M-02 | | MOLDE N° | | M-03 | |
| | | STAND. | CARGA | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg/cm2 | kg | % |
| mm | puig. | kg/cm2 | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.635 | 0.025 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.905 | 0.075 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 70.455 | 45 | 203 | 373 | 26.2 | 33 | 150 | 285 | 20.0 | 20 | 93 | 175 | 12.3 | |
| 3.810 | 0.150 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 105.68 | 130 | 576 | 783 | 36.7 | 98 | 435 | 619 | 29.0 | 60 | 269 | 406 | 19.0 | |
| 6.350 | 0.250 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.620 | 0.300 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.890 | 0.350 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.160 | 0.400 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | | | | | | | | | | | | | | |


RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

PjB: Quinta Cardenas N° 384 - HUACHO. Telf.: 01-6393630 / Cel. 954651383
 E-mail: sueloslab_leon@hotmail.com

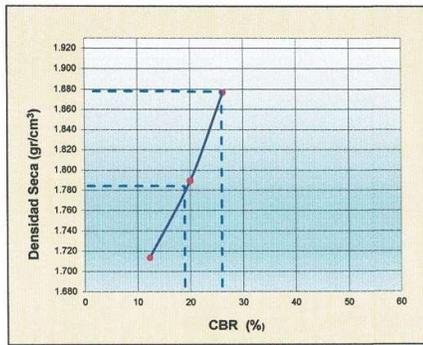


CERTIFICADO : LABC-021-2022/EMS-WMRP
SOLICITANTE : WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOS MECÁNICOS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CLORURO DE CALCIO, EN PARAMONGA, LIMA 2022
UBICACIÓN : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.
HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.
REV. POR ING^o : ELIAS REQUENA SOTO
FECHA : 27 DE MAYO DEL 2,022

VALOR RELATIVO DE SPORTE (CBR)
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T 190

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|--|-------------|-------------------------------|
| MATERIAL: | CLORURO DE CALCIO (Cl ₂ Ca) | | 7% |
| CALICATA : | C - 3 | MUESTRA : | M - 1 |
| PROF. (m). | 0.00 - 1.50 | UBICACIÓN : | Av. M. Bastidas / Km. 0 + 300 |

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



| METODO DE COMPACTACION | AASHTO T-180 |
|---|--------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 1.878 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 14.6 |
| 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 1.784 |

RESULTADOS:

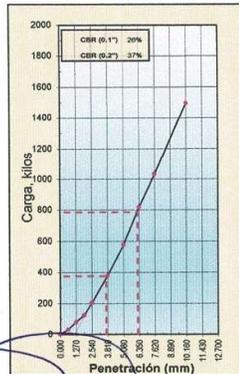
| PENETRACION | |
|---|--------|
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1" = | 26.0 % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1" = | 19.0 % |

| EXPANSION | |
|-----------|---------|
| | 0.420 % |

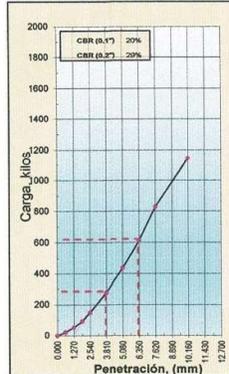
ABSORCION

OBSERVACIONES

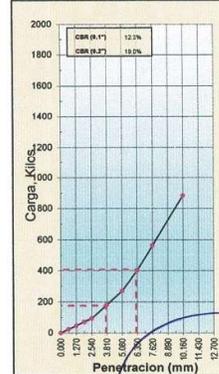
EC = 56 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



RAUL JORGE LEON CAMPOS
 TECNICO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ELIAS REQUENA SOTO
 CIP 52920
 INGENIERO CIVIL

ANEXO 5: PLANOS



ANEXO 6: PANEL FOTOGRAFICO



FOTO N° 01: Se está realizando el tamizaje para poder determinar el tipo de suelo, es correspondiente a la Calicata 1



FOTO N° 02: Se está realizando el ensayo de limite líquido, mediante la cuchara de Casagrande



FOTO N° 03: Se está realizando el llenado del molde del Proctor estándar en combinación con el cloruro de calcio

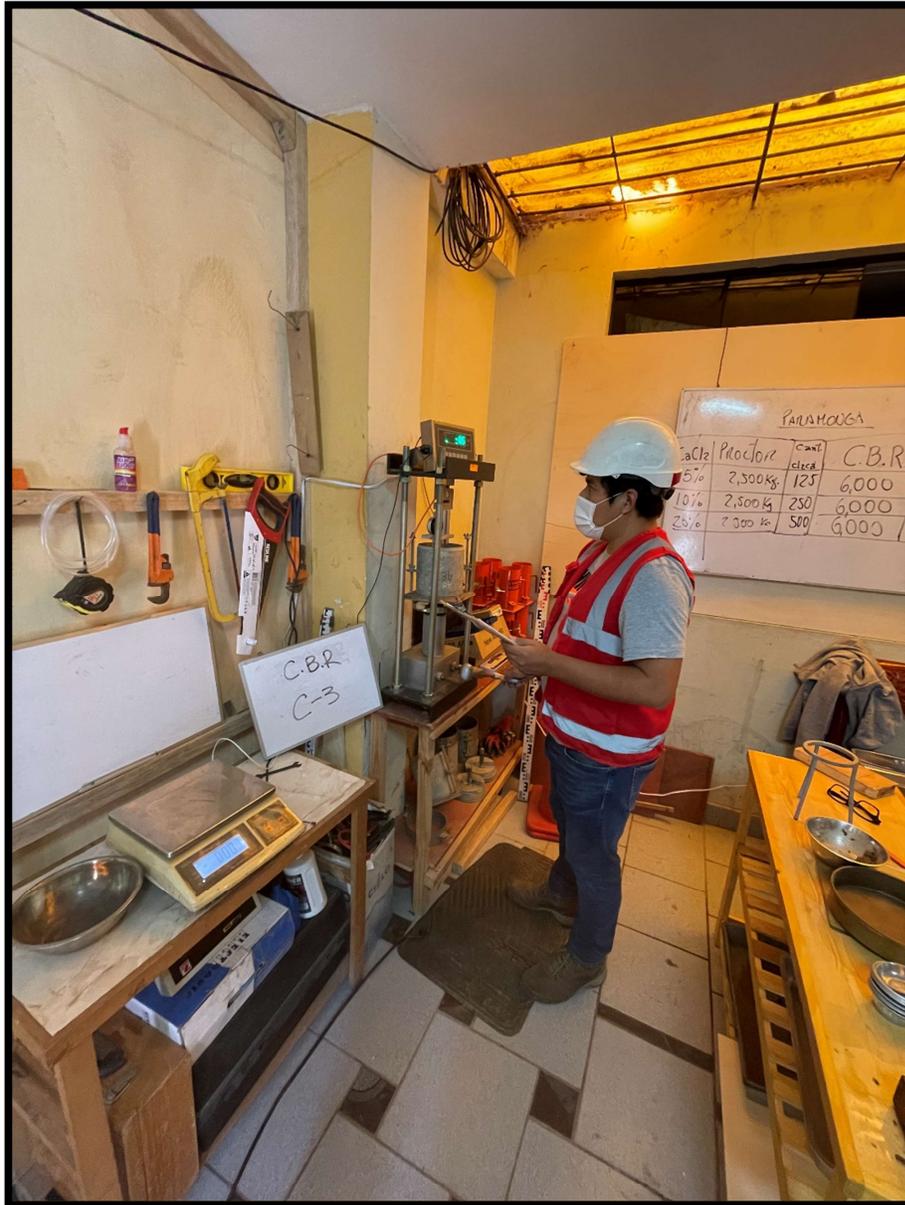


FOTO N° 04: Se está realizando tomando la lectura del CBR, en combinación con el cloruro de calcio.

ANEXO 7: TURNITIN

feedback studio | WILMAN MARTIN RAFAEL PAGADOR | TUR_RAFAEL PAGADOR, WILMAN MARTIN.pdf



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO DE LA TESIS

Mejoramiento de las propiedades físicas mecánicas de la subrasante incorporando cloruro de calcio, en Paramonga, Lima 2022

AUTOR:
Rafael Pagador, Wilman Martin (<https://orcid.org/0000-0002-0797-8699>)

ASESOR:
Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (<https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>)

LÍNEA DE INVESTIGACION:
Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:
Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

Lima - Perú

2022

Resumen de coincidencias ✕

24 %

Se están viendo fuentes estándar

Coincidencias

| | | | |
|----|----------------------------|------|---|
| 1 | repositorio.ucv.edu.pe | 17 % | > |
| | Fuente de Internet | | |
| 2 | Entregado a Universida... | 3 % | > |
| | Trabajo del estudiante | | |
| 3 | hdl.handle.net | 2 % | > |
| | Fuente de Internet | | |
| 4 | repositorio.usanpedro... | <1 % | > |
| | Fuente de Internet | | |
| 5 | Entregado a Universida... | <1 % | > |
| | Trabajo del estudiante | | |
| 6 | repositorio.upao.edu.pe | <1 % | > |
| | Fuente de Internet | | |
| 7 | Entregado a UNILIBRE | <1 % | > |
| | Trabajo del estudiante | | |
| 8 | www.slideshare.net | <1 % | > |
| | Fuente de Internet | | |
| 9 | María Elena Ruiz Rivera... | <1 % | > |
| | Publicación | | |
| 10 | core.ac.uk | <1 % | > |
| | Fuente de Internet | | |
| 11 | repositorio.utea.edu.pe | <1 % | > |
| | Fuente de Internet | | |
| 12 | dspace.utpl.edu.ec | <1 % | > |
| | Fuente de Internet | | |
| 13 | repositorio.unsaac.edu... | <1 % | > |
| | Fuente de Internet | | |
| 14 | Entregado a ustp | <1 % | > |
| | Trabajo del estudiante | | |
| 15 | www.revistaalconpat.org | <1 % | > |

Página: 1 de 45 | Número de palabras: 12008 | Versión solo texto del informe | Alta resolución | Activado