

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN
QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y
CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS
ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE**

PRESENTADO POR:

Bach. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2023

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

Dr. Santiago Zevallos Salinas.
Presidente

Mrto. Justo Claudio Rodas Romero.
Jurado

Mrto. Giancarlo Fernando Meza Terbullino.
Jurado

Mrto. David Ramos Piñas.
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza.
Secretario docente

Dedicatoria

- A Dios por guiar mi camino día a día.
- A mis padres por el apoyo brindado a lo largo de toda mi vida académica.

Widmark Huanuqueño Borja.

Agradecimientos

- A mi asesora, la ingeniera Nataly Córdova, por su paciencia y enseñanzas brindadas para la elaboración de la presente investigación.

Widmark Huanuqueño Borja.

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0045 - FI -2023

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **TESIS**; Titulada:

COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **BACH. HUANUQUEÑO BORJA WIDMARK**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **ING. CORDOVA ZORRILLA NATALY LUCIA**

Fue analizado con fecha **13/10/2023** con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **25** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 13 de Octubre de 2023.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

Contenido

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Contenido	v
Contenido de tablas	viii
Contenido de figuras	x
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción de la realidad problemática	15
1.2. Delimitación del problema	16
1.2.1. Espacial	16
1.2.2. Temporal	16
1.2.3. Económica	16
1.3. Formulación del problema	16
1.3.1. Problema general	16
1.3.2. Problemas específicos	16
1.4. Justificación	17
1.4.1. Práctica	17
1.4.2. Teórica	17
1.4.3. Metodológica	17
1.5. Objetivos	17
1.5.1. Objetivo general	17
1.5.2. Objetivos específicos	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes	19
2.1.1. Nacionales	19
2.1.2. Internacionales	21
2.2. Bases teóricas o científicas	22
2.2.1. Cloruro de calcio	22
2.2.2. Cloruro de magnesio	23
2.2.3. Suelo arcilloso	23
2.2.4. Subrasante	23

2.2.5. Estabilización de suelos	23
2.2.6. Límites de consistencia	24
2.2.7. Compactación del suelo	24
2.2.8. CBR	25
2.3. Marco conceptual	26
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	27
3.1. Hipótesis general	27
3.2. Hipótesis específicas	27
3.3. Variables	27
3.3.1. Definición conceptual de las variables	27
3.3.2. Definición operacional de las variables	28
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	29
4.1. Método de investigación	29
4.2. Tipo de investigación	29
4.3. Nivel de investigación	29
4.4. Diseño de investigación	29
4.5. Población y muestra	30
4.5.1. Población	30
4.5.2. Muestra	30
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
4.6.1. Técnicas de recolección de datos	31
4.6.2. Instrumentos de recolección de datos	31
4.7. Técnicas de procedimiento y análisis de datos	31
4.8. Aspectos éticos de la investigación	32
CAPÍTULO V: RESULTADOS	33
5.1. Descripción de resultados	33
5.1.1. Caracterización granulométrica del material convencional	34
5.1.2. Consistencia de los materiales	35
5.1.3. Grado de compactación de los materiales	41
5.1.4. Capacidad de soporte de los materiales	45
5.2. Contratación de hipótesis	49
5.2.1. Hipótesis específica “a”	49
5.2.2. Hipótesis específica “b”	53
5.2.3. Hipótesis específica “c”	56

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	60
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS	69
Anexo N° 01: Matriz de consistencia	70
Anexo N° 02: Matriz de operacionalización de variables	72
Anexo N° 03: Certificados de ensayos	74
Anexo N° 04: Certificados de calibración	137
Anexo N° 05: Panel fotográfico	154
Anexo N° 06: Plano de ubicación de calicata	168

Contenido de tablas

Tabla 1. Categorías de la subrasante de acuerdo al CBR.	25
Tabla 2. Detalle de la ubicación de la calicata.	30
Tabla 3. Muestra.	30
Tabla 4. Resultados de los ensayos de mecánica de suelos.	33
Tabla 5. Resultados del análisis granulométrico del material convencional.	34
Tabla 6. Resultados de límite líquido de los materiales.	35
Tabla 7. Resultados de límite plástico de los materiales.	37
Tabla 8. Resultados de índice de plasticidad de los materiales.	39
Tabla 9. Resultados de máxima densidad seca de los materiales.	41
Tabla 10. Resultados de óptimo contenido de humedad de los materiales.	43
Tabla 11. Resultados de CBR al 95 % de la MDS de los materiales.	45
Tabla 12. Resultados de CBR al 100 % de la MDS de los materiales.	47
Tabla 13. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “a” – Límite líquido.	50
Tabla 14. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “a” – Límite plástico.	50
Tabla 15. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “a” – Índice de plasticidad	51
Tabla 16. Comparación de grupos para la prueba específica “a” – Límite líquido.	51
Tabla 17. Comparación de grupos para la prueba específica “a” – Límite plástico.	52
Tabla 18. Comparación de grupos para la prueba específica “a” – Índice de plasticidad.	53
Tabla 19. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “b” – Máxima densidad seca.	54
Tabla 20. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “b” – Óptimo contenido de humedad.	54
Tabla 21. Comparación de grupos para la prueba específica “b” – Máxima densidad seca.	55
Tabla 22. Comparación de grupos para la prueba específica “b” – Óptimo contenido de humedad.	55
Tabla 23. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “c” – CBR 95 %.	57
Tabla 24. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “c” – CBR 100 %.	57
Tabla 25. Comparación de grupos para la prueba específica “c” – CBR 95 %.	58
Tabla 26. Comparación de grupos para la prueba específica “c” – CBR 100 %.	58

Contenido de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo para la selección del estabilizador de suelo.	24
Figura 2. Curva granulométrica del material convencional.	35
Figura 3. Resultados de límite líquido de materiales con cloruro de calcio.	36
Figura 4. Resultados de límite líquido de materiales con cloruro de magnesio.	36
Figura 5. Resultados de límite líquido de los materiales.	37
Figura 6. Resultados de límite plástico de materiales con cloruro de calcio.	38
Figura 7. Resultados de límite plástico de materiales con cloruro de magnesio.	38
Figura 8. Resultados de límite plástico de los materiales.	39
Figura 9. Resultados de índice de plasticidad de materiales con cloruro de calcio.	40
Figura 10. Resultados de índice de plasticidad de materiales con cloruro de magnesio.	40
Figura 11. Resultados de índice de plasticidad de los materiales.	41
Figura 12. Resultados de máxima densidad seca de materiales con cloruro de calcio.	42
Figura 13. Resultados de máxima densidad seca de materiales con cloruro de magnesio.	42
Figura 14. Resultados de máxima densidad seca de los materiales.	43
Figura 15. Resultados de óptimo contenido de humedad de materiales con cloruro de calcio.	44
Figura 16. Resultados de óptimo contenido de humedad de materiales con cloruro de magnesio.	44
Figura 17. Resultados de óptimo contenido de humedad de los materiales.	45
Figura 18. Resultados de CBR al 95 % de la MDS de materiales con cloruro de calcio.	46
Figura 19. Resultados de CBR al 95 % de la MDS de materiales con cloruro de magnesio.	46
Figura 20. Resultados de CBR al 95 % de la MDS de los materiales.	47
Figura 21. Resultados de CBR al 100 % de la MDS de materiales con cloruro de calcio.	48
Figura 22. Resultados de CBR al 100 % de la MDS de materiales con cloruro de magnesio.	48
Figura 23. Resultados de CBR al 100 % de la MDS de los materiales.	49

Resumen

Para el desarrollo de la presente investigación fue considerado el objetivo de comparar la estabilización química con cloruro de calcio (CaCl_2) y cloruro de magnesio (MgCl_2) de suelos arcillosos para subrasante; para este fin fue realizada la extracción de material de un suelo natural con alto contenido de finos, siendo caracterizado granulométricamente, y adicionando porcentajes de CaCl_2 del 1.0, 1.5 y 2.0 % y MgCl_2 en dosis de 5.0, 6.0 y 7.0 % del peso seco del suelo, luego fueron realizados ensayos de los límites de Atterberg, ensayos de Proctor modificado y ensayos CBR. Los resultados clasificaron al suelo como un A-4(0), los límites de consistencia dieron lugar a IP de 6.0 % para el material convencional, 6.0, 7.0 y 7.0 % al añadir 1.0, 1.5 y 2.0 % de CaCl_2 y de 5.0, 4.0 y 4.0 % al añadir MgCl_2 al 5.0, 6.0 y 7.0 % respectivamente, MDS de 2.075 g/cm^3 para el material convencional, 2.098 g/cm^3 en los materiales con CaCl_2 y 2.094, 2.110 y 2.108 g/cm^3 para cada dosis de MgCl_2 , además el material convencional tiene CBR de 4.80 %, los materiales con CaCl_2 de 7.90, 8.30 y 11.00 %, y 8.90, 9.10 y 8.50 % para los materiales con MgCl_2 . Finalmente, se concluye señalando la estabilización de los suelos de subrasante inadecuada es factible, recomendándose la utilización del 2.0 % de cloruro de calcio que propicia un aumento significativo de la calidad del suelo, siendo también superior en comparación con la utilización del cloruro de magnesio.

Palabras clave: cloruro de calcio, cloruro de magnesio, subrasante, estabilización.

Abstract

For the development of the present investigation the objective considered was to compare the chemical stabilization with calcium chloride (CaCl_2) and magnesium chloride (MgCl_2) of clay soils for subgrade; for this purpose the extraction of material from a natural soil with high content of fines, being characterized granulometrically, and adding percentages of CaCl_2 of 1.0, 1.5 and 2.0 % and MgCl_2 in doses of 5.0, 6.0 and 7.0 % of the dry weight of the soil, then Atterberg limit tests, modified Proctor tests and CBR tests. The results classified the soil as A-4(0), the consistency limits resulted in IP of 6.0 % for the conventional material, 6.0, 7.0 and 7.0 % when adding 1.0, 1.5 and 2.0 % CaCl_2 and 5.0, 4.0 and 4.0 % when adding MgCl_2 at 5.0, 6.0 and 7.0 % respectively, MDS of 2.075 g/cm^3 for the conventional material, 2.098 g/cm^3 in the materials with CaCl_2 and 2.094, 2.110 and 2.108 g/cm^3 for each dose of MgCl_2 , in addition the conventional material has CBR of 4.80 %, the materials with CaCl_2 of 7.90, 8.30 and 11.00 %, and 8.90, 9.10 and 8.50 % for the materials with MgCl_2 . Finally, it is concluded that the stabilisation of inadequate subgrade soils is feasible, recommending the use of 2.0 % calcium chloride, which leads to a significant increase in soil quality and is also superior to the use of magnesium chloride.

Key words: calcium chloride, magnesium chloride, subgrade, stabilization.

Introducción

El presente trabajo de tesis “Comparación de la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante”, se desarrolla con el objetivo de realizar la comparación entre la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante, pues fue identificada la creciente demanda de pavimentación en zonas con vías que presentan altos índices de deterioro principalmente debido a la alta presencia de materiales arcillosos en su composición, lo que perjudica su desempeño.

Considerando esta problemática, es que fue realizada la estabilización química del material de subrasante de la calle Alfonso Ugarte en la ciudad de Huancayo mediante la adición de cloruro de calcio en dosis al 1.0, 1.5 y 2.0 % del peso seco del material y de cloruro de magnesio al 5.0, 6.0 y 7.0 % también del peso seco, evaluando posteriormente sus propiedades de consistencia mediante los límites de Atterberg, su grado de compactación con el Proctor modificado y finalmente la capacidad de soporte de cada material mediante ensayos de CBR teniendo en cuenta la consideraciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

El desarrollo de esta investigación constituye los siguientes capítulos:

Capítulo I, El problema de investigación: Este primer capítulo comprende el planteamiento del problema que explica el contexto actual en el que se encuentran las vías y lo que se busca solucionar incluyendo además la formulación y sistematización del problema, la justificación en distintos aspectos, la delimitación, las limitaciones y los objetivos que direccionan el desarrollo de esta tesis.

Capítulo II, El marco teórico: Donde se exponen los conceptos que permiten el desarrollo de la presente investigación mediante los antecedentes del tema, el marco conceptual respecto a los estabilizadores químicos y las características de los suelos ineficientes, también se presenta la definición de términos

Capítulo III, Hipótesis: Se considera a las hipótesis planteadas a partir de los conceptos revisados y las variables analizadas.

Capítulo IV, La metodología: El cuarto capítulo describe la manera en la que se realiza la presente tesis a través del método, tipo, nivel y diseño de la investigación, sumado a ello se presentan la población y muestras analizadas, las técnicas e instrumentos de

recolección de los datos, el procesamiento de la información y por último las técnicas y análisis de datos.

Capítulo V, Los resultados: El quinto capítulo se adjuntan los resultados de los ensayos realizados a los materiales de la caracterización granulométrica, la consistencia, grado de compactación y capacidad de soporte, a partir de ello fue realizada la contrastación de hipótesis.

Capítulo VI, Análisis y discusión de los resultados: El último capítulo contiene la discusión de los resultados obtenidos de cada propiedad evaluada de los materiales de acuerdo a lo hallado con los antecedentes y las normas vigentes.

Finalmente, se presentan las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos de la investigación.

Bach. Widmark Huanuqueño Borja.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional, los suelos inestables como las arcillas que al estar en contacto con el agua tienden a expandirse llegan a generar problemas significativos al pavimento, por ello se tiene el afán de mejorarlos por medio de técnicas variadas de estabilización, además de la utilización de materiales como sales, cales, aditivos sintéticos, cementos, emulsiones, etc. (Pumaricra, 2019; Salinas y Villao, 2019).

Asimismo, diversos estudios enfocados en el uso de cloruro de calcio y cloruro de magnesio encontraron su gran utilidad para la estabilización de suelos, en cuanto al incremento de su resistencia de soporte, además de contribuir a la conservación de la humedad del suelo lo cual evita la formación de polvo en las vías (Chavarry-Vallejos, Figueroa-Merino y Reynaga-Tejada, 2020).

En el Perú, según estudios del Centro de Comercio Exterior (CCEX, 2018) la red vial está conformada por 95 863 km de los cuales sólo el 16 % cuenta con pavimentación, mientras que el 84 % restante se encuentra en condiciones de afirmado o trocha. Estos caminos no pavimentados tienden a deteriorarse a mayor velocidad por el tránsito y los efectos climáticos, por ende se da una pérdida de seguridad e incrementos de operaciones de mantenimiento (Morales y Pailacura, 2019).

En el departamento de Junín de los 1 800.3 km de vía de la red departamental, sólo 791.6 km se encuentran asfaltadas (MTC, 2020); denotándose un gran porcentaje de vías que se encuentran sometidas a condiciones de mayor deterioro,

siendo necesario el planteamiento de medios de conservación o de ser el caso de estabilización.

Tal problemática se presenta en diversas vías de Huancayo, como la calle Alfonso Ugarte que en la actualidad no se encuentra pavimentado, sumándose que el tipo de suelo que lo conforma es arcilloso, que ante los cambios climáticos y el tráfico constante presenta deficiencias superficiales y estructurales; por lo tanto, esta investigación busca comparar la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio en diversos porcentajes y mediante los resultados que se obtenga recomendar el estabilizador más idóneo técnicamente.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

Esta investigación fue realizada con muestras de material extraído de la calle Alfonso Ugarte en el distrito de Huancayo, posteriormente los análisis fueron desarrollados a nivel de laboratorio.

1.2.2. Temporal

Esta investigación se desarrolló durante 12 meses, desde el mes enero hasta diciembre de 2022.

1.2.3. Económica

La investigación ha sido realizada íntegramente con los recursos del investigador, no se recibieron aportes económicos externos.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el resultado de comparar la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante?

1.3.2. Problemas específicos

a) ¿Qué diferencias presenta la consistencia por la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante?

- b) ¿Cómo difiere la compactación por la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante?
- c) ¿Qué diferencias presenta la capacidad de soporte por la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante?

1.4. Justificación

1.4.1. Práctica

La justificación práctica de esta investigación es el de dotar de las debidas características y calidad al suelo arcilloso ubicado en la calle Alfonso Ugarte para servir de subrasante de acuerdo a los requerimientos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014), asegurando así, la calidad de tránsito para todos los usuarios de la vía, y por supuesto garantizar mejores condiciones para la habilitación de un pavimento en el mediano y largo plazo.

1.4.2. Teórica

La justificación teórica de la investigación se fundamenta en la generalización de los resultados obtenidos, es decir, es dable asegurar que el emplear el 2 % de cloruro de calcio se obtendrá mejoras significativas en las propiedades del suelo clasificado como A – 4 (0).

1.4.3. Metodológica

Puesto que en el desarrollo de la presente investigación se aplicaron métodos ya existentes para la determinación de las propiedades del suelo (Normas Técnicas Peruanas y normativas del Manual de ensayo de materiales del MTC), no se cuenta con una justificación metodológica.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Comparar la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar las diferencias de la consistencia por la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante.
- b) Establecer cómo difiere la compactación por la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante.
- c) Determinar qué diferencias presenta la capacidad de soporte por la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Pumaricra (2019) desarrolló la tesis “Cloruro de magnesio como aditivo en el tratamiento de las propiedades físico-mecánicas de la superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas” donde el problema encontrado era las deficientes propiedades físico-mecánicas del suelo que actuaba como superficie de rodadura, por ende, el objetivo que consideraron fue de evaluar si el cloruro de magnesio ($MgCl_2$) influye en las propiedades físico-mecánicas de las superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas. Por ende, consideró material de una cantera que fue mejorada con 0%, 2 %, 4 % y 6 % de cloruro de magnesio en relación al peso de la misma, para continuar con la medición del índice de plasticidad, el óptimo contenido de humedad, la máxima densidad seca y el CBR. Como resultados obtuvo que, el suelo considerado para la muestra correspondió a un A-2-4(0) según la clasificación AASHTO, en el cual, con la adición de cloruro de magnesio, se redujo el índice de plasticidad de 6.82 % a 4.88 %, el óptimo contenido de humedad también se redujo, mientras que la máxima densidad seca se incrementó, sin embargo, el CBR fue disminuyéndose sustancialmente. Por lo tanto, concluyó que el cloruro de magnesio no influye en las mejoras de las propiedades físicas y mecánicas de un material de cantera.

Briones (2018) ejecutó la investigación “Influencia del cloruro de magnesio en comparación con el cloruro de calcio en la estabilización de suelos arcillosos para afirmados” cuyo problema era conocer cuán efectiva era la estabilización de suelos arcillosos para afirmados con el cloruro de magnesio y cloruro de calcio, ante ello, el objetivo fue determinar, entre el 2 % de cloruro de calcio y el 5 % de cloruro de magnesio cuál mejora la capacidad portante del suelo arcilloso para que actúe como afirmado. Es así que, realizó ensayos de Límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, tanto del suelo natural y de aquellos donde adicionó 2 % de cloruro de calcio y 5 % de cloruro magnesio. Como resultados obtuvo que, el suelo en estado natural contaba con un límite líquido de 26 %, límite plástico de 14.01 %, índice de plasticidad de 11.99 %, MDS de 1.90 g/cm³, OCH de 7.19 % y CBR de 31.03 %; mientras que para el suelo con 2 % de cloruro de calcio, el LL pasó a 12 %, el LP a 6.07 %, el IP a 5.93 %, la MDS a 1.92 g/cm³, el OCH a 6.39 % y el CBR a 57.04 %; y el suelo con 5 % de cloruro de magnesio, pasó a contar con un LL de 28 %, LP de 16.64 %, IP de 11.36 %, MDS de 2.05 %, OCH de 6.75 % y CBR de 40.41 %. Por lo tanto, concluyó que, el uso de cloruro de calcio en 2 % mejora en mayor cuantía las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso en relación a lo obtenido para el suelo con cloruro de magnesio en 5 %.

Ponce (2018) realizó la tesis “Uso de cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande - Huancavelica” donde el principal problema de la avenida en mención era las deficientes propiedades del suelo arcilloso que la conformaba, entonces el objetivo fue determinar la influencia del cloruro de calcio en la subrasante en cuanto al CBR. En consecuencia, consideró tres tipos de suelos, tanto arcillosos, granulares y orgánicos, a los cuales añadió 2 %, 4 %, 5 %, 6 % y 8 % en relación del peso del suelo. Como resultados encontró que, el 5 % de cloruro de calcio incrementó el CBR del suelo arcilloso de 11.80 % a 16.50 %, del suelo granular de 22.89 % a 43.01 %, a diferencia que en el suelo orgánico de pasó de 6.12 % a 6.11 %. Por lo tanto, concluyó que el cloruro de calcio no influye en la resistencia del suelo

arcilloso ni orgánico, mientras que en el suelo granular sí, llegando a duplicar su valor de CBR.

2.1.2. Internacionales

Chavarry-Vallejos, Figueroa-Merino y Reynaga-Tejada (2020) realizaron el artículo científico “Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas” donde el problema que encontraron esra conocer en cuánto mejora las propiedades de suelos granulares cuando se emplea cloruro de calcio, entonces el objetivo fue determinar qué mejoras presenta el uso de cloruro de calcio en las propiedades mecánicas del suelo. Por lo cual, realizaron ensayos de CBR, límites de Atterberg, análisis granulométrico, equivalente de arena, sales solubles, Proctor modificado y abrasión Los Ángeles; además de aplicar el cloruro de calcio en 40 % por metro cúbico en 2.5 Km de vía. Como resultados encontró que el CBR del suelo se incrementó en 64.52 %, lo cual es un incremento considerable de la capacidad de soporte en suelos gravosos y arenosos, siendo factible su empleo como estabilizador de afirmados. Concluyó que, el cloruro de calcio mejora la resistencia de soporte del suelo, además que al absorber el agua contribuye a la reducción de emisiones de polvo.

Morales y Pailacura (2019) desarrollaron la tesis “Estudio del comportamiento de una carpeta de rodado estabilizada con cloruro de calcio” cuyo problema era conocer el comportamiento real de una estabilización de suelo con cloruro de calcio durante su puesta en marcha, para lo cual consideraron como objetivo evaluar en campo si el cloruro de calcio mejora el comportamiento mecánico de la vía. Por ello, realizaron un tramo de prueba donde estabilizaron el suelo con cloruro de calcio en 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 % en relación al peso seco del suelo y otro con 6 % de bischofita, para medir la densidad máxima de suelo, la humedad óptima, ángulo de fricción, cohesión y CBR. Como resultados encontraron que, el cloruro de calcio incrementa la densidad máxima, reduce la humedad óptima, incrementa el ángulo de fricción, al igual que la cohesión y el CBR. En consecuencia, concluyeron que el porcentaje idóneo para la estabilización de suelos con cloruro de calcio se encuentra entre 1 % y 1.5 %, tanto técnica y económicamente.

Salinas y Villao (2019) realizaron la investigación “Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la comuna bajadita de Colonche de la parroquia Colonche”, con la finalidad de resolver el problema que reiteradamente se encuentra durante la ejecución de obras, es decir, qué método emplear para mejorar las propiedades de los suelos expansivos, así el objetivo fue comparar diversos métodos de estabilización de suelos y determinar con ello su eficiencia. Para ello, utilizaron 3 %, 5 % y 7 % de cal al igual que cloruro de sodio como estabilizador del suelo, procediendo con la medición del contenido de humedad del suelo, los límites de Atterberg, el peso específico, límites de contracción, granulometría, Proctor modificado y CBR. Los resultados a los que abordaron fueron que el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo se incrementó en mayor cantidad con cloruro de sodio en comparación del óxido de calcio; al igual que el límite de contracción, en cuanto al contenido de humedad añadida encontraron que fue menor con cloruro de sodio y mayor la máxima densidad seca, sin embargo, el CBR obtenido del suelo estabilizado con sal (11.56 %) fue menor al del suelo estabilizado con óxido de calcio (15.98 %). La conclusión de esta investigación es que el 5.53 % de óxido de calcio es el más óptimo por la mejora de las propiedades mecánicas del suelo y la reducción del índice de plasticidad, límites de contracción e índice de expansibilidad.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Cloruro de calcio

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 (Morales y Pailacura, 2019).

2.2.2. Cloruro de magnesio

El cloruro de magnesio es una sal, cuya composición química es $MgCl_2$ incoloro, soluble en agua, muy deliquescente al aire húmedo. Para la construcción suelo-cloruro de magnesio este puede utilizarse como sal o salmuera y debe satisfacer los requerimientos establecidos en Proyecto. El contenido de cloruro de magnesio en la mezcla, generalmente varía entre 50 y 80 kg/m³ de suelo seco a estabilizar. No obstante, la cantidad adecuada de cloruro de magnesio se definirá en función a las características propias de los materiales y a los ensayos de CBR ejecutados mediante la norma ASTM D 1883 y en función a los resultados que se obtengan del tramo de prueba (Briones, 2018).

2.2.3. Suelo arcilloso

Se denomina suelo arcilloso a aquellos terrenos compuestos, en su mayoría, por partículas de arcilla. Un suelo de este tipo está formado por diferentes partículas, algunas de ellas son arena, limo y otros, pero entre ellas la que se encuentra en mayor cantidad es la arcilla; las proporciones de cada componente varían según el suelo, cada suelo arcilloso presenta composiciones diferentes ya que es una formación natural. La manera más eficaz de identificar un tipo de terreno es realizando una prueba o examen que nos brinde los datos exactos de su composición, pero en campo lo más recomendable es realizar una prueba humedeciendo y amasando la tierra (Briones, 2018).

2.2.4. Subrasante

Es aquella porción de suelo que soporta la estructura del pavimento sea rígido o flexible que se extiende a cierta profundidad donde se vea afectada por la carga del tránsito. Asimismo, es asumida como infinita tanto horizontal y verticalmente a comparación de las capas superiores (Coronado, 2002).

2.2.5. Estabilización de suelos

De acuerdo al Manual de carreteras – suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014), la estabilización del suelo es el mejoramiento de

las propiedades físicas y la dotación de resistencia al suelo de características pobres o deficientes mediante procesos mecánicos o incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Los criterios para la selección del tipo de estabilización se establecen según la Figura 1.

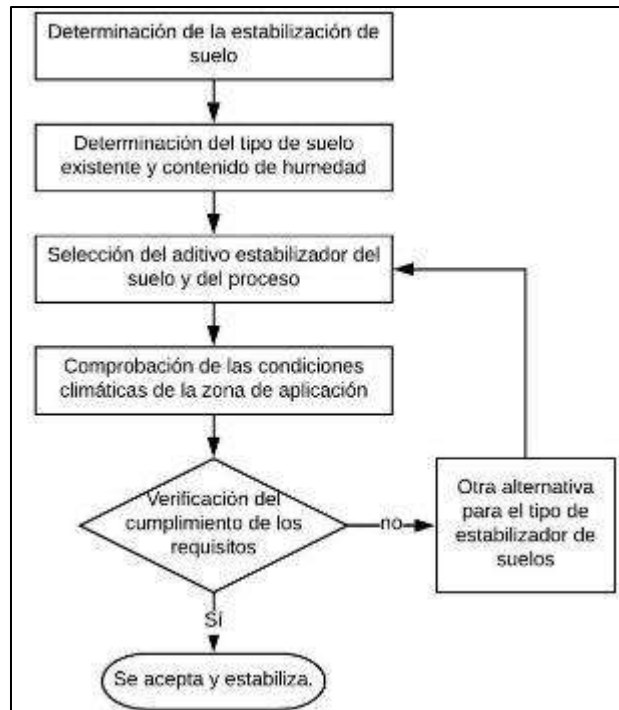


Figura 1. Diagrama de flujo para la selección del estabilizador de suelo.

Fuente: En base al manual de carreteras – suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014).

2.2.6. Límites de consistencia

De acuerdo a Coronado (2002) son obtenidos conforme a las pruebas de límites de Atterberg, siendo:

Límite líquido (LL). – Es aquel estado cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semilíquido.

Límite plástico (LP). – Corresponde a la frontera entre el estado plástico y semisólido del suelo.

Índice de plasticidad (IP). – Es el resultado de la diferencia del límite líquido y el límite plástico.

2.2.7. Compactación del suelo

La compactación del suelo trae consigo el incremento de la densidad del material, haciendo que se incremente su resistencia porque se produce una

mayor unión de las partículas, se disminuye la permeabilidad dificultando el ingreso del agua, reduce su compresibilidad e impide el hundimiento del suelo (López, 2020).

El ensayo para determinar la compactación del suelo es el Proctor modificado que determina la relación de la densidad seca con la humedad, además sirve de referencia para el control de calidad de la misma en obra (López, 2020).

2.2.8. CBR

Corresponde a un ensayo desarrollado por Stanton y Porter en 1929, determina la capacidad soportante del suelo, con el cual es posible medir la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, sub base o base de un pavimento, con condiciones controladas de densidad y humedad (Ulloa, 2011).

Según Manotoa (2016) el índice de CBR es obtenido de la relación de la carga unitaria necesaria que logre cierta profundidad de penetración del pistón en una muestra de suelo respecto a la carga unitaria patrón que se requiere para obtener tal profundidad de penetración en otra muestra de suelo estándar de material triturado, representándose con la siguiente fórmula:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100 \%$$

De acuerdo al Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014), se puede clasificar al suelo de subrasante según el CBR, tal como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1. Categorías de la subrasante de acuerdo al CBR.

Categoría	CBR
S0: subrasante inadecuada	CBR < 3 %
s1: subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3 % a CBR < 6 %
S2: subrasante regular	De CBR ≥ 6 % a CBR < 10 %
S3: subrasante buena	De CBR ≥ 10 % a CBR < 20 %
S4: subrasante muy buena	De CBR ≥ 20 % a CBR < 30 %
S5: sub rasante excelente	CBR ≥ 30 %

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014).

2.3. Marco conceptual

Agregado: Es un material granular de composición mineralógica que puede ser arena, grava, escoria o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños (MTC, 2018).

Arcillas: Compuesto por partículas finas cuyo tamaño granular es menor a 2 μm (0.002 mm), proviene de la alteración física y química de rocas y minerales (MTC, 2018).

Compactación: Proceso manual o mecánico con el cual se reduce el volumen de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros o concretos frescos (MTC, 2018).

Estabilización de suelos: Mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en las superficies de rodadura o capas inferiores de la carretera, y son conocidas como suelo cemento, suelo cal y otros diversos (MTC, 2018).

Límite líquido: Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo (MTC, 2018).

Límite plástico: Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semi-sólido (MTC, 2018).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio presenta mejor comportamiento en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio.

3.2. Hipótesis específicas

- a) La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio presenta mejor consistencia en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio.
- b) La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio presenta mayor grado de compactación en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio.
- c) La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio presenta mayor capacidad de soporte en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X): cloruro de calcio y cloruro de magnesio:
El cloruro de calcio de composición química “CaCl₂” 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

fuerza más común el obtenido en la elaboración de carbonato de sodio mediante procedimientos químicos (Morales y Pailacura, 2019); mientras que, el cloruro de magnesio es una sal, cuya composición química es “ $MgCl_2$ ” incoloro, soluble en agua, muy deliquescente al aire húmedo (Briones, 2018).

Variable dependiente (Y): suelo arcilloso para subrasante: Se denomina suelo arcilloso a aquellos terrenos compuestos, en su mayoría, por partículas de arcilla (Briones, 2018).

3.3.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente (X): cloruro de calcio y cloruro de magnesio: Se utilizaron dosificaciones de 1 %, 1.5 % y 2 % de cloruro de calcio y 5 %, 6 % y 7 % de cloruro de magnesio, ambos respecto al peso seco del suelo.

Variable dependiente (Y): suelo arcilloso para subrasante: Se procedió con la medición de la consistencia (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad), compactación (máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad) y CBR (al 95 % y 100 % de la MDS).

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

El método de investigación corresponde al científico que, para la búsqueda de la verdad sigue un conjunto de pasos sistematizados y ordenados, lo cual permite su replicabilidad.

4.2. Tipo de investigación

La investigación pertenece a un tipo aplicado que, cuya finalidad no recae en refutar teorías, de lo contrario emplearlo para la solución de problemas prácticos.

4.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo a la vez que se compararon los resultados de la estabilización de suelos con cloruro de calcio y cloruro de magnesio en cuanto a la consistencia, compactación y capacidad de soporte.

4.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue el experimental, porque se varió la concentración del cloruro de calcio y cloruro de magnesio en el suelo arcilloso, que fueron comparados con el suelo sin estabilización.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

La población fue el suelo de subrasante de la calle Alfonso Ugarte, en el distrito y provincia de Huancayo del departamento de Junín.

4.5.2. Muestra

La muestra según el tipo de muestreo no probabilístico o intencional, consistió en una calicata en la calle Alfonso Ugarte cuya ubicación se muestra en Tabla 2, con la finalidad de la obtención de material arcilloso de específicas características y realizar así las mediciones de las propiedades sin y con la adición del cloruro de calcio y cloruro de magnesio que se adjunta en la Tabla 3; asimismo, amerita mencionar que el material que se obtuvo correspondió al tipo A – 4 (0), entonces, los resultados de la presente investigación pueden ser aplicados a diversas zonas con ese tipo de suelo, no solo a la calle Alfonso Ugarte.

Tabla 2. Detalle de la ubicación de la calicata.

Descripción	Detalle
Calle	Alfonso Ugarte
Urbanización	Corona del Fraile
Distrito	Huancayo
Provincia	Huancayo
Región	Junín
Coordenadas Este UTM (WGS 84)	479773
Coordenadas Norte UTM (WGS 84)	8668832

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Muestra.

Propiedad	Material convencional	Cloruro de calcio			Cloruro de magnesio		
		1%	1.50%	2%	5%	6%	7%
Granulometría	1						
Límite líquido	1	1	1	1	1	1	1
Límite plástico	1	1	1	1	1	1	1
Máxima densidad seca	1	1	1	1	1	1	1
Óptimo contenido de humedad	1	1	1	1	1	1	1
CBR al 95 % de la MDS	1	1	1	1	1	1	1
CBR al 100 % de la MDS	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas de recolección de datos

Observación directa: Esta técnica fue empleada a lo largo de todo el desarrollo de la investigación, tanto durante la extracción de los materiales del suelo natural y así como también durante la ejecución de los ensayos de laboratorio para la toma de datos de cada uno de ellos.

4.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación, los instrumentos para la recolección de datos relacionados al límite líquido, límite plástico, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR, consistirán en fichas de observación que se encuentran normados por la NTP.

4.7. Técnicas de procedimiento y análisis de datos

El procesamiento de la información obtenida de los registros de los ensayos de laboratorio realizados sobre los siete tipos de materiales analizados fue realizado mediante la elaboración de tablas simples, gráficos de dispersión y gráficos de barras en el programa de Microsoft Excel comparando los cambios ocasionados por los agentes adicionados en el material convencional para las propiedades de consistencia, compactación y capacidad de soporte.

Para el análisis de datos, en primer lugar, se realizó la descripción de las variables por medio de tablas y figuras con soporte de la estadística descriptiva hallando promedios y variaciones porcentuales de cada parámetro respecto a los resultados del material convencional que sirvió de patrón. Seguidamente, se empleó la estadística inferencial para la contrastación de las hipótesis, para lo cual se realizó el análisis de los datos recolectados con los que se procedió a elegir la prueba estadística utilizada determinando la existencia o no de cambios significativos de los materiales modificados respecto al convencional.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

Con el desarrollo de la investigación no se afectado al medio ambiente ni a ninguna población cercana, pues cada uno de los ensayos fueron realizados en laboratorio bajo condiciones controladas.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Descripción de resultados

Se desarrollaron ensayos de laboratorio a fin de determinar las características físicas y mecánicas de cada suelo resultante, partiendo de la elaboración de muestras de material con la adición de cloruro de calcio en porcentajes del 1.0 %, 1.5 % y 2.0 % del peso seco del suelo, cloruro de magnesio en proporciones de 5.0 %, 6.0 % y 7.0 % también de acuerdo al peso seco del material, del cual también se realizaron los ensayos del suelo, pues se buscó tener resultados de referencia para la presente investigación.

De este modo, en la Tabla 4, se presentan los resultados de los ensayos de límites de consistencia, Proctor modificado y CBR para cada una de las muestras.

Tabla 4. Resultados de los ensayos de mecánica de suelos.

Muestras	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Máxima densidad seca (g/cm ³)	Óptimo contenido de humedad (%)	CBR 95 %	CBR 100 %
Material convencional	21.00	15.00	6.00	2.075	9.29	4.80	9.00
Material con 1.0 % de cloruro de calcio	22.00	16.00	6.00	2.098	8.76	7.90	11.40
Material con 1.5 % de cloruro de calcio	20.00	13.00	7.00	2.098	8.79	8.30	14.20
Material con 2.0 % de cloruro de calcio	19.00	12.00	7.00	2.098	8.46	11.00	13.40
Material con 5.0 % de cloruro de magnesio	20.00	15.00	5.00	2.094	7.90	8.90	11.40
Material con 6.0 % de cloruro de magnesio	20.00	16.00	4.00	2.110	6.94	9.10	15.80
Material con 7.0 % de cloruro de magnesio	20.00	16.00	4.00	2.108	6.89	8.50	13.10

5.1.1. Caracterización granulométrica del material convencional

En primera instancia, fue realizado en análisis granulométrico del suelo estudiado, los resultados de este análisis se plasman en la Tabla 5, de donde se destaca la cantidad de material pasante de las mallas de los tamices estandarizados de 1", ¾", ½", 3/8". N° 4, N° 8, N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 80, N° 100 y N° 200 de 100.00 %, 99.74 %, 99.13 %, 97.61 %, 90.65 %, 83.94 %, 79.09 %, 75.99 %, 72.53 %, 69.26 %, 66.07 %, 64.29 %, 61.72 %, 58.31 % y 50.61 % respectivamente.

Tabla 5. Resultados del análisis granulométrico del material convencional.

Tamices	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.000	9.20	0.26	0.26	99.74
½"	12.500	21.20	0.61	0.87	99.13
3/8"	9.500	53.10	1.52	2.39	97.61
N° 4	4.750	243.80	6.97	9.35	90.65
N° 8	2.360	234.80	6.71	16.06	83.94
N° 10	2.000	169.60	4.85	20.91	79.09
N° 16	1.190	108.50	3.10	24.01	75.99
N° 20	0.840	121.20	3.46	27.47	72.53
N° 30	0.600	114.60	3.27	30.74	69.26
N° 40	0.425	111.70	3.19	33.93	66.07
N° 50	0.300	62.20	1.78	35.71	64.29
N° 80	0.177	89.90	2.57	38.28	61.72
N° 100	0.150	119.50	3.41	41.69	58.31
N° 200	0.075	269.30	7.69	49.39	50.61
< N° 200	Fondo	1771.40	50.61	100.00	0.00
Total		3500.00	100.00		

Considerando estos resultados, en la Figura 2 se adjunta la curva granulométrica del material convencional utilizado en la presente investigación.

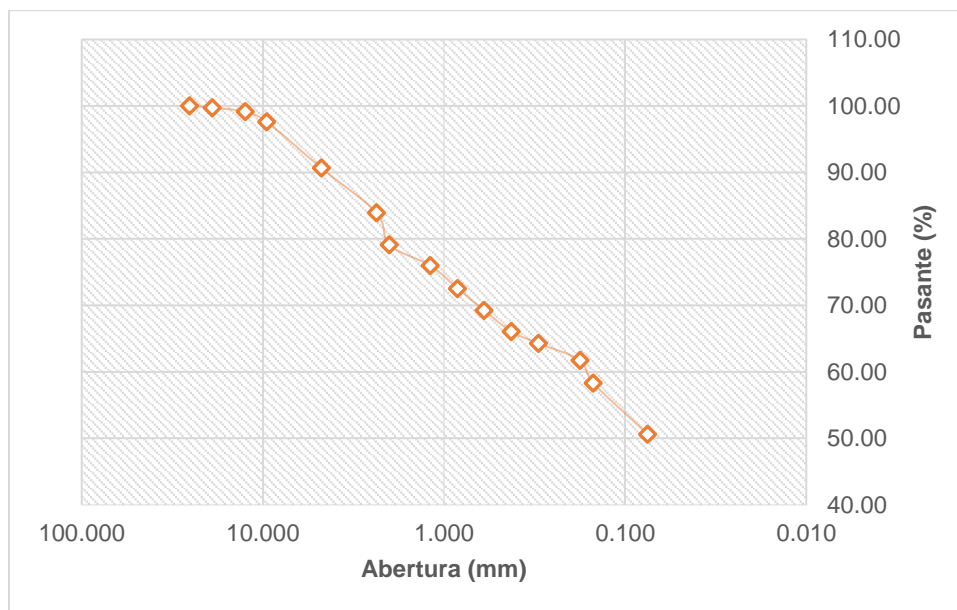


Figura 2. Curva granulométrica del material convencional.

5.1.2. Consistencia de los materiales

En la Tabla 6, se adjunta el límite líquido de cada uno de los materiales de suelo analizados, además también es presentada la variación de esta propiedad respecto a los resultados del material convencional, el cual se usará a manera de patrón como se mencionó anteriormente.

En ese sentido, se puede apreciar que el material convencional tiene un límite líquido de 21 %, el mayor valor de este parámetro le corresponde al material con 1.0 % de cloruro de calcio llegando a 22 % y siendo un 4.76 % al valor del material convencional, así mismo el menor valor es de 19 % correspondiente al material con 2.0 % de cloruro de calcio siendo un 9.52 % menor al material convencional.

Tabla 6. Resultados de límite líquido de los materiales.

Muestras	Límite líquido (%)	Variación (%)
Material convencional	21.0	0.00
Material con 1.0 % de cloruro de calcio	22.0	4.76
Material con 1.5 % de cloruro de calcio	20.0	-4.76
Material con 2.0 % de cloruro de calcio	19.0	-9.52
Material con 5.0 % de cloruro de magnesio	20.0	-4.76
Material con 6.0 % de cloruro de magnesio	20.0	-4.76
Material con 7.0 % de cloruro de magnesio	20.0	-4.76

La Figura 3, representa de forma gráfica el límite líquido de las muestras con cloruro de calcio y su comparación respecto al convencional.

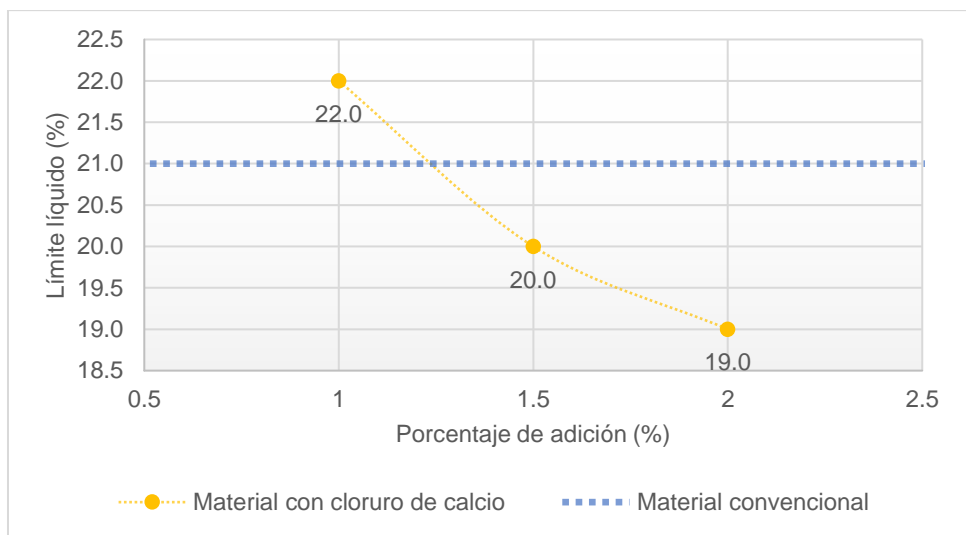


Figura 3. Resultados de límite líquido de materiales con cloruro de calcio.

La Figura 4, muestra esta comparación de resultados, pero de los materiales con cloruro de magnesio, aquí se observa de forma clara la reducción de este parámetro respecto al material convencional, siendo los resultados iguales en los tres casos con 20 %.

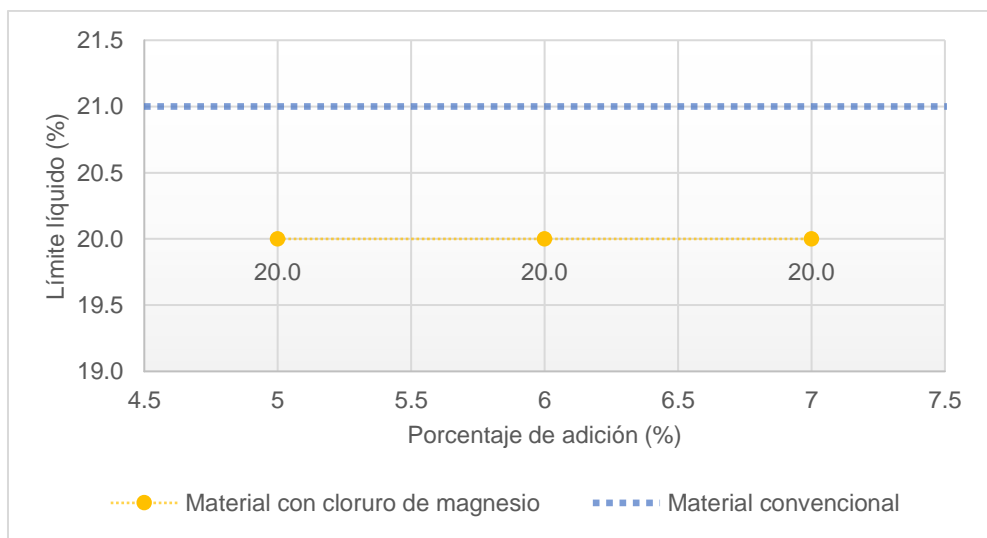


Figura 4. Resultados de límite líquido de materiales con cloruro de magnesio.

Además, se adjunta la Figura 5 donde se tienen consignados los resultados del análisis y su comparación respecto al material convencional y las dosis mínimas y máximas utilizadas de cada compuesto de izquierda a derecha.

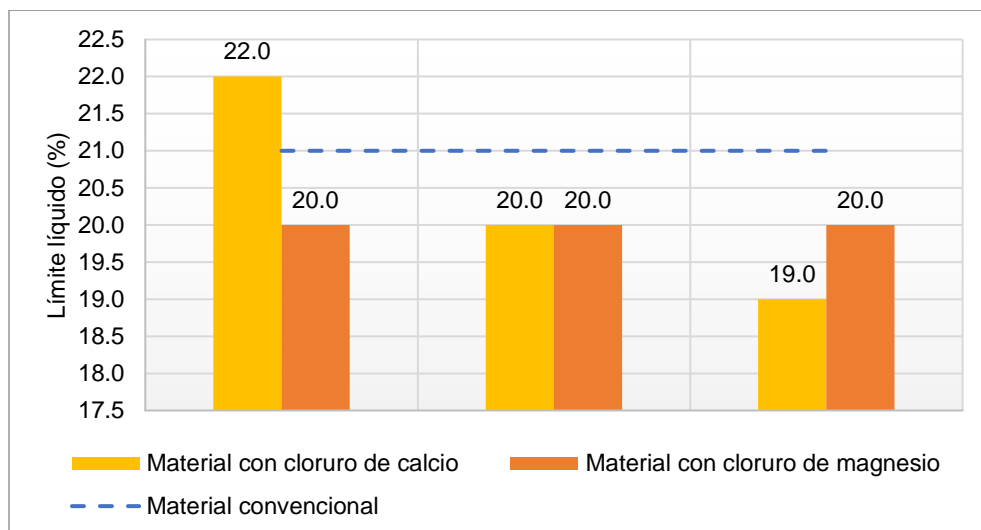


Figura 5. Resultados de límite líquido de los materiales.

En la Tabla 7, se presentan los resultados del límite plástico de todos los materiales analizados en el presente estudio, aquí se aprecian además las variaciones de este parámetro obtenido por cada material modificado respecto al material convencional. El material convencional alcanzó un límite plástico de 15 %, mientras que el mayor valor fue de 16 % correspondiente a los materiales con 1.0 % de cloruro de calcio, 6.0 % de cloruro de magnesio y 7.0 % de cloruro de magnesio, siendo estos un 6.67 % superior al límite plástico del material convencional, por otro lado, el menor valor es de 12 % perteneciente al material con 2.0 % de cloruro de calcio y siendo un 20 % menor al valor obtenido por el material convencional.

Tabla 7. Resultados de límite plástico de los materiales.

Muestras	Límite plástico (%)	Variación (%)
Material convencional	15.0	0.00
Material con 1.0 % de cloruro de calcio	16.0	6.67
Material con 1.5 % de cloruro de calcio	13.0	-13.33
Material con 2.0 % de cloruro de calcio	12.0	-20.00
Material con 5.0 % de cloruro de magnesio	15.0	0.00
Material con 6.0 % de cloruro de magnesio	16.0	6.67
Material con 7.0 % de cloruro de magnesio	16.0	6.67

En base a estos resultados, la Figura 6, adjunta la comparación de los límites plásticos alcanzados por los materiales que tienen la adición de diferentes proporciones de cloruro de calcio, además del material convencional.

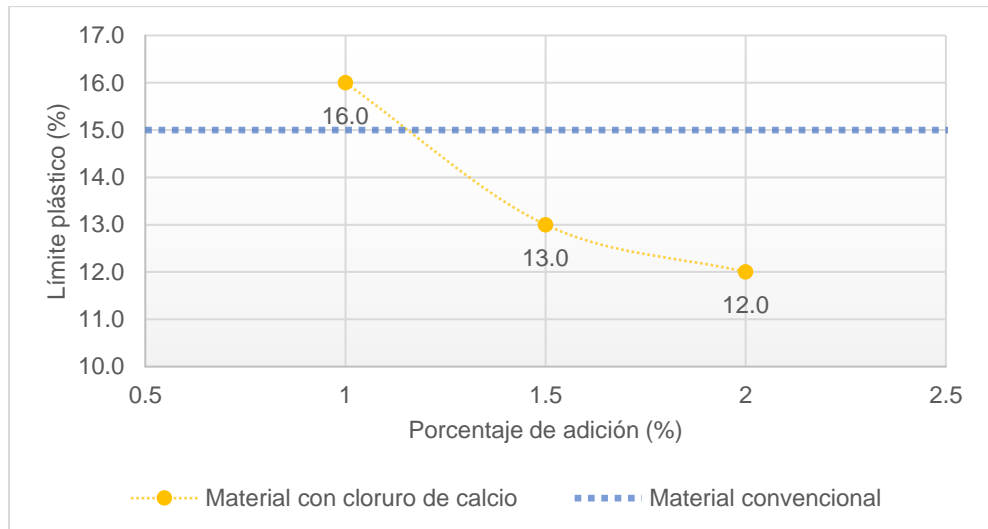


Figura 6. Resultados de límite plástico de materiales con cloruro de calcio.

La Figura 7, muestra la misma comparación, respecto al límite plástico de cada material que contiene la adición de distintos porcentajes de cloruro de magnesio y el material convencional con 15 %.

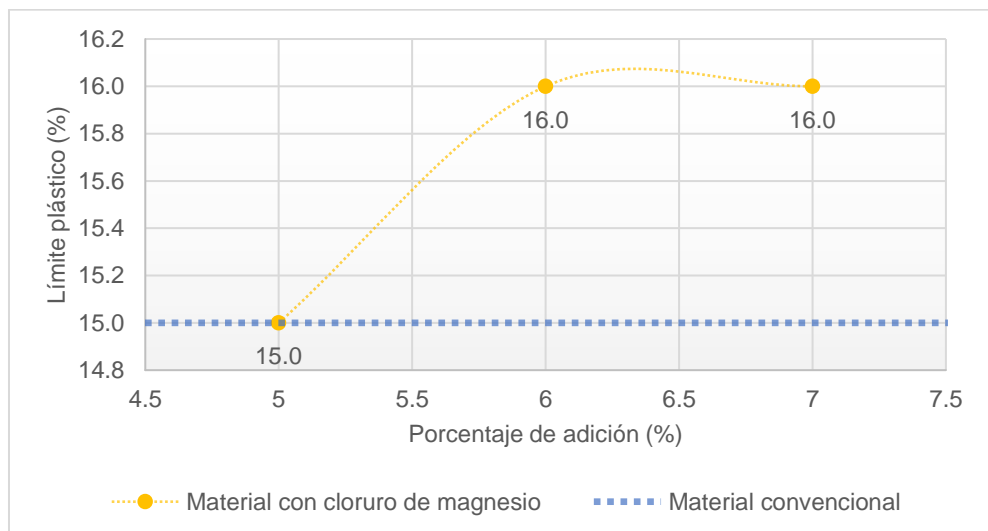


Figura 7. Resultados de límite plástico de materiales con cloruro de magnesio.

La Figura 8, presenta la comparación de todos los materiales tratados con las proporciones de adición de mínima a máxima en cada caso mostradas de izquierda a derecha, y su situación respecto al valor del material convencional, es decir, del material sin ningún tipo de tratamiento.

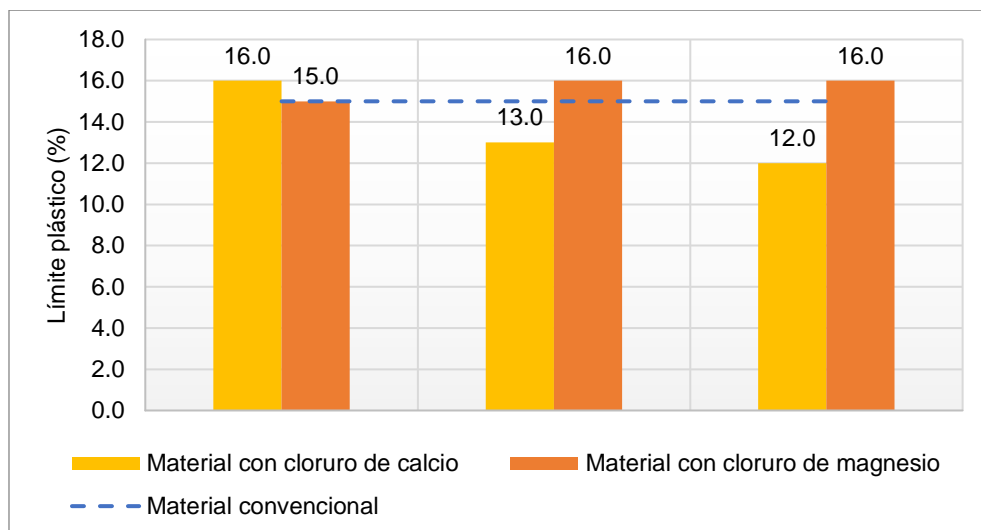


Figura 8. Resultados de límite plástico de los materiales.

Para finalizar con la consistencia de los materiales, en la Tabla 8, se exponen los resultados del índice de plasticidad de cada una de las muestras analizadas. En ese sentido, el material convencional condujo a un índice de plasticidad del 6 %, el cual servirá de patrón para la comparación de los resultados de las muestras modificadas, con esta idea es que destaca el valor mínimo de 4 % obtenidos por los materiales con 6.0 y 7.0 % de cloruro de magnesio añadido, siendo estos un 33.33 % menores al valor obtenido por el material convencional y representando a su vez la mayor variación de este parámetro; sin embargo, el máximo índice alcanzado corresponde a la muestra con 1.5 % y 2.0 % de cloruro de calcio con 7 % de índice de plasticidad, siendo un 16.67 % mayores al valor de la muestra patrón.

Tabla 8. Resultados de índice de plasticidad de los materiales.

Muestras	Índice de plasticidad (%)	Variación (%)
Material convencional	6.0	0.00
Material con 1.0 % de cloruro de calcio	6.0	0.00
Material con 1.5 % de cloruro de calcio	7.0	16.67
Material con 2.0 % de cloruro de calcio	7.0	16.67
Material con 5.0 % de cloruro de magnesio	5.0	-16.67
Material con 6.0 % de cloruro de magnesio	4.0	-33.33
Material con 7.0 % de cloruro de magnesio	4.0	-33.33

Del mismo modo, la Figura 9, presenta los resultados del índice de plasticidad de los materiales de forma gráfica, comparando el comportamiento de este parámetro en concordancia con las distintas

proporciones de cloruro de calcio añadido, además de mostrar la diferencia de estos respecto al material convencional.

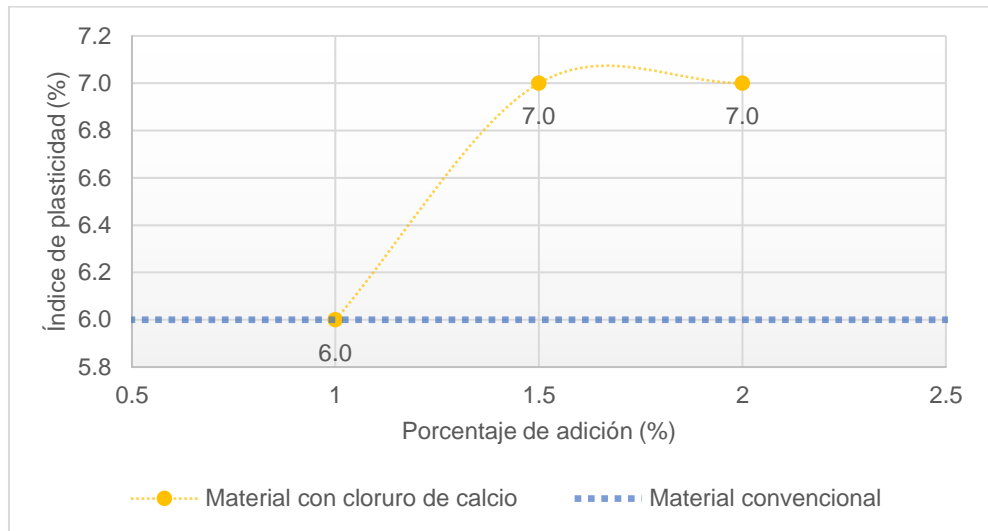


Figura 9. Resultados de índice de plasticidad de materiales con cloruro de calcio.

La Figura 10, presenta la comparación de esta propiedad de las muestras modificadas con la adición de cloruro de magnesio.

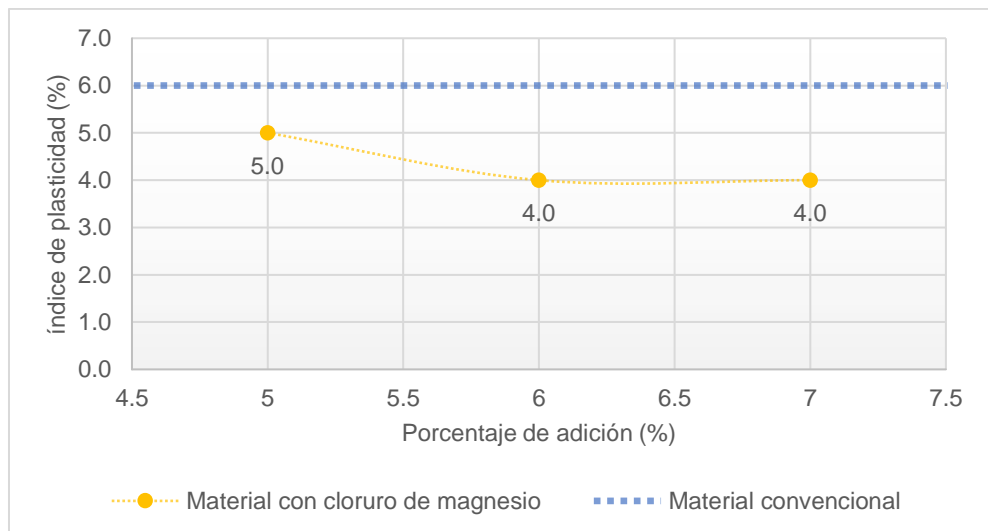


Figura 10. Resultados de índice de plasticidad de materiales con cloruro de magnesio.

Por último, la Figura 11 presenta la comparación del índice de plasticidad de los materiales modificados con el material convencional, con las distintas dosificaciones usadas ordenadas de izquierda a derecha de menor a mayor porcentaje de adición.

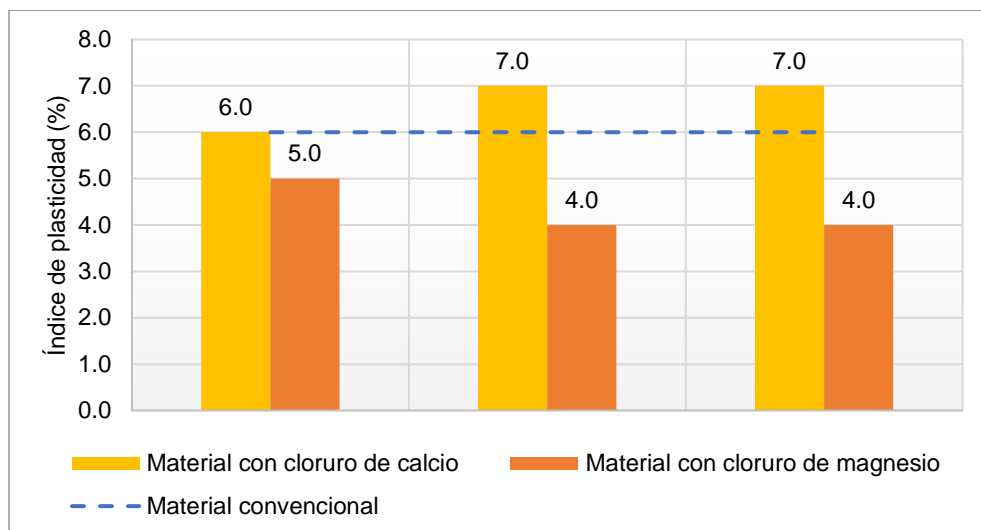


Figura 11. Resultados de índice de plasticidad de los materiales.

5.1.3. Grado de compactación de los materiales

Para la determinación del grado de compactación de los materiales, fue realizado en el laboratorio el ensayo de Proctor modificado. De este ensayo fueron obtenidos los resultados de la máxima densidad seca (MDS) expresada en gramos sobre centímetro cúbico y los resultados del óptimo contenido de humedad (OCH) expresado en porcentaje.

La Tabla 9, presenta los resultados de la máxima densidad seca de todos los materiales ensayados, además de la variación que tienen en este parámetro los materiales modificados respecto al material convencional. Aquí se muestra una máxima densidad seca de 2.075 g/cm^3 correspondiente al material convencional siendo a la vez el menor valor de este parámetro de entre todas las muestras, mientras que el mayor valor fue de 2.110 g/cm^3 perteneciente al material con 6.0 % de cloruro de magnesio, siendo así un 1.69 % mayor a la MDS del material convencional.

Tabla 9. Resultados de máxima densidad seca de los materiales.

Muestras	Máxima densidad seca (g/cm^3)	Variación (%)
Material convencional	2.075	0.00
Material con 1.0 % de cloruro de calcio	2.098	1.11
Material con 1.5 % de cloruro de calcio	2.098	1.11
Material con 2.0 % de cloruro de calcio	2.098	1.11
Material con 5.0 % de cloruro de magnesio	2.094	0.92
Material con 6.0 % de cloruro de magnesio	2.110	1.69
Material con 7.0 % de cloruro de magnesio	2.108	1.59

La Figura 12, presenta los resultados de la máxima densidad seca pertenecientes a los materiales con la adición de cloruro de calcio comparándolos a su vez con el material convencional, en ese sentido se puede apreciar la alta similitud de este parámetro al añadir cloruro de calcio al terreno, siendo también superiores a lo obtenido por la muestra patrón.

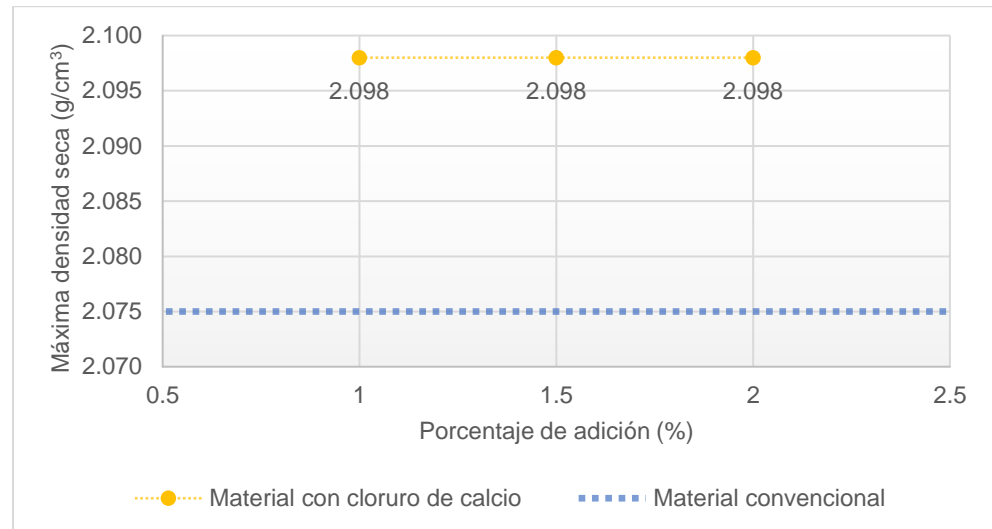


Figura 12. Resultados de máxima densidad seca de materiales con cloruro de calcio.

En la misma línea, la Figura 13 contiene esta comparación gráfica realizada con los muestras modificadas a partir de la integración de cloruro de magnesio en el suelo. Aquí se evidencia la diferencia de los valores conseguida por las diferentes dosis usadas y su comparación con el valor obtenido por el material convencional, siendo inferior.

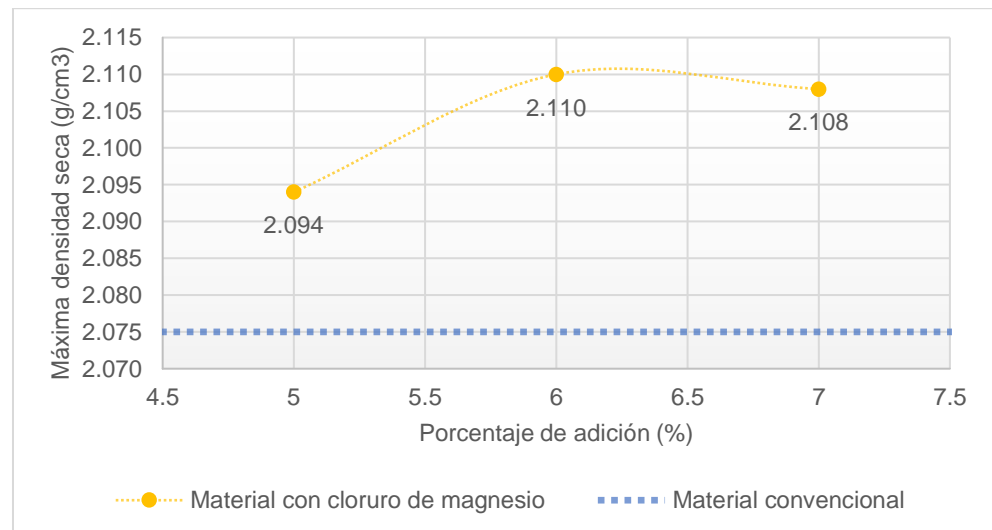


Figura 13. Resultados de máxima densidad seca de materiales con cloruro de magnesio.

La Figura 14, presenta la comparación de los valores obtenidos de la máxima densidad seca, con los dosis de menor a mayor yendo de izquierda a derecha, además del valor obtenido por el material convencional, evidenciando la tendencia a generar materiales más densos al realizar el tratamiento con estos tipos de cloruros.

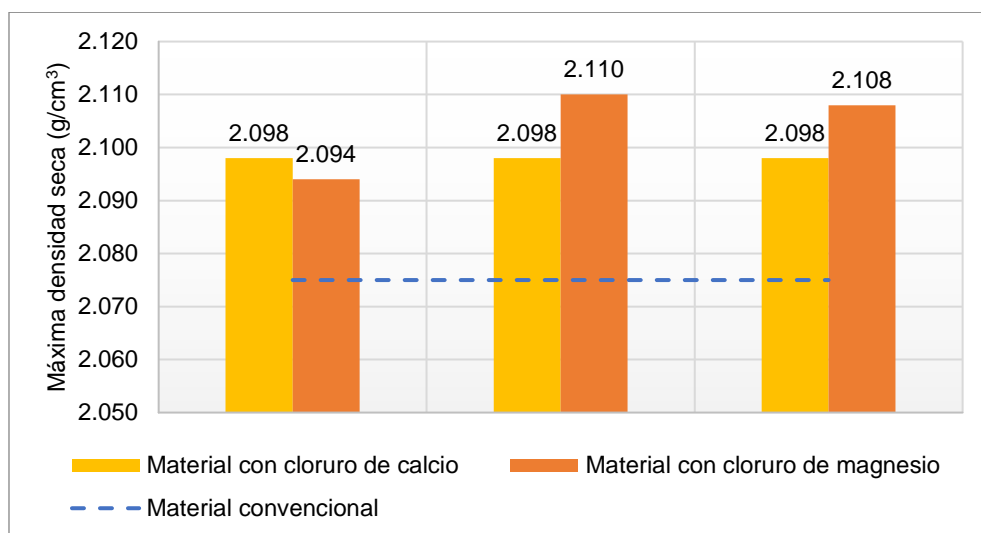


Figura 14. Resultados de máxima densidad seca de los materiales.

También se presentan los resultados del óptimo contenido de humedad, expresados en la Tabla 10, considerando también la variación de esta propiedad de los materiales de suelo respecto a la medición registrada para el material convencional, el cual presenta un OCH de 9.29 %, siendo además el mayor valor de este parámetro obtenido para todas las muestras extraídas, mientras que el valor mínimo le pertenece al material con 7.0 % de cloruro de magnesio siendo de 6.89 %, es decir un 25.83 % menor al del material convencional.

Tabla 10. Resultados de óptimo contenido de humedad de los materiales.

Muestras	Óptimo contenido de humedad (%)	Variación (%)
Material convencional	9.29	0.00
Material con 1.0 % de cloruro de calcio	8.76	-5.71
Material con 1.5 % de cloruro de calcio	8.79	-5.38
Material con 2.0 % de cloruro de calcio	8.46	-8.93
Material con 5.0 % de cloruro de magnesio	7.90	-14.96
Material con 6.0 % de cloruro de magnesio	6.94	-25.30
Material con 7.0 % de cloruro de magnesio	6.89	-25.83

En base a estos resultados, la Figura 15, presenta la comparación gráfica de los óptimos contenidos de humedad del material convencional y los

materiales modificados con la adición de cloruro de calcio. De esto modo, se evidencia la reducción de este parámetro respecto a la muestra patrón, y su tendencia a reducirse aún más a medida que aumenta la cantidad de cloruro de calcio en el suelo.

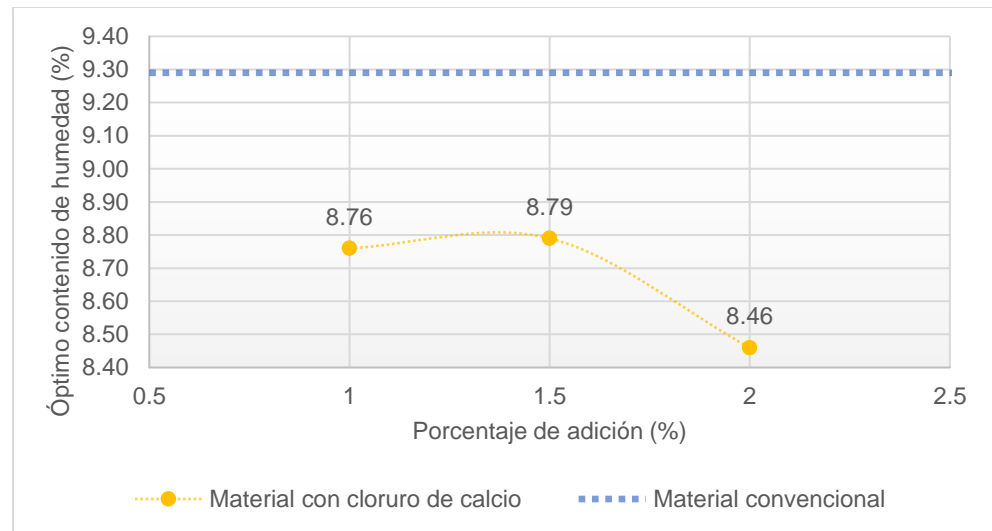


Figura 15. Resultados de óptimo contenido de humedad de materiales con cloruro de calcio.

La Figura 16, presenta también la comparación de esta propiedad para la compactación del material, en este caso la comparación se da con el valor del material convencional y los materiales tratados con las distintas proporciones del cloruro de magnesio, siendo también menores al patrón.

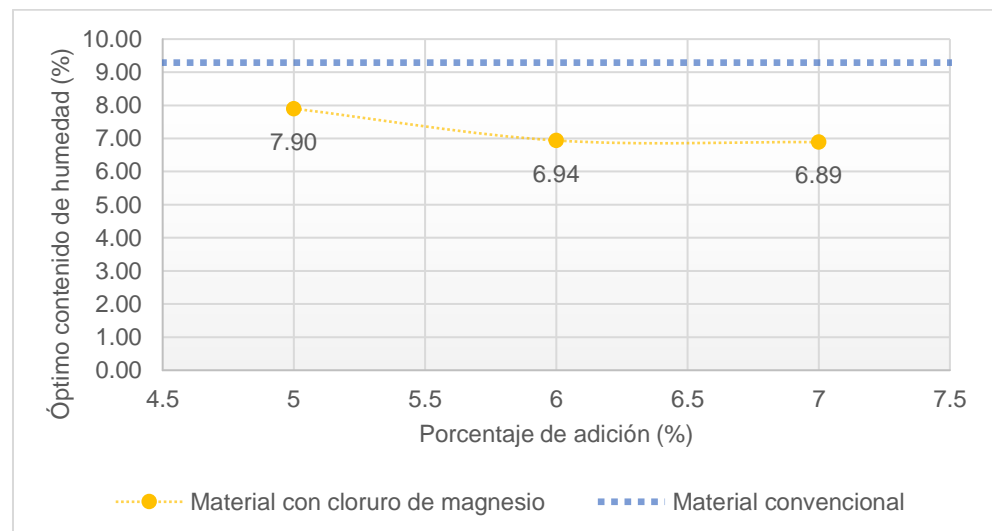


Figura 16. Resultados de óptimo contenido de humedad de materiales con cloruro de magnesio.

Para concluir con los resultados para la determinación del grado de compactación de los materiales, la Figura 17, contiene la comparación de todas las muestras evaluadas, considerando las dosis de ambos cloruros de

menor a mayor yendo de izquierda a derecha, tal como se viene realizando a lo largo de la presente investigación.

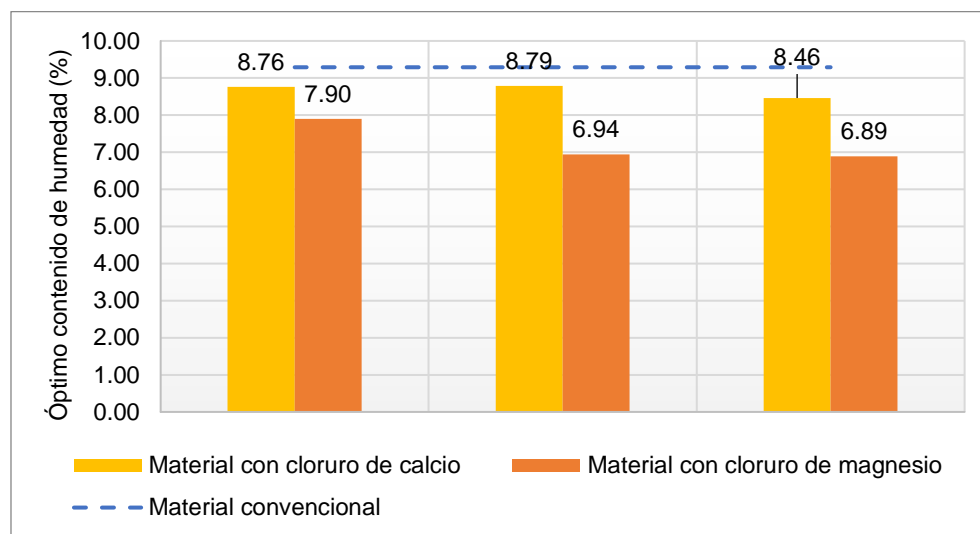


Figura 17. Resultados de óptimo contenido de humedad de los materiales.

5.1.4. Capacidad de soporte de los materiales

A continuación, se presenta los resultados de los ensayos de soporte de los materiales estudiados en la presente investigación, estos fueron hallados mediante ensayos CBR desarrollados tanto al 95 % como al 100 % de la máxima densidad seca.

La Tabla 11, presenta los resultados del ensayo CBR al 95 %. Aquí se consignan los resultados de las muestras alteradas y convencional, mostrando también la variación obtenida de este parámetro respecto al CBR del material convencional; destaca el valor del material convencional con un CBR de 4.80, siendo el menor de todos, en contraposición se encuentra el CBR obtenido por el material con 2.0 % de cloruro de calcio siendo de 11.00 %, es decir, un 129.17 % mayor al valor del material convencional.

Tabla 11. Resultados de CBR al 95 % de la MDS de los materiales.

Muestras	CBR 95 %	Variación (%)
Material convencional	4.80	0.00
Material con 1.0 % de cloruro de calcio	7.90	64.58
Material con 1.5 % de cloruro de calcio	8.30	72.92
Material con 2.0 % de cloruro de calcio	11.00	129.17
Material con 5.0 % de cloruro de magnesio	8.90	85.42
Material con 6.0 % de cloruro de magnesio	9.10	89.58
Material con 7.0 % de cloruro de magnesio	8.50	77.08

La Figura 18, presenta la comparación del CBR al 95 % de la MDS de todos los materiales evaluados incluyendo el valor obtenido por la muestra patrón. De este modo, es sencillo apreciar el aumento que tiene el valor de este parámetro, ante mayores aumentos de la cantidad de cloruro de calcio presente en los materiales del suelo.

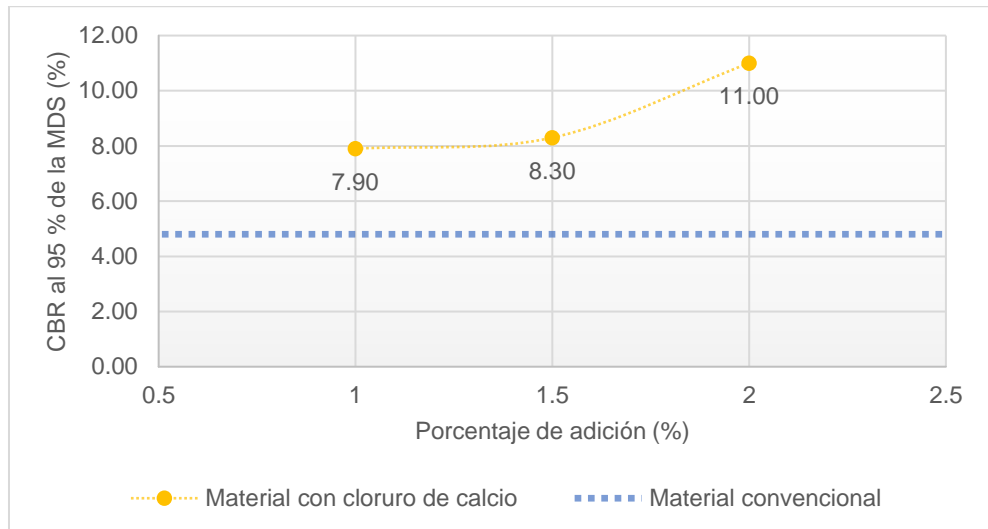


Figura 18. Resultados de CBR al 95 % de la MDS de materiales con cloruro de calcio.

Por otro lado, la Figura 19 adjunta la comparación gráfica de los resultados de CBR referidos a los materiales modificados con la adición de cloruro de magnesio, incluyendo al material sin ningún tipo de modificación, aquí se aprecian cambios de este parámetro respecto al patrón, sin embargo, con una dosis de 7.0 % de cloruro de magnesio se ve una ligera reducción del CBR en comparación de dosis menores.

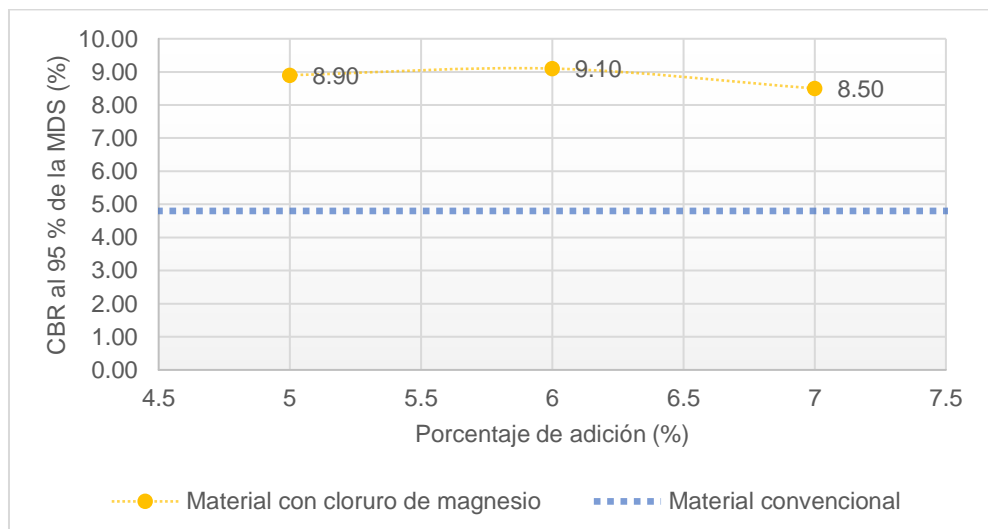


Figura 19. Resultados de CBR al 95 % de la MDS de materiales con cloruro de magnesio.

Así mismo, se detalla en la Figura 20, la comparación de los resultados obtenidos de la prueba CBR al 95 % de la MDS para todos los materiales evaluados, consignando los valores obtenidos por cada material ubicados de acuerdo a las dosis del material de menor a mayor a partir de la izquierda, además del valor obtenido por el material sin mejoramiento.

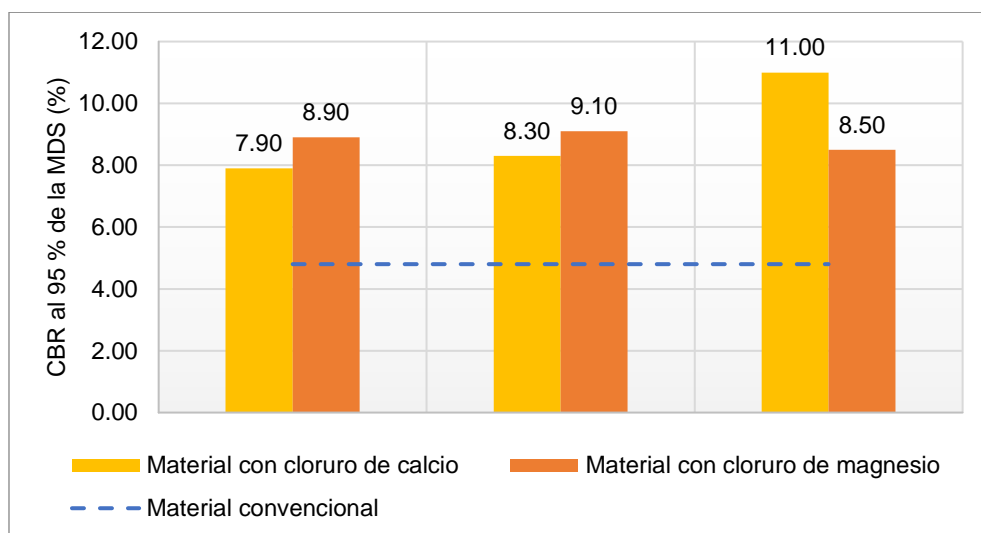


Figura 20. Resultados de CBR al 95 % de la MDS de los materiales.

En la Tabla 12, se presentan los resultados de los ensayos de CBR al 100 % de la MDS de todos los materiales evaluados, además de la variación de esta propiedad obtenida en comparación con el valor obtenido por el material convencional. De este modo, se resalta el CBR del material convencional de 9.00 %, siendo el menor valor de entre todos los materiales analizados, por otro lado, el mayor valor le corresponde al material con 6.0 % de cloruro de magnesio, siendo de 15.80 %, es decir un 75.56 % mayor al valor del CBR del material convencional.

Tabla 12. Resultados de CBR al 100 % de la MDS de los materiales.

Muestras	CBR 100 %	Variación (%)
Material convencional	9.00	0.00
Material con 1.0 % de cloruro de calcio	11.40	26.67
Material con 1.5 % de cloruro de calcio	14.20	57.78
Material con 2.0 % de cloruro de calcio	13.40	48.89
Material con 5.0 % de cloruro de magnesio	11.40	26.67
Material con 6.0 % de cloruro de magnesio	15.80	75.56
Material con 7.0 % de cloruro de magnesio	13.10	45.56

La Figura 21, representa de forma gráfica la comparación del CBR al 100 % de la MDS de los materiales modificados con cloruro de calcio, incluyendo

al material convencional, evidenciando el mejor resultado obtenido por el aumento del 1.5 % de cloruro de calcio al suelo.

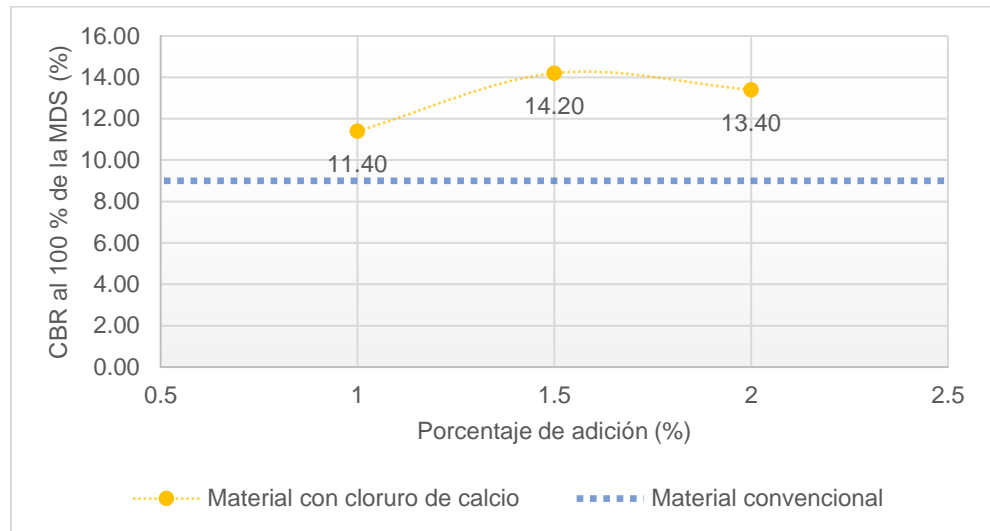


Figura 21. Resultados de CBR al 100 % de la MDS de materiales con cloruro de calcio.

También se adjunta la Figura 22, donde se presentan las comparaciones del CBR al 100 % de los materiales con cloruro de magnesio y el convencional, donde también es evidente la mejora conseguida en este parámetro, especialmente con la adición del 6.0 % de cloruro de magnesio.

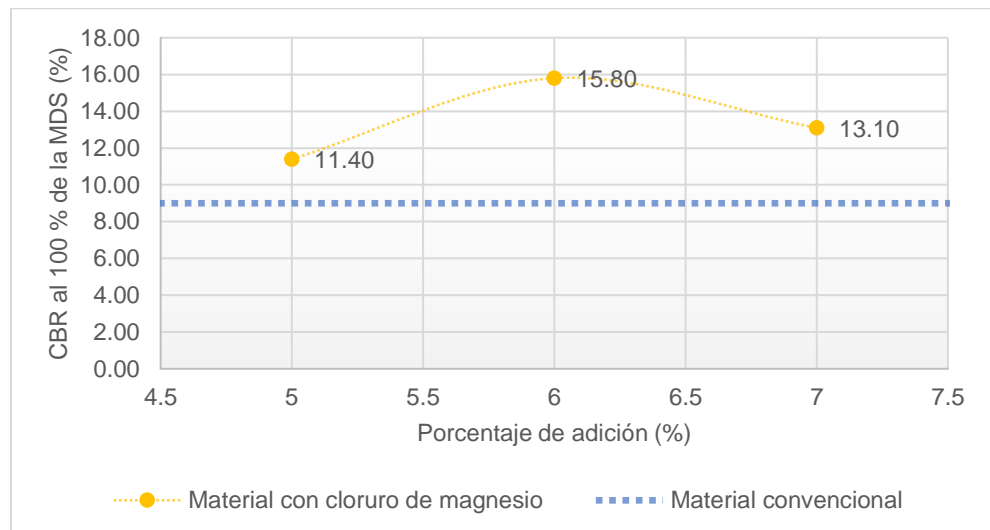


Figura 22. Resultados de CBR al 100 % de la MDS de materiales con cloruro de magnesio.

Finalmente, en la Figura 23 se presentan los resultados del CBR al 100 % del CBR de todos los materiales evaluados en comparación con el material extraído del suelo sin modificación. Estos valores se encuentran ubicados de izquierda a derecha de acuerdo a la cantidad de cloruro de cada tipo utilizado

en los materiales, siendo los izquierdos los resultados de menor proporción y los de la derecha los de mayor proporción.

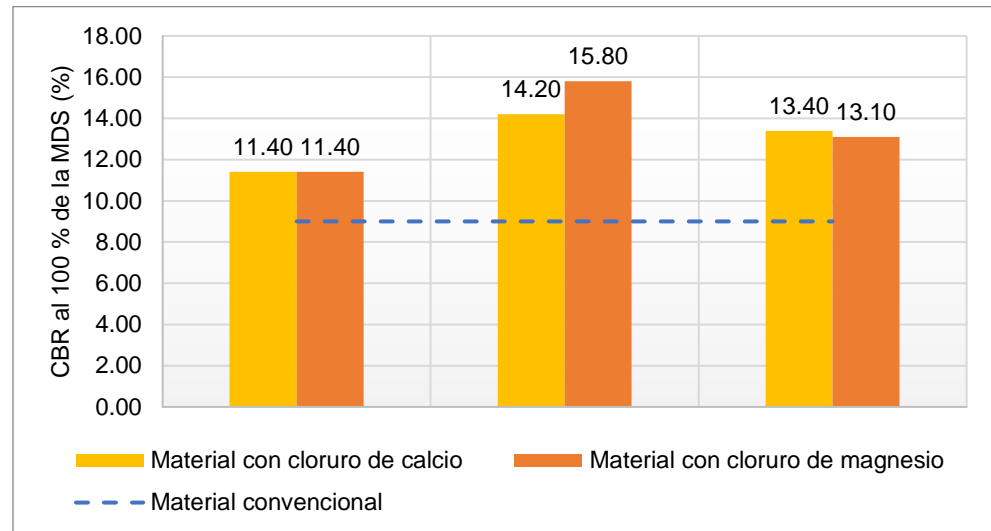


Figura 23. Resultados de CBR al 100 % de la MDS de los materiales.

5.2. Contratación de hipótesis

A fin de realizar la contrastación de hipótesis, fueron realizadas pruebas estadísticas Kruskal-Wallis de muestras independientes, sobre todos los registros obtenidos de los diferentes ensayos practicados sobre los diferentes materiales evaluados en esta investigación. En ese sentido se verificará cada una de las hipótesis específicas a continuación.

5.2.1. Hipótesis específica “a”

Planteadas las hipótesis:

H_i : La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio presenta mejor consistencia en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio.

H_0 : La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio no presenta mejor consistencia en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio.

Se desarrolló el análisis estadístico mediante la prueba Kruskal-Wallis para muestras independientes, la cual permite evaluar realizar la comparación de los materiales con diferentes modificaciones en comparación del material convencional.

De esta forma, en la Tabla 13, se presentan los resultados de esta prueba sobre los datos resultados de los ensayos del límite líquido. Aquí se observa una significancia de 0.00, por lo que siendo menor a 0.05 indica la existencia cambios significativos entre los distintos materiales evaluados, en ese sentido, para reconocer las dosificaciones y materiales que propician este cambio más adelante se adjuntan los resultados de la comparación de grupos.

Tabla 13. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “a” – Límite líquido.

Parámetro	Valor
N total	21
Estadístico de prueba	20.00 ^a
Grado de libertad	6
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.00

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

La Tabla 14, presenta los resultados de la prueba estadística desarrollados con los datos del límite plástico de todas las muestras, mostrando así una significancia del 0.00 %, por lo que al ser menor al 5.00 % indica una fuerte relación entre la modificación del suelo natural y el cambio de este parámetro. A fin de determinar las dosis y materiales que realizan este cambio en los suelos, se realizarán las comparaciones de los materiales respecto al material convencional.

Tabla 14. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “a” – Límite plástico.

Parámetro	Valor
N total	21
Estadístico de prueba	20.00 ^a
Grado de libertad	6
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.00

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

También se tiene la Tabla 15, con los resultados del análisis estadístico realizado sobre los datos del índice de plasticidad de cada una de las muestras estudiadas en la presente investigación. Del mismo modo que con las otras pruebas, aquí se obtuvo un nivel de significancia de 0.00, lo que vuelve a indicar que los tratamientos sobre el suelo natural si tienen incidencia en el

índice de plasticidad, de igual forma más adelante se adjunta la comparación de grupos respectiva.

Tabla 15. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “a” – Índice de plasticidad

Parámetro	Valor
N total	21
Estadístico de prueba	20.00 ^a
Grado de libertad	6
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.00

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Tal como se adelantó, en la Tabla 16 se adjunta la comparación de grupos del límite líquido de cada material modificado respecto al patrón. Aquí se evidencia que tan solo la adición del 2.0 % de cloruro de calcio tiene influencia en la variación del parámetro evaluado.

Tabla 16. Comparación de grupos para la prueba específica “a” – Límite líquido.

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
Material con 2.0 % de cloruro de calcio-Material convencional	15.00	4.55	3.30	0.00	0.02
Material con 1.5 % de cloruro de calcio-Material convencional	7.50	4.55	1.65	0.10	1.00
Material con 5.0 % de cloruro de magnesio-Material convencional	7.50	4.55	1.65	0.10	1.00
Material con 6.0 % de cloruro de magnesio-Material convencional	7.50	4.55	1.65	0.10	1.00
Material con 7.0 % de cloruro de magnesio-Material convencional	7.50	4.55	1.65	0.10	1.00
Material convencional-Material con 1.0 % de cloruro de calcio	-3.00	4.55	-0.66	0.51	1.00

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

A continuación, la Tabla 17 presenta la comparación de grupos para los ensayos del límite plástico de todas las muestras alteradas respecto al patrón,

a diferencia de la comparación de grupos del límite líquido, aquí se evidencia que no hay diferencias significativas entre ningún grupo con el material convencional, es otras palabras, las diferencias halladas por el análisis Kruskal-Wallis son dadas entre materiales modificados.

Tabla 17. Comparación de grupos para la prueba específica “a” – Límite plástico.

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
Material con 2.0 % de cloruro de calcio-Material convencional	7.50	4.79	1.57	0.12	1.00
Material con 1.5 % de cloruro de calcio-Material convencional	4.50	4.79	0.94	0.35	1.00
Material convencional-Material con 5.0 % de cloruro de magnesio	0.00	4.79	0.00	1.00	1.00
Material convencional-Material con 1.0 % de cloruro de calcio	-7.50	4.79	-1.57	0.12	1.00
Material convencional-Material con 6.0 % de cloruro de magnesio	-7.50	4.79	-1.57	0.12	1.00
Material convencional-Material con 7.0 % de cloruro de magnesio	-7.50	4.79	-1.57	0.12	1.00

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

La Tabla 18, muestra la comparación de grupos de los datos del índice de plasticidad de las muestras con la adición de los compuestos de cloruro de calcio o magnesio, respecto al valor correspondiente a la muestra convencional. Al igual que con la comparación de grupos del límite plástico, fueron obtenidas significancias mayores al 5 %, por lo que no hay diferencias significativas entre el índice obtenido por las muestras alteradas y la convencional, lo que significa que la diferencia hallada por la prueba Kruskal-Wallis fue entre muestras alteradas.

Tabla 18. Comparación de grupos para la prueba específica “a” – Índice de plasticidad.

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
Material con 6.0 % de cloruro de magnesio- Material convencional	9.00	4.88	1.84	0.07	1.00
Material con 7.0 % de cloruro de magnesio- Material convencional	9.00	4.88	1.84	0.07	1.00
Material con 5.0 % de cloruro de magnesio- Material convencional	4.50	4.88	0.92	0.36	1.00
Material convencional- Material con 1.0 % de cloruro de calcio	0.00	4.88	0.00	1.00	1.00
Material convencional- Material con 1.5 % de cloruro de calcio	-6.00	4.88	-1.23	0.22	1.00
Material convencional- Material con 2.0 % de cloruro de calcio	-6.00	4.88	-1.23	0.22	1.00

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

A partir de los datos obtenidos es que se rechaza la hipótesis alterna H_i y se acepta la hipótesis nula H_0 que dice: La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio no presenta mejor consistencia en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio. Pues a pesar de existir cambios significativos del límite líquido del material convencional al añadirle un 2.0 % de cloruro de calcio, este cambio no se traduce en mejoras en la consistencia en las demás propiedades evaluadas en esta sección.

5.2.2. Hipótesis específica “b”

Planteadas las hipótesis:

H_i : La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio presenta mayor grado de compactación en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio.

H₀: La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio no presenta mayor grado de compactación en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio.

Fue realizado el análisis estadístico mediante la prueba Kruskal-Wallis para muestras independientes, evaluando los resultados obtenidos por las muestras modificadas y sus diferencias con la muestra convencional.

La Tabla 19, tiene los resultados del análisis estadístico de los datos de la máxima densidad seca de todas las muestras estudiadas, dando a conocer que con una significancia de 0.00, existen cambios de este parámetro entre los grupos.

Tabla 19. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “b” – Máxima densidad seca.

Parámetro	Valor
N total	21
Estadístico de prueba	20.00 ^a
Grado de libertad	6
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.00

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

En la Tabla 20, se presentan los resultados del análisis de la prueba Kruskal-Wallis sobre los registros del óptimo contenido de humedad de los materiales alterados y del material convencional. Aquí fue hallada una significancia de 0.00, lo que se traduce en la confirmación de que hay diferencias de esta propiedad entre las muestras ensayadas.

Tabla 20. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “b” – Óptimo contenido de humedad.

Parámetro	Valor
N total	21
Estadístico de prueba	20.00 ^a
Grado de libertad	6
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.00

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

La Tabla 21, expone la comparación de grupos de los materiales de acuerdo a su máxima densidad seca obtenida a partir del ensayo de Proctor

modificado. En este caso, fueron obtenidos dos materiales con diferencias significativas respecto al patrón con niveles de significancia inferiores al 5 %, siendo estos los materiales con la adición de cloruro de magnesio en 6.0 % y 7.0 %.

Tabla 21. Comparación de grupos para la prueba específica “b” – Máxima densidad seca.

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
Material convencional- Material con 5.0 % de cloruro de magnesio	-3.00	4.84	-0.62	0.54	1.00
Material convencional- Material con 1.0 % de cloruro de calcio	-9.00	4.84	-1.86	0.06	1.00
Material convencional- Material con 1.5 % de cloruro de calcio	-9.00	4.84	-1.86	0.06	1.00
Material convencional- Material con 2.0 % de cloruro de calcio	-9.00	4.84	-1.86	0.06	1.00
Material convencional- Material con 7.0 % de cloruro de magnesio	-15.00	4.84	-3.10	0.00	0.04
Material convencional- Material con 6.0 % de cloruro de magnesio	-18.00	4.84	-3.72	0.00	0.00

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Así mismo, la Tabla 22 adjunta la comparación de grupos de los materiales modificados respecto al material convencional según su óptimo contenido de humedad. Esta tabla destaca a los materiales modificados con el cloruro de magnesio, pues en todos los casos obtuvieron significancias menores al 5.00 %, por lo que se posible afirmar que la adición del cloruro de magnesio al suelo propicia un cambio significativo en el óptimo contenido de humedad.

Tabla 22. Comparación de grupos para la prueba específica “b” – Óptimo contenido de humedad.

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
Material con 7.0 % de cloruro de magnesio- Material convencional	18.00	5.02	3.59	0.00	0.01

Material con 6.0 % de cloruro de magnesio-Material convencional	15.00	5.02	2.99	0.00	0.06
Material con 5.0 % de cloruro de magnesio-Material convencional	12.00	5.02	2.39	0.02	0.35
Material con 2.0 % de cloruro de calcio-Material convencional	9.00	5.02	1.79	0.07	1.00
Material con 1.0 % de cloruro de calcio-Material convencional	6.00	5.02	1.20	0.23	1.00
Material con 1.5 % de cloruro de calcio-Material convencional	3.00	5.02	0.60	0.55	1.00

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.
a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En consecuencia, se procede a rechazar la hipótesis alterna H_i y acepta la hipótesis nula que menciona: La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio no presenta mayor grado de compactación en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio. Debido a que el compuesto que propicia mayores grados de compactación en las muestras de suelo extraídas es en realidad el de cloruro de magnesio, tal como se comprobó en la Tabla 9 y la Tabla 22.

5.2.3. Hipótesis específica “c”

Planteadas las hipótesis:

H_i : La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio presenta mayor capacidad de soporte en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio.

H_0 : La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio no presenta mayor capacidad de soporte en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio.

Es que se vio por conveniente realizar el análisis estadístico mediante la prueba Kruskal-Wallis para muestras independientes, para los resultados de las pruebas a las propiedades mecánicas de CBR tanto al 95 como al 100 % de la máxima densidad seca, de todos los materiales estudiados, a fin de

reconocer los la existencia o carencia de cambios en la capacidad de soporte de los suelos a partir de la adición de los cloruros estudiados en la presente investigación.

La Tabla 23, contiene el resumen de resultados de la prueba estadística de los registros de CBR al 95 % de todos los materiales evaluados. En ese sentido, se aprecia un nivel de significancia de 0.00, que al ser menor a 0.05, se traduce en la existencia de diferencias significativas entre los grupos evaluados.

Tabla 23. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “c” – CBR 95 %.

Parámetro	Valor
N total	21
Estadístico de prueba	20.00 ^a
Grado de libertad	6
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.00

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Por su parte, la Tabla 24 expone el resumen de resultados de la prueba Kruskal-Wallis, sobre los datos obtenidos del CBR al 100 % de todos los materiales modificados e incluido el material convencional. Es así que, la prueba da a conocer una significancia también de 0.00, por lo que se determina, que existen diferencias significativas entre los valores de este parámetro de los distintos grupos estudiados.

Tabla 24. Resumen del análisis Kruskal-Wallis para la prueba específica “c” – CBR 100 %.

Parámetro	Valor
N total	21
Estadístico de prueba	20.00 ^a
Grado de libertad	6
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.00

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

En ese sentido, fue necesario reconocer los grupos específicos en los que se encuentran los cambios del CBR al 95 %, principalmente de los materiales alterados respecto al patrón, en ese sentido la Tabla 25 adjunta estos resultados, de esta comparación, hallándose que la adición del 5 % y 6 % de

cloruro de magnesio, además del 2 % del cloruro de calcio inciden en una mejora significativa del CBR al 95 % de la MDS del suelo.

Tabla 25. Comparación de grupos para la prueba específica “c” – CBR 95 %.

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
Material convencional- Material con 1.0 % de cloruro de calcio	-3.00	5.02	-0.60	0.55	1.00
Material convencional- Material con 1.5 % de cloruro de calcio	-6.00	5.02	-1.20	0.23	1.00
Material convencional- Material con 7.0 % de cloruro de magnesio	-9.00	5.02	-1.79	0.07	1.00
Material convencional- Material con 5.0 % de cloruro de magnesio	-12.00	5.02	-2.39	0.02	0.35
Material convencional- Material con 6.0 % de cloruro de magnesio	-15.00	5.02	-2.99	0.00	0.06
Material convencional- Material con 2.0 % de cloruro de calcio	-18.00	5.02	-3.59	0.00	0.01

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En la Tabla 26, se expone la comparación de grupos de los materiales evaluados respecto al CBR al 100 %, de este modo, los materiales que superan de forma significativa al CBR del material convencional con un nivel de significancia inferior al 5 % son los que tienen una adición de cloruro de calcio del 2.0 y 1.5 %, además del material con la adición del 6.0 % del cloruro de magnesio.

Tabla 26. Comparación de grupos para la prueba específica “c” – CBR 100 %.

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
Material convencional- Material con 1.0 % de cloruro de calcio	-4.50	4.97	-0.90	0.37	1.00
Material convencional- Material con 5.0 % de cloruro de magnesio	-4.50	4.97	-0.90	0.37	1.00

Material convencional- Material con 7.0 % de cloruro de magnesio	-9.00	4.97	-1.81	0.07	1.00
Material convencional- Material con 2.0 % de cloruro de calcio	-12.00	4.97	-2.41	0.02	0.33
Material convencional- Material con 1.5 % de cloruro de calcio	-15.00	4.97	-3.02	0.00	0.05
Material convencional- Material con 6.0 % de cloruro de magnesio	-18.00	4.97	-3.62	0.00	0.01

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

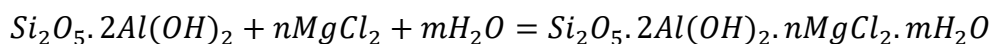
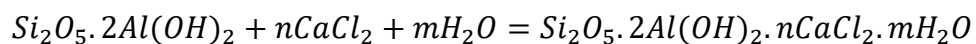
Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En base a estos resultados, se acepta la hipótesis alterna H_1 que dice: La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio presenta mayor capacidad de soporte en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio. Pues, de acuerdo con los resultados del ensayo de CBR, la adición de cloruro de calcio sobre el material convencional de un suelo natural propicia un mayor aumento de este parámetro en comparación con lo sucedido con el cloruro de magnesio.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como parte inicial se tiene que el suelo arcilloso es una roca sedimentaria conformadas por silicatos de aluminio y silicio cuya fórmula química al reaccionar con el cloruro de calcio y cloruro de magnesio es:



Por otro lado, de acuerdo con el MTC (2014), la determinación de los límites de consistencia o límites de Atterberg es indispensable a fin de obtener una clasificación de materiales apropiada, pues estos límites dan a conocer la sensibilidad del suelo en relación a su contenido de agua midiendo su cohesión, además permiten realizar una descripción sobre el comportamiento del material analizado respecto a su permeabilidad, compresibilidad, contracción, expansión, estabilidad e incluso resistencia al corte.

Fueron determinados los límites de consistencia para los materiales extraídos del suelo natural, el cual fue clasificado de acuerdo con AASHTO como A-4 (0) descrito como un suelo regular - malo y según SUCS como CL – ML siendo un material de arcilla limo arenoso de baja plasticidad. Así mismo, a este material de suelo natural fueron añadidas dosis de cloruro de calcio de 1.0, 1.5 y 2.0 % del peso seco del suelo, además de cloruro de magnesio en 5.0, 6.0 y 7.0 %, obtenido así seis materiales modificados, los cuales también fueron analizados.

En la Figura 5, se aprecian ciertos cambios del límite líquido de los suelos al incluir los cloruros en el material estudiado, en general estos cambios son expresados en pequeñas reducciones de este parámetro llegando hasta 19 % con una dosis añadida de

2.0 % de cloruro de calcio en contraste con el 21 % del material convencional, sin embargo, en la Tabla 16, se aprecia que tan solo la adición de 2.0 % de cloruro de calcio ofrece una reducción significativa de esta propiedad. Llegando a un resultado similar al de Pumaricra (2019), pero siendo distinto a lo expuesto por Ponce (2018) presumiblemente consecuencia del alto límite líquido con el que contaba el suelo natural de su estudio. Estos resultados son positivos debido a que un mayor límite líquido en el suelo propicia mayores pérdidas de estabilidad, algo que se quiere evitar.

En la Figura 8, se expone la comparación del límite plástico obtenido de todos los materiales ensayados donde a diferencia del límite líquido, aquí los valores de estos parámetros oscilan respecto al valor del límite plástico del material convencional que es de 15 %, teniendo un valor mínimo de 12 % al usar cloruro de calcio y máximo de 16 % al usar cloruro de magnesio, sumado a ello, el análisis estadístico expuesto en los resultados de la Tabla 17 da a conocer que ninguna de las dosis de cloruro utilizada ha dado lugar a cambios significativos de esta propiedad, siendo un resultado similar al expuesto por Pumaricra (2019), pero contradiciendo a lo obtenido por Ponce (2018), dado que en su investigación el tipo de suelo intervenido es un A-6, es decir ya no un suelo principalmente limoso, sino arcilloso.

El índice de plasticidad se adjunta en la Figura 11, donde se observa la comparación de los valores obtenidos de esta propiedad para cada una de las muestras de suelos, siendo de 6 % para el material convencional y notando un ligero aumento de este valor en los suelos con cloruro de calcio llegando hasta 7 %, y una reducción en los suelos con cloruro de magnesio llegando a un IP de 4 %, sin embargo, al igual que con el límite plástico, de acuerdo con el análisis de la Tabla 18 no fueron hallados cambios significativos en este parámetro. Coincidiendo con los resultados dados por Pumaricra (2019).

En vista de estos resultados, se determina que los suelos se mantienen con una plasticidad baja y un bajo potencial expansivo, siendo además no significativos por lo que no se presenta una relación entre el cambio de la plasticidad del suelo y la adición de cloruros.

El grado de compactación del material fue determinado mediante el ensayo del Proctor modificado para los siete materiales comprendidos en la presente investigación, a partir del cual fueron obtenidos valores de óptimo contenido de humedad y de máxima densidad seca.

En la Figura 14, se aprecian las comparaciones de la máxima densidad seca para cada una de las muestras analizadas, notando un incremento de este parámetro en todos los materiales modificados respecto al material convencional que pasa de tener 2.098 g/cm³ hasta registrar una máxima densidad seca de 2.110 g/cm³ al añadir 6.0 % de cloruro de magnesio, lo cual de acuerdo con el análisis estadístico adjunto en la Tabla 21 representa un aumento significativo en este parámetro respecto a lo obtenido en el material convencional al usar el cloruro de magnesio, siendo algo positivo. Estos resultados concuerdan con los hallados por Pumaricra (2019) y Briones (2018), pudiendo deberse a que según el MTC (2014), el cloruro de calcio permite una mejor compactación del suelo, aumenta su resistencia, previene el desmoronamiento de su superficie y mantiene la humedad del suelo, mientras que el cloruro de magnesio trabaja como un ligante en la estabilización de suelos, cohesionando a las partículas finas.

Así mismo, en la Figura 17 se presentan las comparaciones del óptimo contenido de humedad obtenido en los ensayos, siendo de 9.29 % para el material convencional y disminuyendo a medida que se aumenta la proporción de cloruro añadida hasta un valor de 6.89 %, siendo un valor correspondiente al material con 7.0 % de cloruro de magnesio, y que de acuerdo a la Tabla 22 representa una reducción significativa de este factor al añadir cloruro de magnesio al suelo, coincidiendo de este modo con lo planteado por Briones (2018) y Pumaricra (2019). Siendo algo positivo, pues esto es un indicador de que el material requiere de menor cantidad de agua para alcanzar mayores densidades, debido a que el cloruro de magnesio posee una alta capacidad de absorción de la humedad, incluso de la humedad que se encuentra en el ambiente, tal como resalta el MTC (2014).

En base a estos resultados, se concluye que la adición de cloruro de magnesio propicia el aumento de la densidad del suelo lo cual es positivo, pues esto reduce la cantidad de vacíos del suelo y lo hace menos propenso a sufrir alguna falla.

La determinación de la capacidad de soporte de los materiales para su uso en vías se realiza a través del CBR que, de acuerdo con el Manual de Ensayo de Materiales MTC E 132, es el ensayo con el que se evalúa la resistencia potencial, en otras palabras, la capacidad de soporte del suelo para ser usado en pavimentos, además de ser fundamental en los distintos métodos de diseño de pavimento flexible. Sumado a ello, de acuerdo con el MTC (2014), para considerar a un material de suelo apto para su uso como subrasante,

debe tener un CBR mayor o igual a 6 %, de lo contrario se le considerará como un material inadecuado y requerirá de algún tipo de mejoramiento.

En ese sentido, en la Tabla 11 se presentan los resultados del CBR al 95 % de la MDS, donde se visualiza un valor de 4.80 % correspondiente al material convencional considerando a este material como no apto para su uso como subrasante, mientras que el mayor valor de esta propiedad fue obtenido por el material que tiene un 2.0 % de cloruro de calcio con 11.00 % siendo apto para usar como subrasante. En adición a ello, en la Tabla 25 se exponen los resultados del análisis estadístico desarrollado con los datos del CBR de todas las muestras, donde se observan que los materiales que obtuvieron mejoras significativas en su CBR respecto al patrón fueron los de adición del 5.0 y 6.0 % de cloruro de magnesio, además del mencionado anteriormente con 2.0 % de cloruro de calcio, siendo resultados similares a los expuestos por Briones (2018), Ponce (2018) y Salinas y Villao (2019), pero contradiciendo a lo expuesto por Pumaricra (2019) posiblemente debido a que el CBR del suelo natural de su proyecto era de 39.2 % considerándose excelente, por lo que la adición de material pudo ocasionar el efecto inverso al esperado.

En la Tabla 12, se tienen los valores de CBR al 100 % resultantes de los ensayos realizados sobre todos los suelos evaluados, teniendo un valor 9.00 % para el material convencional, y llegando a un máximo de 15.80 % para el material con 6.0 % de cloruro de magnesio, además en la Tabla 26 se tienen la comparación de grupos para la determinación de mejoras significativas debido a la adición de cloruros en los suelos, apreciándose que tan solo tres de las modificaciones obtienen un aumento consistente del CBR al 100 % siendo los de 1.5 y 2.0 % de cloruro de calcio y del 6.0 % de cloruro de magnesio, lo cual es similar a lo expuesto por Briones (2018), Ponce (2018) y Salinas y Villao (2019), pero de igual forma que con los resultados del CBR al 95 %, dispares con lo obtenido por Pumaricra (2019) siendo que el material convencional en su investigación ya era de una excelente calidad desde un principio por lo que nunca fue necesario el uso de estos aditivos.

Considerando todos estos resultados, es factible concluir indicando que el cloruro de calcio al 2.0 % del peso seco del material de suelo natural mejora sustancialmente la calidad de los suelos para su uso como subrasantes desde un punto de vista técnico y también normativo, pues alcanza valores superiores al 6.00 % exigido por el MTC (2014).

Es decir, la inclusión del 2.0 % de cloruro de calcio mejora la calidad de los suelos arcillosos para su uso como subrasantes en el territorio peruano.

CONCLUSIONES

1. La estabilización química de los materiales de suelo con CBR bajo para su uso como subrasante es factible, pues teniendo un material de suelo natural clasificado A – 4 (0) siendo un suelo ineficiente, la utilización del porcentaje de 2.0 % de cloruro de calcio propicia un aumento significativo de la calidad del suelo, siendo también superior en comparación con la utilización del cloruro de magnesio, llegando a clasificarse según el MTC (2014) como subrasante buena.
2. La adición de cloruro de calcio o de cloruro de magnesio para la estabilización química de suelos arcillosos, no inciden de forma significativa en las propiedades de consistencia de los suelos ineficientes, pues con la dosis óptima de 2.0 % de cloruro de calcio el índice de plasticidad resulta en 7.0 %, mientras que en el material convencional es de 6.0 %.
3. El grado de compactación, expresado por el valor de la máxima densidad seca de los materiales, no se ve influenciado significativamente por las dosis de cloruro de calcio, pues de tener un valor de 2.075 g/cm³ en el material convencional, se llega a 2.098 g/cm³ al añadir la dosis óptima de 2.0 % de cloruro de calcio al material del suelo natural, sin embargo, los materiales con las dosis de cloruro de magnesio si obtienen mayores grados de compactación que el convencional llegando hasta 2.110 g/cm³ con una dosis de 6.0 %.
4. La estabilización del suelo a través de la adición del 2.0 % de cloruro de calcio ofreció un incremento significativo en el CBR al 95 % del material del suelo convencional, que pasó de ser 4.80 % considerado de acuerdo al MTC (2014) como una subrasante insuficiente a 11.00 %, y superior también al CBR obtenido por el material combinado con 6.0 % de cloruro de magnesio de 9.10 %, clasificándose así como una subrasante buena al superar con creces el 6.00 % indicado por la norma como valor mínimo para un material de subrasante en el Perú.

RECOMENDACIONES

1. Es recomendable proceder con una estabilización del tipo química sobre subrasantes categorizadas como inadecuadas e insuficientes con una alta cantidad de partículas finas en su composición, a partir de la adición de una dosis de cloruro de calcio al 2 % del peso seco del material, pues se mejora significativamente su capacidad de soporte, además de ser la máxima dosis recomendada por el Manual de Carreteras del MTC (2014).
2. Para futuras investigaciones se recomienda analizar suelos con mayor contenido de finos o que presenten una alta plasticidad, a fin de reconocer la efectividad o no de la inclusión de cloruros como el de calcio y magnesio en los límites de consistencia, específicamente en el índice de plasticidad.
3. Se recomienda la realización de investigaciones a partir de la inclusión de una mayor dosis de cloruro de magnesio, pues dado el comportamiento de este compuesto con la humedad se puede contribuir a la obtención de mayores densidades en los suelos, y por consiguiente incrementar su resistencia.
4. A fin de incrementar la calidad de un suelo con alto contenido de partículas finas mediante el aumento de su CBR, se recomienda utilizar la dosis óptima de 2.0 % de cloruro de calcio respecto al peso seco del suelo, a modo de estabilizador químico, pues resulta ser un método efectivo para este fin, en comparación del cloruro de magnesio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRIONES, A., 2018. *Influencia del cloruro de magnesio en comparación con el cloruro de calcio en la estabilización de suelos arcillosos para afirmados*. S.l.: Universidad Privada del Norte.
- CCEX, 2018. Perú: ¿qué porcentaje de la red vial no está pavimentada? .
- CHAVARRY-VALLEJOS, C., FIGUEROA-MERINO, R. y REYNAGA-TEJADA, R., 2020. Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas. *Polo del Conocimiento*, vol. 5, pp. 40-69. DOI 10.23857/pc.v5i6.1465.
- CORONADO, J., 2002. *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos* [en línea]. 2002. Guatemala: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Disponible en: <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4114>.
- LÓPEZ, G., 2020. *Ensayos de compactación en carreteras: Proctor normal y modificado*. 2020. Valencia - España: Universitat Politècnica de València.
- MANOTOA, A., 2016. *Estudio de la correlación entre los ensayos (DCP) penetrómetro dinámico de cono y (CBR) relación de soporte de California en los diferentes tipos de suelos*. S.l.: Universidad Técnica de Ambato.
- MORALES, E. y PAILACURA, C., 2019. Estudio del comportamiento de una carpeta de rodado estabilizada con cloruro de calcio. *Obras y proyectos*, no. 26, pp. 27-36. ISSN 0718-2813. DOI 10.4067/s0718-28132019000200027.
- MTC, 2014. *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [en línea]. 2014. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf.
- MTC, 2018. *Glosario de términos de uso frecuente en los proyectos de infraestructura vial*. 2018. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC, 2020. *Diagnóstico de situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicio*. 2020. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- PONCE, D., 2018. *Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha-Puyhuan Grande-Hunacavelica*. S.l.: Universidad Nacional de Huancavelica.

- PUMARICRA, D., 2019. *Cloruro de magnesio como aditivo en el tratamiento de las propiedades físico-mecánicas de la superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas*. S.l.: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- SALINAS, J. y VILLOA, R., 2019. *Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una vía en la comuna Bajadita de Colonche de la parroquia Colonche*. S.l.: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- ULLOA, A., 2011. Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico. *Dialnet*, vol. 1, pp. 39-50.

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Tesis: “Comparación de la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el resultado de comparar la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Qué diferencias presenta la consistencia por la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante? b) ¿Cómo difiere la compactación por la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante? c) ¿Qué diferencias presenta la capacidad de soporte por la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante?</p>	<p>Objetivo general: Comparar la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar las diferencias de la consistencia por la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante. b) Establecer cómo difiere la compactación por la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante. c) Determinar qué diferencias presenta la capacidad de soporte por la estabilización química con cloruro de calcio y cloruro de magnesio de suelos arcillosos para subrasante.</p>	<p>Hipótesis general: La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio presenta mejor comportamiento en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio.</p> <p>Hipótesis específicas: a) La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio presenta mejor consistencia en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio. b) La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio presenta mayor grado de compactación en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio. c) La estabilización química de suelos arcillosos para subrasante con cloruro de calcio presenta mayor capacidad de soporte en comparación de la estabilización con cloruro de magnesio.</p>	<p>Variable independiente (X): cloruro de calcio y cloruro de magnesio</p> <p>Variable dependiente (Y): suelo arcilloso para subrasante</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de cloruro de calcio. - Cantidad de cloruro de magnesio. - Consistencia. - Compactación. - Capacidad de soporte. 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 %, 1.5 % y 2 % en relación del peso del suelo. - 5 %, 6 % y 7% en relación del peso del suelo. - Límite líquido. - Límite plástico. - Índice de plasticidad. - Máxima densidad seca. - Óptimo contenido de humedad. - CBR al 95 % de la MDS. - CBR al 100 % de la MDS. 	<p>Método de investigación: científico.</p> <p>Tipo de investigación: aplicado.</p> <p>Nivel de investigación: explicativo y comparativo.</p> <p>Diseño de investigación: experimental.</p> <p>Población: La población será el suelo de subrasante de la calle Alfonso Ugarte, en el distrito y provincia de Huancayo del departamento de Junín.</p> <p>Muestra: La muestra según el tipo de muestreo no probabilístico o intencional, será una calicata de donde se extraerá el suelo para realizar las mediciones.</p>

Anexo N° 02: Matriz de operacionalización de variables

La Tabla 27 muestra la operacionalización de la variable independiente y dependiente, además de sus dimensiones e indicadores.

Tabla 27. Operacionalización de las variables.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente: cloruro de calcio y cloruro de magnesio	Cantidad de cloruro de calcio	1 %, 1.5 % y 2 % en relación del peso del suelo
	Cantidad de cloruro de magnesio	5 %, 6 % y 7% en relación del peso del suelo
Variable dependiente: suelo arcilloso para subrasante	Consistencia	Límite líquido
		Límite plástico
		Índice de plasticidad
	Compactación	Máxima densidad seca
		Óptimo contenido de humedad
	Capacidad de soporte	CBR al 95 % de la MDS
CBR al 100 % de la MDS		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 03: Certificados de ensayos



2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS



BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO
BORJA

" COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE
CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA
SUBRASANTE"

RUC: 20608578189

Dirección: Av. General Córdova # 322 Chilca – Huancayo (Altura del Ministerio de Transportes).

Tel.: 974222748 - (064) 602348 - 961610470

anccorsac@gmail.com





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

***ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
MATERIAL CONVENCIONAL***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Emisión : 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 88 - 22

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA NTP 339, 128 (1999) - ASTM D422 - MTC E 107)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : CONVENCIONAL
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01 **Peso inicial seco** : 3500.0
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50 **TAMAÑO MAXIMO** : 3/4"

TAMIZ (pulg)	TAMIZ (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
					100.0
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	9.2	0.3	0.3	99.7
1/2"	12.500	21.2	0.6	0.9	99.1
3/8"	9.500	53.1	1.5	2.4	97.6
N° 4	4.750	243.8	7.0	9.4	90.6
N° 8	2.360	234.8	6.7	16.1	83.9
N° 10	2.000	169.6	4.8	20.9	79.1
N° 16	1.190	108.5	3.1	24.0	76.0
N° 20	0.840	121.2	3.5	27.5	72.5
N° 30	0.600	114.6	3.3	30.7	69.3
N° 40	0.425	111.7	3.2	33.9	66.1
N° 50	0.300	62.2	1.8	35.7	64.3
N° 60	0.177	89.9	2.6	38.3	61.7
N° 100	0.150	119.5	3.4	41.7	58.3
N° 200	0.075	269.3	7.7	49.4	50.6
< N° 200	FONDO	1771.4	50.6	100.0	0.0

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

Clasificación (SUCS) : CL - ML
Descripción (SUCS) : Arcilla limo arenoso de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO) : A-4(0)
Descripción (AASHTO) : Reg-Malo

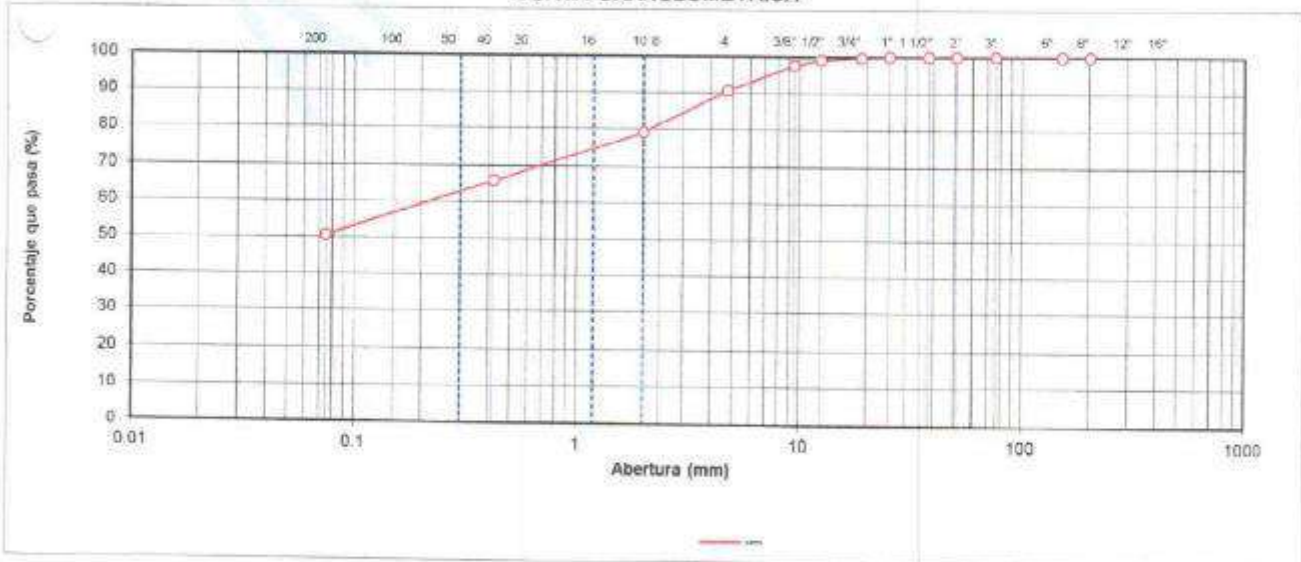
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

Tara N° : A-10
Peso de tara + suelo húmedo : 350
Peso de tara + suelo seco : 340.5
Peso de tara : 15
Peso del agua : 9.5
Peso del suelo seco : 325.5
Contenido de Humedad : 2.92%

OBSERVACIONES :

Grava 2" - 3/8" : 2.4
Arena 3/8" - N° 200 : 47.0
Finos < N° 200 : 50.6

CURVA GRANULOMETRICA



RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL DÓRDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES)
TELF.: 974222748 - (054)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

***LÍMITES DE CONSISTENCIA
MATERIAL CONVENCIONAL***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Emisión : 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 89 - 22

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N°40
(NORMA NTP 339.129(2014), ASTM D 4318, MTC E-110, E-111)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : CONVENCIONAL
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

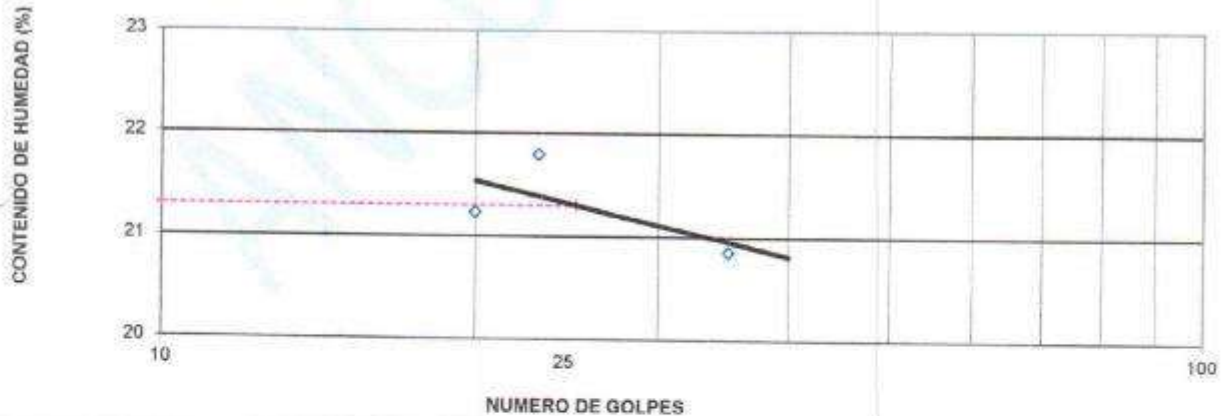
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50
CLASF. (SUCS) : CL - ML
CLASF. (AASHTO) : A-4(0)

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N° 40

TARRO	Und	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		Promedio
		1	2	3	7	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	41.30	44.50	44.90	24.60	23.70	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	36.50	39.40	40.00	23.30	22.40	
PESO DE AGUA	(g)	4.80	5.10	4.90	1.3	1.3	
PESO DEL TARRO	(g)	13.90	16.00	16.50	14.70	14.10	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	22.6	23.4	23.5	8.6	8.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.2	21.8	20.9	15.1	15.7	15
NUMERO DE GOLPES	-	20	23	35	-	-	-

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	21
LIMITE PLASTICO	15
INDICE DE PLASTICIDAD	6



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148661

RUC: 20608576189
Dirección: Av. General GÓRDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES),
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

PRÓCTOR

MATERIAL CONVENCIONAL

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Emis. : 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 90 - 22

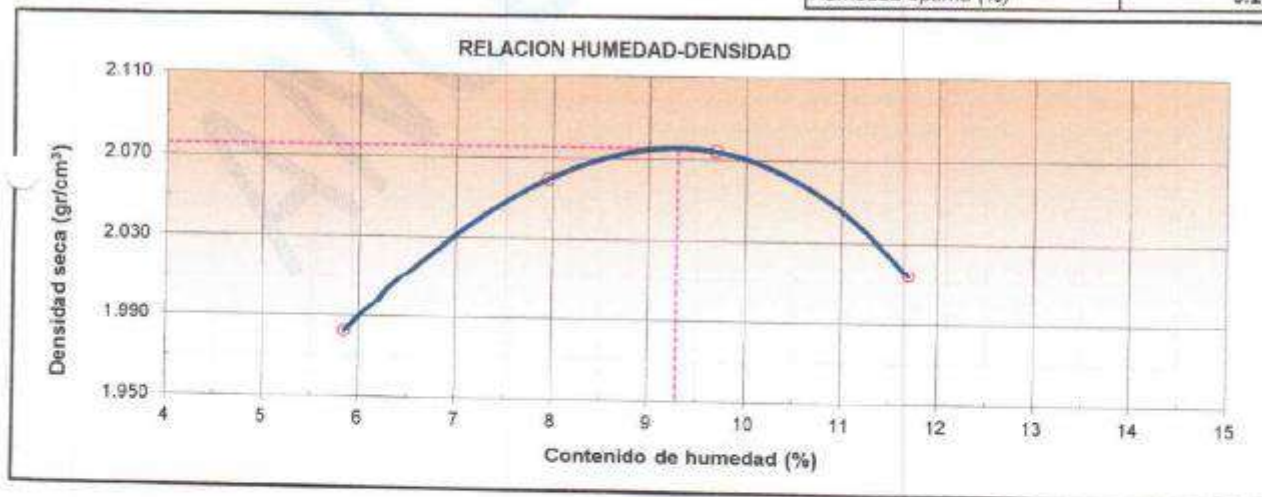
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : MUESTRA PATRÓN
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : CALICATA
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50
CLASF. (SUCS) : CL - ML
CLASF. (AASHTO) : A-4(0)

Peso suelo + molde	gr	7555.0	7820.0	7929.0	7875.0	
Peso molde	gr	3097.0	3097.0	3097.0	3097.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4458.0	4723.0	4832.0	4778.0	
Volumen del molde	cm ³	2124.4	2124.4	2124.4	2124.4	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.099	2.223	2.275	2.249	
Recipiente N°		A1	A2	A3	A4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	770.9	489.7	466.2	445.2	
Peso del suelo seco + tara	gr	735.7	458.6	431.1	405.2	
Tara	gr	133.8	67.6	66.6	63.4	
Peso de agua	gr	35.2	31.1	35.1	40.0	
Peso del suelo seco	gr	601.9	391.0	362.5	341.8	
Contenido de agua	%	5.85	7.95	9.68	11.70	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.983	2.059	2.074	2.014	
Densidad máxima (gr/cm ³)						2.075
Humedad óptima (%)						9.29



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - 10641603348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

CBR

MATERIAL CONVENCIONAL

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° :
Fecha : 16/11/2022
Páginas : 1 de 2
Realizado por : C.A.
Certificado N° : NP-22

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH, WIDMARK HUANOQUEÑO BORJA
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

Muestra Patrón

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	9,250	9,273	9,380	9,410	9,930	9,020
Peso molde (gr.)	4,430	4,430	4,840	4,640	4,410	4,410
Peso suelo compactado (gr.)	4,820	4,840	4,740	4,770	4,520	4,610
Volumen del molde (cm ³)	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,222	2,231	2,185	2,198	2,083	2,125
Densidad Seca (gr./cm ³)	2,002	2,008	1,972	1,973	1,895	1,883

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	88.6	139.6	97.8	133.1	83.4	133.2
Tara + suelo húmedo (gr.)	490.6	732.2	534.5	749.9	494.0	633.4
Tara + suelo seco (gr.)	448.9	672.1	489.0	688.5	453.0	642.5
Peso de agua (gr.)	41.7	60.1	45.5	63.4	41.0	90.9
Peso de suelo seco (gr.)	360.3	535.5	421.4	553.4	389.6	709.3
Humedad (%)	11.0	11.2	10.8	11.5	10.5	12.9

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
22-Oct	15:35	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
23-Oct	15:35	24	3.10	0.079	0.07	1.18	0.030	0.03	3.54	0.090	0.08
24-Oct	15:35	48	3.20	0.081	0.07	2.76	0.070	0.06	7.46	0.190	0.18
25-Oct	15:35	72	7.10	0.180	0.15	4.33	0.110	0.09	6.66	0.220	0.19
26-Oct	15:35	96	9.05	0.230	0.20	5.51	0.140	0.12	10.23	0.280	0.22

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		20	1.0			16	0.8			5	0.3		
0.050		46	2.3			35	1.8			17	0.9		
0.075		77	3.8			56	3.4			40	2.0		
0.100	70.307	113	5.6	6.3	9.0	98	5.0	5.2	7.4	59	3.0	3.0	4.3
0.150		224	11.4			186	9.5			64	4.6		
0.200	105.480	308	15.7	15.3	14.6	248	12.6	12.4	11.8	129	6.6	6.5	6.2
0.300		410	20.9			325	16.6			161	8.2		
0.400		472	24.0			376	19.3			192	9.8		
0.500		510	26.0			410	20.9			215	10.9		



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148664

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL GÓRRDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTAURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222749 - (054)602348
ANCCORBAG@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha : 18/11/2022
Página : 2 de 2
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N91-25

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

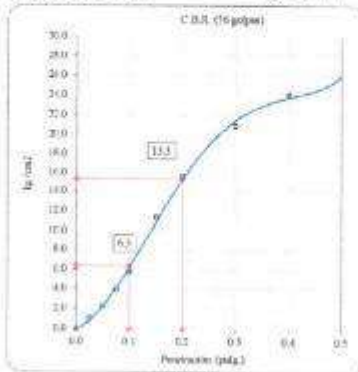
Muestra : Patrón

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

Datos de muestra

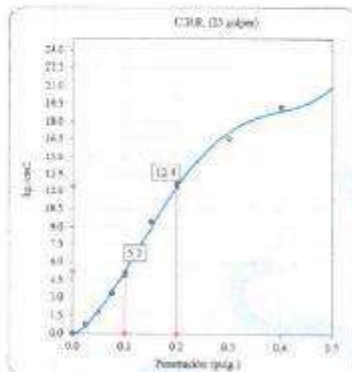
Máxima Densidad Seca : 2.075 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.871 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad : 8.29 %



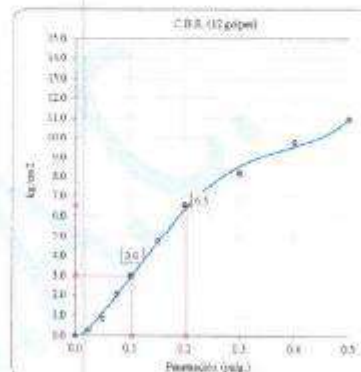
CBR (0.1') 56 GOLPES :

9.0 %



CBR (0.1') 25 GOLPES :

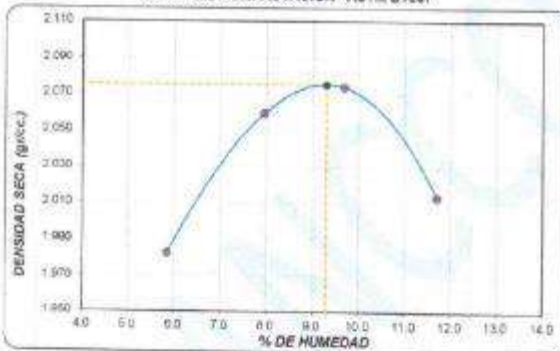
7.4 %



CBR (0.1') 12 GOLPES :

4.3 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



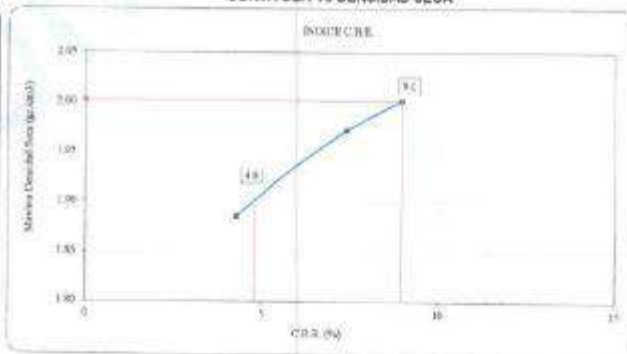
CBR (100% M.D.S.) 0.1' :

9.0 %

CBR (95% M.D.S.) 0.1' :

4.8 %

CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancsesi Rojas
Jefe del Laboratorio CIP. 148851

RUC: 30608570189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL CON 1.0% DE CLORURO DE CALCIO

020608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
OFICINA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES
TEL: 974222748 - (064)602348
CORRAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

***MATERIAL CON ADICIÓN DE 1.0% DE
CLORURO DE CALCIO***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Emisión : 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 92 - 22

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N°40
(NORMA NTP 339.129(2014), ASTM D 4318, MTC E-110, E-111)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : 1% CLORURO DE CALCIO
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01 CLASF. (SUCS) : CL - ML
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente) CLASF. (AASHTO) : A-4(0)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N° 40

TARRO	Und	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		Promedio
		4	5	6	7	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	48.90	43.90	44.80	20.50	22.10	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	42.10	38.60	39.70	19.60	21.00	
PESO DE AGUA	(g)	6.80	5.30	5.10	0.9	1.1	
PESO DEL TARRO	(g)	14.20	14.20	13.90	14.10	13.70	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	27.9	24.4	25.8	5.5	7.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.4	21.7	19.8	16.4	15.1	16
NUMERO DE GOLPES	-	15	25	35	-	-	-

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	22
LIMITE PLASTICO	16
INDICE DE PLASTICIDAD	6



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancsesi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
DIRECCION: AV. GENERAL DORRIVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTAURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES)
TELF.: 974222748 - 10641603348
ANCCORLAB@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

PRÓCTOR MODIFICADO

***MATERIAL CON ADICIÓN DE 1.0% DE
CLORURO DE CALCIO***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Ems. : 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 93 - 22

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : 1% CLORURO DE CALCIO
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	CALICATA
MUESTRA	M - 01 (Muestreo por el cliente)
PROF. (m)	0.00 - 2.50
CLASF. (SUCS) : CL - ML	
CLASF. (AASHTO) : A-4(0)	

Peso suelo + molde	gr	7540.0	7860.0	7960.0	7830.0
Peso molde	gr	3097.0	3097.0	3097.0	3097.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	4443.0	4763.0	4863.0	4733.0
Volumen del molde	cm ³	2124.4	2124.4	2124.4	2124.4
Peso volumétrico húmedo	gr	2.091	2.242	2.289	2.228
Recipiente N°		A-5	A-6	A-7	A-8
Peso del suelo húmedo+tara	gr	678.6	623.4	741.2	647.6
Peso del suelo seco + tara	gr	648.6	588.4	689.1	595.2
Tara	gr	133.2	133.1	136.6	136.9
Peso de agua	gr	30.0	35.0	52.1	52.4
Peso del suelo seco	gr	515.4	455.3	552.5	458.3
Contenido de agua	%	5.82	7.69	9.43	11.43
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.976	2.082	2.092	1.999
Densidad máxima (gr/cm ³)					2.098
Humedad óptima (%)					8.76



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148851

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTIURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORR@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

CBR

*MATERIAL CON ADICIÓN DE 1.0% DE
CLORURO DE CALCIO*

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANLUQUEÑO BORJA
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

Muestra : 1% CLORURO DE CALCIO

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1863

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	9,250	9,280	9,140	9,230	9,050	9,180
Peso molde (gr.)	4,410	4,410	4,430	4,430	4,640	4,640
Peso suelo compactado (gr.)	4,840	4,870	4,710	4,800	4,410	4,540
Volumen del molde (cm ³)	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,231	2,245	2,171	2,212	2,033	2,092
Densidad Seca (gr./cm ³)	2,022	2,024	1,998	1,995	1,852	1,858

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso de tara (gr.)	69.6	66.6	137.0	67.6	63.4	63.4
Tara + suelo húmedo (gr.)	417.9	531.6	743.7	538.5	476.4	532.4
Tara + suelo seco (gr.)	385.2	466.2	695.5	482.3	439.7	479.3
Peso de agua (gr.)	32.7	45.4	48.2	48.2	36.7	53.1
Peso de suelo seco (gr.)	316.6	417.6	558.5	424.7	378.3	419.9
Humedad (%)	10.3	10.9	8.6	10.9	9.8	12.8

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
22-Oct	16:20	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
23-Oct	16:20	24	11.40	0.290	0.25	13.78	0.350	0.30	17.72	0.450	0.39
24-Oct	16:20	48	25.30	0.720	0.62	13.78	0.350	0.30	18.10	0.460	0.39
25-Oct	16:20	72	29.51	0.750	0.64	16.15	0.410	0.35	18.68	0.480	0.41
26-Oct	16:20	96	30.32	0.770	0.66	17.73	0.450	0.39	20.06	0.510	0.44

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		51	2.6			41	2.1			36	2.0		
0.050		76	4.0			57	3.4			56	3.0		
0.075		112	5.7			105	5.3			76	3.9		
0.100	70.907	148	7.6	6.0	11.4	132	6.7	6.9	9.8	83	4.2	4.3	8.8
0.150		237	12.1			201	10.2			117	6.0		
0.200	105.460	310	15.8	15.2	14.4	230	11.7	11.6	11.0	166	8.5	7.9	7.5
0.300		370	18.8			262	12.8			205	10.4		
0.400		418	21.3			276	14.1			262	13.3		
0.500		469	23.6			320	16.7			289	14.7		



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : M1 NOV 22
Fecha : 18/11/2022
Página : 2 de 2
Realizado por : C.A.
Certificado N° : R 84-22

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUCUÑO BORIA
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

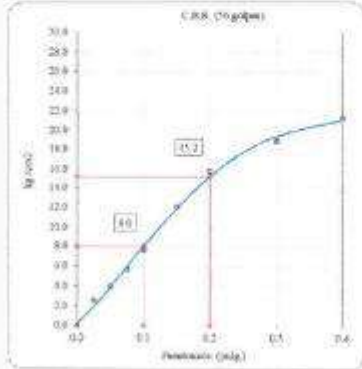
Muestra : 1% CLORURO DE CALCIO

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIAASTM D1883

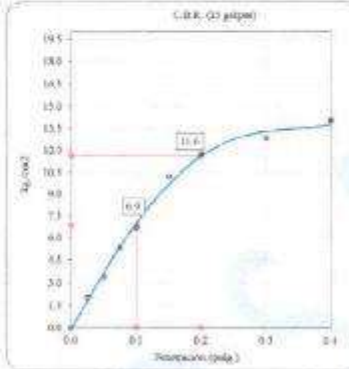
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 2.098 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.993 gr./cm³

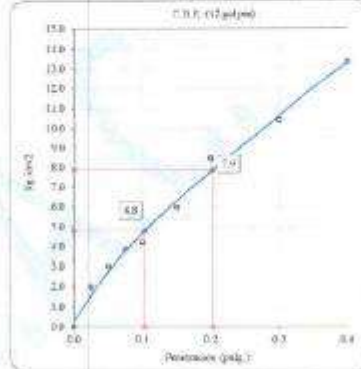
Óptimo Contenido de Humedad : 8.76 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 11.4 %

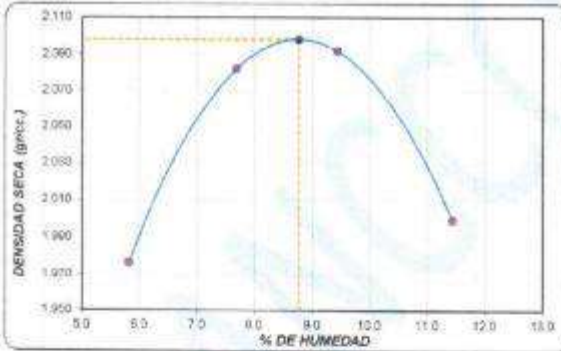


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 9.8 %



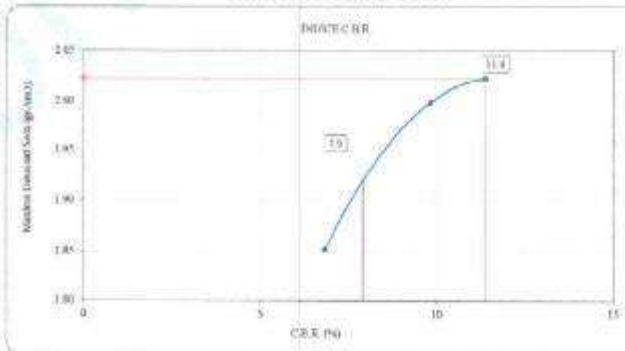
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 8.8 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 11.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 7.8 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148801

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222740 - (054)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL CON 1.5% DE CLORURO DE CALCIO

Teléfono: 20608578189
Dirección: Av. General Córdova # 322 Chilca - HUANGAYO
(Cuarta del Ministerio de Transportes).
Teléfono: 974222748 - (064)602348
Correo: JORSAD@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

***MATERIAL CON ADICIÓN DE 1.5% DE
CLORURO DE CALCIO***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Emisión : 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 95 - 22

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N°40
(NORMA NTP 339.129(2014), ASTM D 4318, MTC E-110, E-111)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : 1.6% CLORURO DE CALCIO
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

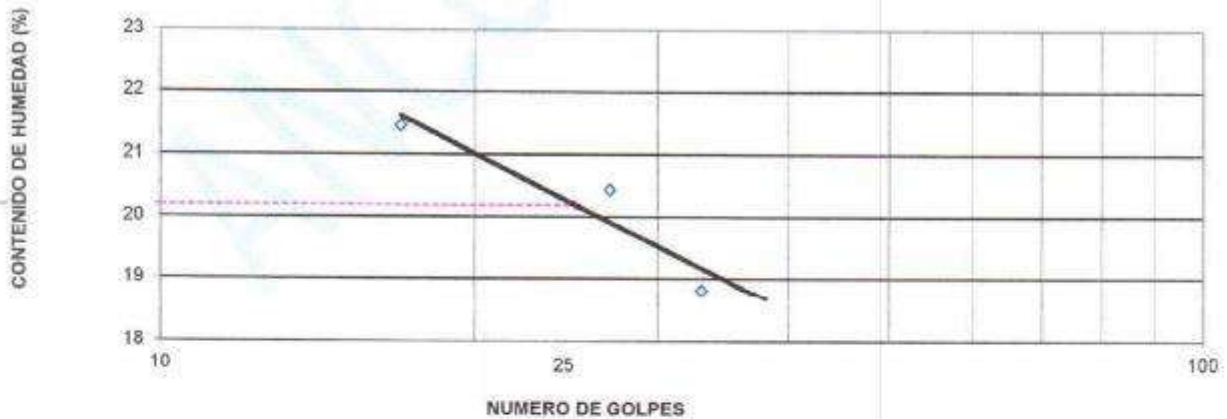
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01 **CLASF. (SUCS)** : CL - ML
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente) **CLASF. (AASHTO)** : A-4(0)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N° 40

TARRO	Und	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		Promedio
		1	2	3	4	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	43.50	47.30	47.60	20.20	24.50	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	38.20	41.70	42.60	19.50	23.60	
PESO DE AGUA	(g)	5.30	5.60	5.00	0.7	0.9	
PESO DEL TARRO	(g)	13.50	14.30	16.00	13.90	16.40	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	24.7	27.4	26.6	5.6	7.2	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.5	20.4	18.8	12.5	12.5	13
NUMERO DE GOLPES	-	17	27	33	-	-	-

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	20
LIMITE PLASTICO	13
INDICE DE PLASTICIDAD	7



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148281

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - 0641602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

PRÓCTOR MODIFICADO

***MATERIAL CON ADICIÓN DE 1.5% DE
CLORURO DE CALCIO***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Ems. : 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 96 - 22

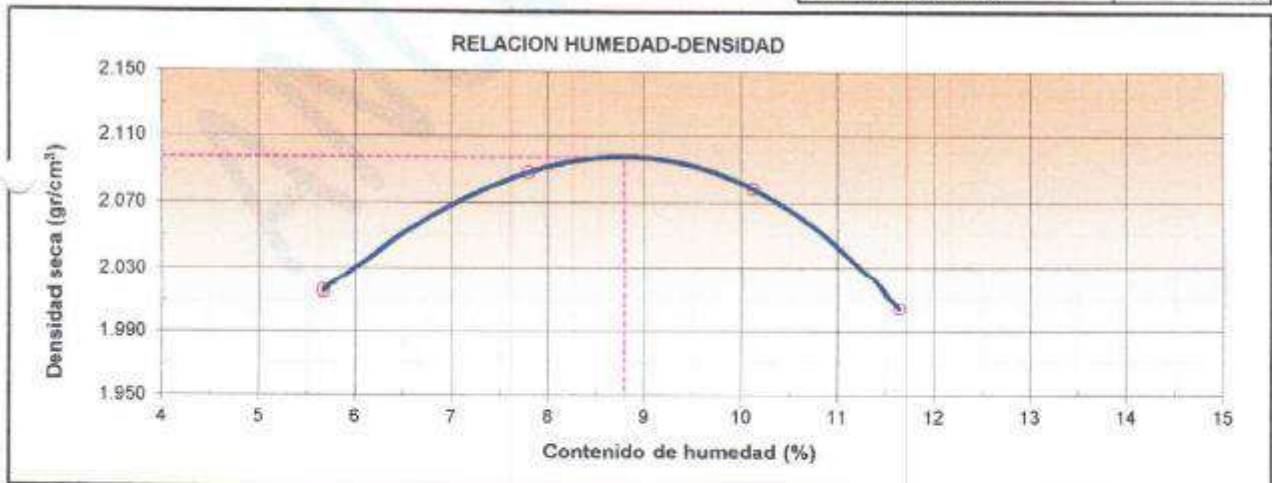
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : 1.5% CLORURO DE CALCIO
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : CALICATA
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50
CLASF. (SUCS) : CL - ML
CLASF. (AASHTO) : A-4(0)

Peso suelo + molde	gr	7620.0	7880.0	7960.0	7850.0	
Peso molde	gr	3097.0	3097.0	3097.0	3097.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4523.0	4783.0	4863.0	4753.0	
Volumen del molde	cm ³	2124.4	2124.4	2124.4	2124.4	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.129	2.252	2.289	2.237	
Recipiente N°		A-10	A-11	A-12	A-13	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	424.7	647.9	462.2	653.9	
Peso del suelo seco + tara	gr	405.6	610.7	425.9	600.0	
Tara	gr	68.6	133.8	67.5	136.9	
Peso de agua	gr	19.1	37.2	36.3	53.9	
Peso del suelo seco	gr	337.0	476.9	358.4	463.1	
Contenido de agua	%	5.67	7.80	10.13	11.64	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.015	2.089	2.079	2.004	
Densidad máxima (gr/cm ³)						2.098
Humedad óptima (%)						8.79



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe del Laboratorio CIP. 148681

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILDA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

CBR

*MATERIAL CON ADICIÓN DE 1.5% DE
CLORURO DE CALCIO*

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CUENTE : BACH. WIDMARK HUANQUEÑO BORJA
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNÍN

Muestra : 1.5% CLORURO DE CALCIO

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
Número de capas:	5		6		5	
Número de golpes:	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	8,400	9,420	9,380	9,420	8,900	9,010
Peso molde (gr.)	4,570	4,570	4,640	4,640	4,410	4,410
Peso suelo compactado (gr.)	4,830	4,850	4,740	4,780	4,490	4,600
Volumen del molde (cm ³)	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,226	2,235	2,185	2,203	2,069	2,120
Densidad Seca (gr./cm ³)	2,033	2,020	1,989	1,991	1,881	1,882

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	137.0	63.4	133.2	66.6	137.0	67.6
Tara + suelo húmedo (gr.)	650.3	438.3	758.8	475.1	656.6	467.3
Tara + suelo seco (gr.)	605.7	402.1	702.9	436.0	791.0	422.5
Peso de agua (gr.)	44.6	36.2	55.9	39.1	65.6	44.8
Peso de suelo seco (gr.)	468.7	338.7	588.7	367.4	654.0	354.9
Humedad (%)	9.5	10.7	9.8	10.6	10.0	12.6

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
22-Oct	17:25	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
23-Oct	17:25	24	18.10	0.460	0.39	18.94	0.430	0.37	32.66	0.830	0.71
24-Oct	17:25	48	27.95	0.710	0.61	18.10	0.480	0.39	33.08	0.840	0.72
25-Oct	17:25	72	28.54	0.733	0.63	21.26	0.540	0.46	34.26	0.870	0.75
26-Oct	17:25	96	29.13	0.740	0.64	22.03	0.590	0.48	35.45	0.900	0.77

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		42	2.1			29	1.5			17	0.9		
0.050		78	4.0			57	2.9			32	1.8		
0.075		126	6.4			95	4.8			79	4.0		
0.100	79.307	193	9.8	10.0	14.2	138	7.0	7.1	10.1	97	4.9	5.0	7.1
0.150		322	16.4			234	11.9			143	7.3		
0.200	105.460	417	21.2	21.0	19.9	295	15.2	15.2	14.4	172	8.6	8.8	9.3
0.300		489	24.9			375	19.1			203	10.3		
0.400		512	26.1			398	20.2			215	10.9		
0.500		663	33.8			414	21.1			278	14.2		



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148551





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH-WDY-23
Fecha : 18/11/2022
Página : 2 de 2
Realizado por : C.A.
Certificado N° : M-07-22

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

Muestra : 1.5% CLORURO DE CALCIO

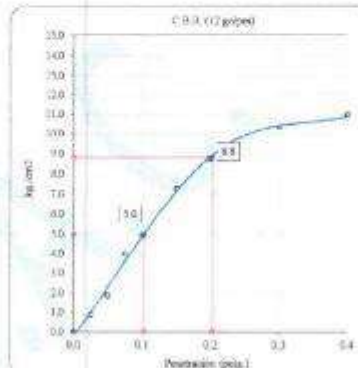
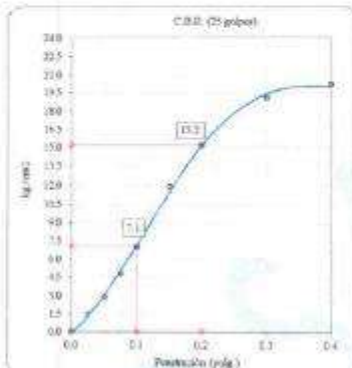
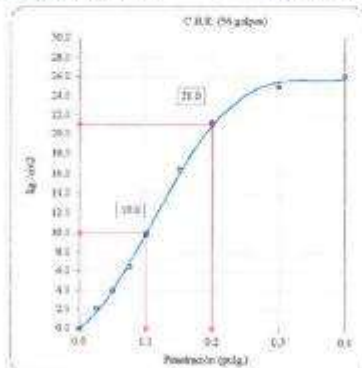
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIAASTM D1883

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 2.088 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad : 8.78 %

Máxima Densidad Seca al 95% : 1.993 gr/cm³



C.B.R. (0.17) 36 GOLPES :

14.2 %

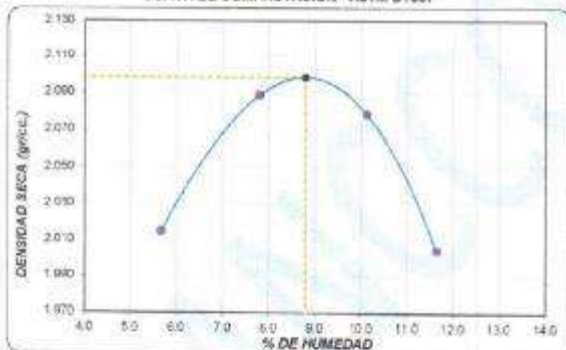
C.B.R. (0.17) 25 GOLPES :

10.1 %

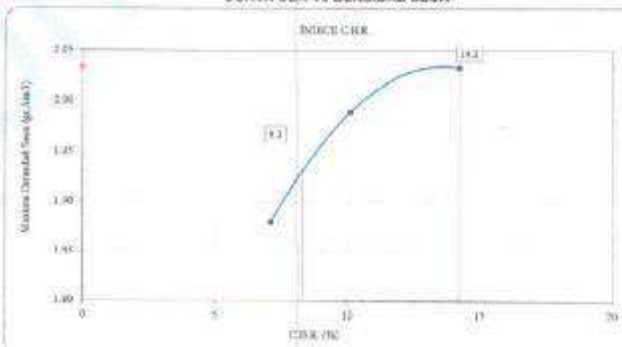
C.B.R. (0.17) 12 GOLPES :

7.1 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 14.2 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 8.3 %



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148681

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL GÓRRGA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL CON 2.0% DE CLORURO DE CALCIO

T: 20608578189
EDICIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
DIRECCIÓN GENERAL DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES
TEL: 974222748 - (064)602348
CORREO: JORSAD@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

***MATERIAL CON ADICIÓN DE 2.0% DE
CLORURO DE CALCIO***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N°40
(NORMA NTP 339.129(2014), ASTM D 4318, MTC E-110, E-111)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : 2.0% CLORURO DE CALCIO
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01 **CLASF. (SUCS)** : CL - ML
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente) **CLASF. (AASHTO)** : A-4(0)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N° 40

*ARRO	Und	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		Promedio
		1	2	3	4	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	42.50	45.60	45.30	22.20	25.60	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	38.20	40.60	40.40	21.30	24.60	
PESO DE AGUA	(g)	4.30	5.00	4.90	0.9	1.0	
PESO DEL TARRO	(g)	13.50	14.30	16.00	13.90	16.40	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	24.7	26.3	24.4	7.4	8.2	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.4	19.0	20.1	12.2	12.2	12
NUMERO DE GOLPES	-	18	28	36	-	-	-

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	19
LIMITE PLASTICO	12
INDICE DE PLASTICIDAD	7



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 146661





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

PRÓCTOR MODIFICADO

***MATERIAL CON ADICIÓN DE 2.0% DE
CLORURO DE CALCIO***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Ems. : 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 99 - 22

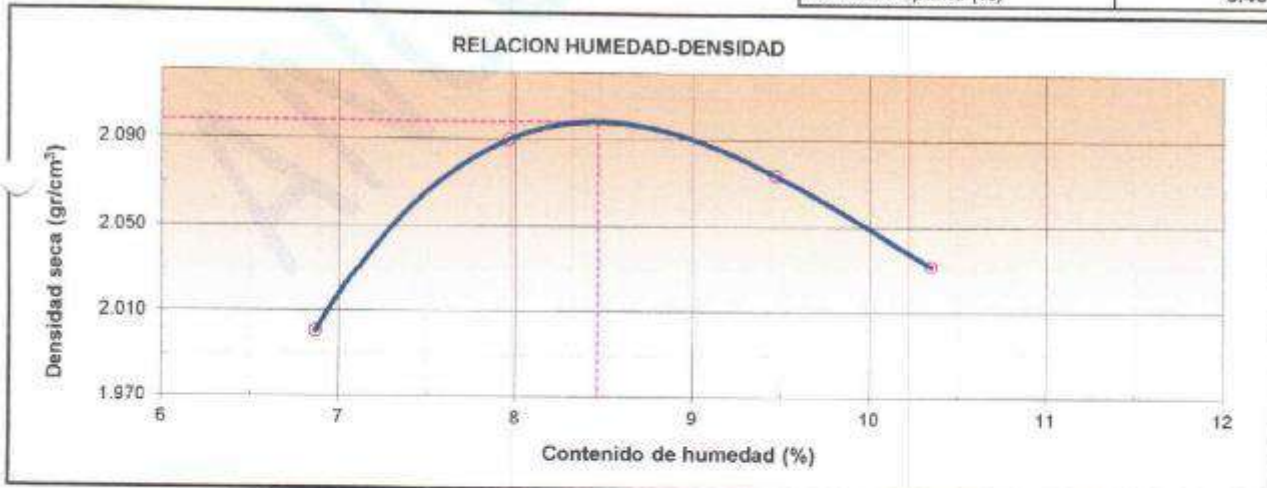
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : 2.0% CLORURO DE CALCIO
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : CALICATA
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50
CLASF. (SUCS) : CL - ML
CLASF. (AASHTO) : A-4(0)

Peso suelo + molde	gr	7640.0	7890.0	7920.0	7860.0	
Peso molde	gr	3097.0	3097.0	3097.0	3097.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4543.0	4793.0	4823.0	4763.0	
Volumen del molde	cm ³	2124.4	2124.4	2124.4	2124.4	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.139	2.256	2.270	2.242	
Recipiente N°		T-1	T-2	T-3	T-4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	628.7	672.3	457.2	453.6	
Peso del suelo seco + tara	gr	596.8	632.7	423.4	417.0	
Tara	gr	132.3	135.3	66.5	63.3	
Peso de agua	gr	31.9	39.6	33.8	36.6	
Peso del suelo seco	gr	464.5	497.4	356.9	353.7	
Contenido de agua	%	6.87	7.96	9.47	10.35	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.001	2.090	2.074	2.032	
Densidad máxima (gr/cm ³)						2.098
Humedad óptima (%)						8.46



ANCCOR S.A.C.
LAS MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148851

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF : 974222748 - 10641602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

CBR

*MATERIAL CON ADICIÓN DE 2.0% DE
CLORURO DE CALCIO*

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022



**ANCCOR S.A.C.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : MN NOV 22
Fecha : 16/11/2022
Páginas : 1 de 2
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 100-22

TESES : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
 CLIENTE : BACH, WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
 UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

Muestra : 2.0% CLORURO DE CALCIO

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883**CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	9,370	9,430	9,010	9,060	8,830	9,050
Peso molde (gr.)	4,410	4,410	4,570	4,570	4,640	4,640
Peso suelo compactado (gr.)	4,960	5,020	4,440	4,490	4,290	4,410
Volumen del molde (cm ³)	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,286	2,314	2,046	2,068	1,977	2,033
Densidad Seca (gr./cm ³)	2,087	2,090	1,864	1,870	1,797	1,805

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	137.0	83.4	139.2	88.6	137.0	87.6
Tara + suelo húmedo (gr.)	650.3	498.3	758.8	475.1	656.6	487.3
Tara + suelo seco (gr.)	605.7	402.1	732.6	436.0	791.0	422.5
Peso de agua (gr.)	44.6	36.2	55.9	39.1	65.6	44.8
Peso de suelo seco (gr.)	466.7	338.7	669.7	367.4	654.0	354.9
Humedad (%)	9.5	10.7	9.8	10.6	10.0	12.6

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27-Oct	10:35	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
28-Oct	10:15	24	24.36	0.820	0.53	16.41	0.483	0.42	32.00	0.820	0.70
29-Oct	10:15	48	26.36	0.670	0.58	22.03	0.560	0.46	32.66	0.830	0.71
30-Oct	10:15	72	27.94	0.710	0.61	26.30	0.676	0.57	33.47	0.650	0.73
31-Oct	10:15	96	28.74	0.730	0.63	27.56	0.700	0.60	34.24	0.670	0.76

PENETRACION

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		37	1.9			21	1.1			16	0.8		
0.050		73	3.7			51	2.6			32	1.6		
0.075		121	6.2			83	4.2			69	3.5		
0.100	70.207	100	5.0	9.4	13.4	110	5.9	5.6	8.2	92	4.7	4.7	6.7
0.150		267	14.6			174	8.9			131	6.7		
0.200	106.480	367	18.7	16.9	17.6	226	11.6	11.6	11.0	156	7.9	8.2	7.8
0.300		444	22.6			215	16.0			190	9.7		
0.400		486	24.6			376	19.1			205	10.4		
0.500		608	31.0			494	20.6			226	11.6		

**ANCCOR S.A.C.**
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOSIng. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
 (ALTAURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES)
 TELF.: 974222748 - (064)602348
 ANCCOR@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : 811 NOV 22
Fecha : 18/11/2022
Página : 2 de 2
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 100-22

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

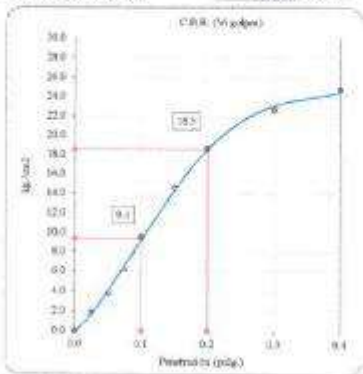
Muestra : 2.0% CLORURO DE CALCIO

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIAASTM D1883

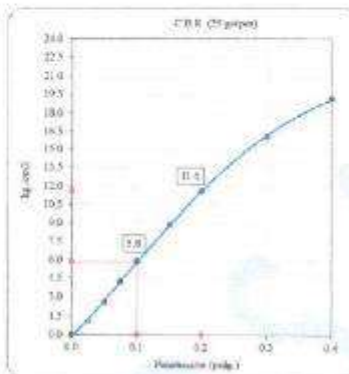
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 2,098 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1,993 gr/cm³

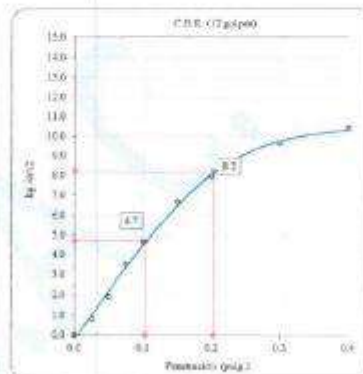
Óptimo Contenido de Humedad : 8,45 %



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 13.4 %

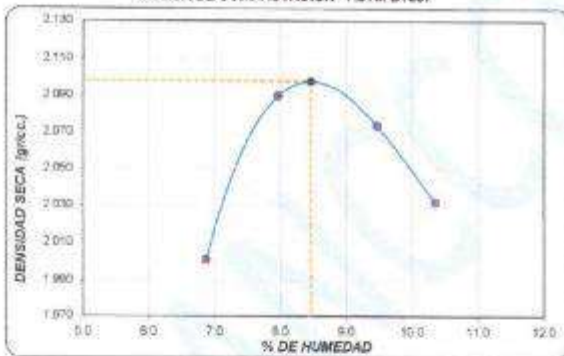


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 8.2 %



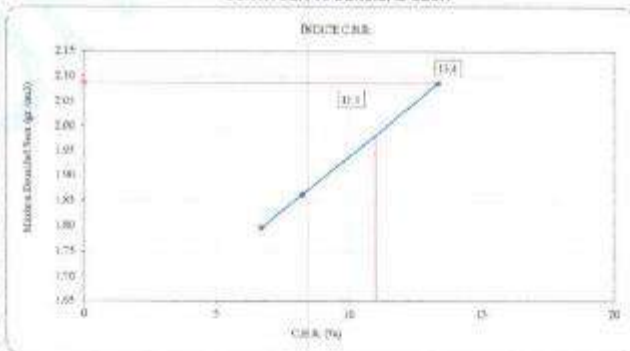
C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 6.7 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 13.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 11.0 %

CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancaesí Rojas
Jefe del Laboratorio CIP, 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@EMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL CON 5.0% DE CLORURO DE MAGNESIO

Tel: 20608578189
DIRECCIÓN: Av. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(CARRERA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES)
Tel: 974222748 - (054)602348
TORBAG@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

***MATERIAL CON ADICIÓN DE 5.0% DE
CLORURO DE MAGNESIO***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Emisión : 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 101 - 22

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N°40
(NORMA NTP 339.129(2014), ASTM D 4318, MTC E-110, E-111)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : 5% CLORURO DE MAGNESIO
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50
CLASF. (SUCS) : CL - ML
CLASF. (AASHTO) : A-4(0)

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N° 40

	Und	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
		1	11	12	13	14	
TARRO	N°						
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	50.10	39.10	36.20	24.20	26.00	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	43.90	34.90	32.70	22.80	24.50	
PESO DE AGUA	(g)	6.20	4.20	3.50	1.4	1.5	
PESO DEL TARRO	(g)	14.20	13.70	14.40	13.80	14.50	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	29.7	21.2	18.3	9.0	10.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.9	19.8	19.1	15.6	15.0	15
NUMERO DE GOLPES	-	16	28	35	-	-	-

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	20
LIMITE PLASTICO	15
INDICE DE PLASTICIDAD	5



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancsesi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 146661

RUC: 206088578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 OBLER - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

PRÓCTOR MODIFICADO

***MATERIAL CON ADICIÓN DE 5.0% DE
CLORURO DE MAGNESIO***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

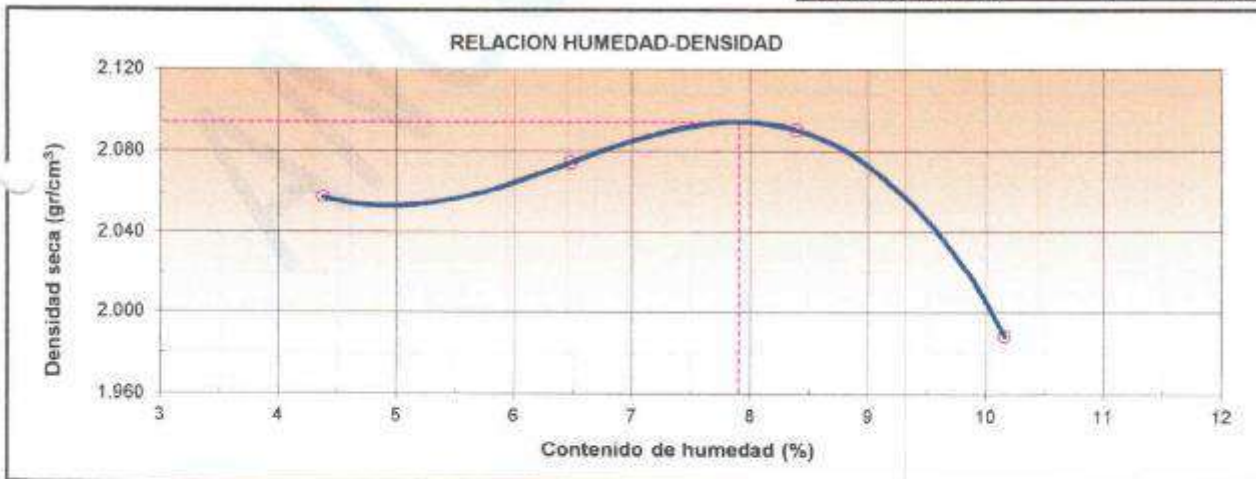
Informe N° : MH NOV 22
 Fecha de Ems. : 16/11/22
 Páginas : 1 de 1
 Realizado por : C.A.
 Certificado N° : N 102 - 22

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : 5% CLORURO DE MAGNESIO
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	CALICATA	CLASF. (SUCS) : CL - ML CLASF. (AASHTO) : A-4(0)
MUESTRA	M - 01 (Muestreo por el cliente)	
PROF. (m)	0.00 - 2.50	

Peso suelo + molde	gr	7660.0	7790.0	7910.0	7750.0		
Peso molde	gr	3097.0	3097.0	3097.0	3097.0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	4563.0	4693.0	4813.0	4653.0		
Volumen del molde	cm ³	2124.4	2124.4	2124.4	2124.4		
Peso volumétrico húmedo	gr	2.148	2.209	2.266	2.190		
Recipiente N°		A-10	A-11	A-12	A-13		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	691.5	571.1	675.2	640.1		
Peso del suelo seco + tara	gr	668.1	544.7	633.5	593.7		
Tara	gr	133.2	137.0	136.6	137.0		
Peso de agua	gr	23.4	26.4	41.7	46.4		
Peso del suelo seco	gr	534.9	407.7	496.9	456.7		
Contenido de agua	%	4.37	6.48	8.39	10.16		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.058	2.075	2.090	1.988		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	2.094
						Humedad óptima (%)	7.90



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 446681

RUC: 20606570169
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 323 DILDA - HUANCAYO
 (ALFURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 TELF.: 974222748 - (064)602348
 ANCCORSD@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

CBR

*MATERIAL CON ADICIÓN DE 5.0% DE
CLORURO DE MAGNESIO*

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNÍN

Muestra : 5.0% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1863

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	9,410	9,440	9,390	9,430	8,940	8,970
Peso molde (gr.)	4,570	4,570	4,640	4,640	4,410	4,410
Peso suelo compactado (gr.)	4,840	4,870	4,750	4,790	4,530	4,560
Volumen del molde (cm ³)	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,231	2,245	2,189	2,208	2,088	2,102
Densidad Seca (gr./cm ³)	2,087	2,083	2,037	2,005	1,931	1,868

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	133.8	137.0	133.2	133.2	137.0	136.8
Tara + suelo húmedo (gr.)	507.2	637.1	596.2	744.9	615.7	796.3
Tara + suelo seco (gr.)	483.2	601.1	526.7	688.7	579.8	696.3
Peso de agua (gr.)	24.0	36.0	29.5	56.2	35.9	70.0
Peso de suelo seco (gr.)	349.4	464.1	393.5	555.5	442.6	559.7
Humedad (%)	6.9	7.8	7.5	10.1	8.1	12.5

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
03-Nov	10:45	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
04-Nov	10:45	24	24.25	0.616	0.53	19.01	0.483	0.41	22.38	0.568	0.49
05-Nov	10:45	48	26.16	0.664	0.57	21.66	0.558	0.48	23.60	0.600	0.52
06-Nov	10:45	72	28.01	0.711	0.61	26.05	0.652	0.57	25.12	0.636	0.55
07-Nov	10:45	96	29.07	0.736	0.63	27.14	0.639	0.59	26.98	0.695	0.59

PENETRACION

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		31	1.6			15	0.8			13	0.7		
0.050		72	3.7			46	2.3			38	1.9		
0.075		114	5.8			90	4.6			69	3.5		
0.100	79.367	156	8.1	8.0	11.4	138	6.9	7.0	10.0	103	5.2	6.0	6.0
0.150		238	12.1			218	11.0			160	8.4		
0.200	105.480	314	16.0	16.0	16.2	279	14.2	14.6	13.8	217	11.1	11.5	10.8
0.300		398	20.3			387	19.7			283	14.3		
0.400		444	22.6			408	20.8			302	15.4		
0.500		587	29.9			536	27.3			361	18.4		



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : MK-RCV-22
Fecha : 18/11/2022
Página : 2 de 2
Realizado por : C.A.
Controlado N° : N 158-22

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANQUEÑO BORJA
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNÍN

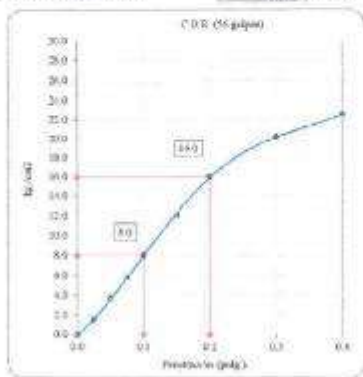
Muestra : 5.0% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIAASTM D1883

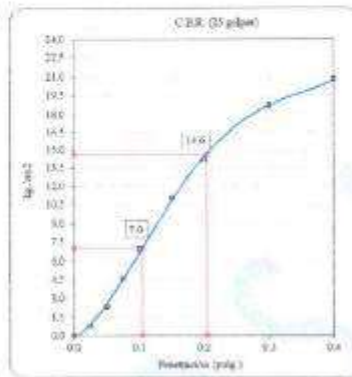
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 2,094 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1,980 gr./cm³

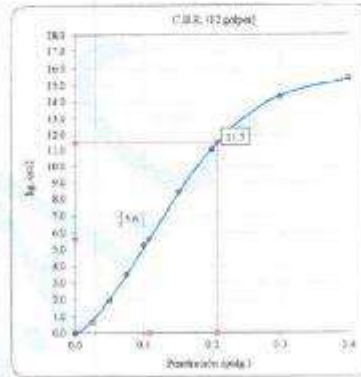
Óptimo Contenido de Humedad : 7.90 %



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 11.4 %

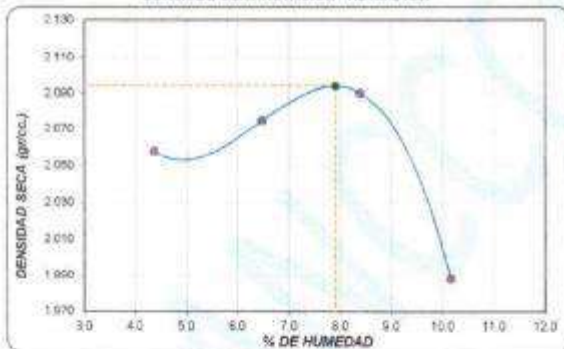


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 10.0 %



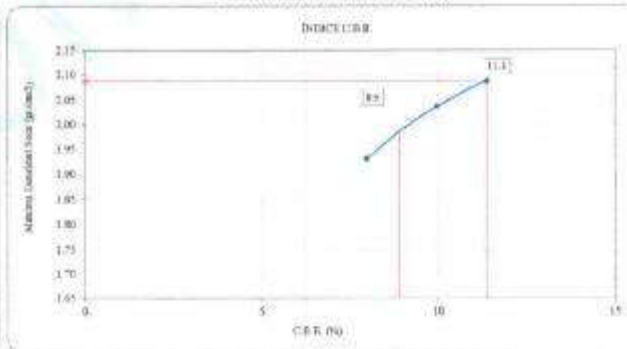
C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 8.0 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 11.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 8.9 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancaasi Rojas
Ingeniero de Geotecnia CIP. 145881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORAS@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL CON 6.0% DE CLORURO DE MAGNESIO

TEL: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO.
(CARRERA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TEL: 974222748 - (064)602348
CORSA@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

***MATERIAL CON ADICIÓN DE 6.0% DE
CLORURO DE MAGNESIO***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Emisión : 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 104 - 22

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N°40
(NORMA NTP 339.129(2014), ASTM D 4318, MTC E-110, E-111)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : 6% CLORURO DE MAGNESIO
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

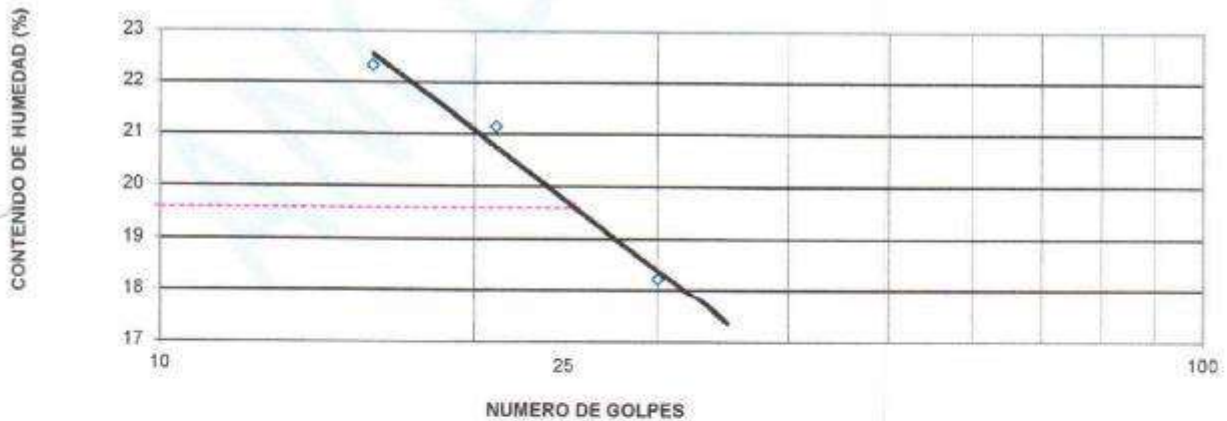
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01 CLASF. (SUCS) : CL - ML
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente) CLASF. (AASHTO) : A-4(0)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N° 40

	Und	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		1	2	3	4	5	
TARRO	N°						
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	57.80	50.30	50.90	21.40	22.50	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	49.80	44.00	45.60	20.40	21.30	
PESO DE AGUA	(g)	8.00	6.30	5.30	1.0	1.2	
PESO DEL TARRO	(g)	14.00	14.20	16.50	13.80	14.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	35.6	29.8	29.1	6.6	7.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.3	21.1	18.2	15.2	16.4	16
NUMERO DE GOLPES	-	16	21	30	-	-	-

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	20
LIMITE PLASTICO	16
INDICE DE PLASTICIDAD	4



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCOR@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

PRÓCTOR MODIFICADO

***MATERIAL CON ADICIÓN DE 6.0% DE
CLORURO DE MAGNESIO***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Ems. : 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 105 - 22

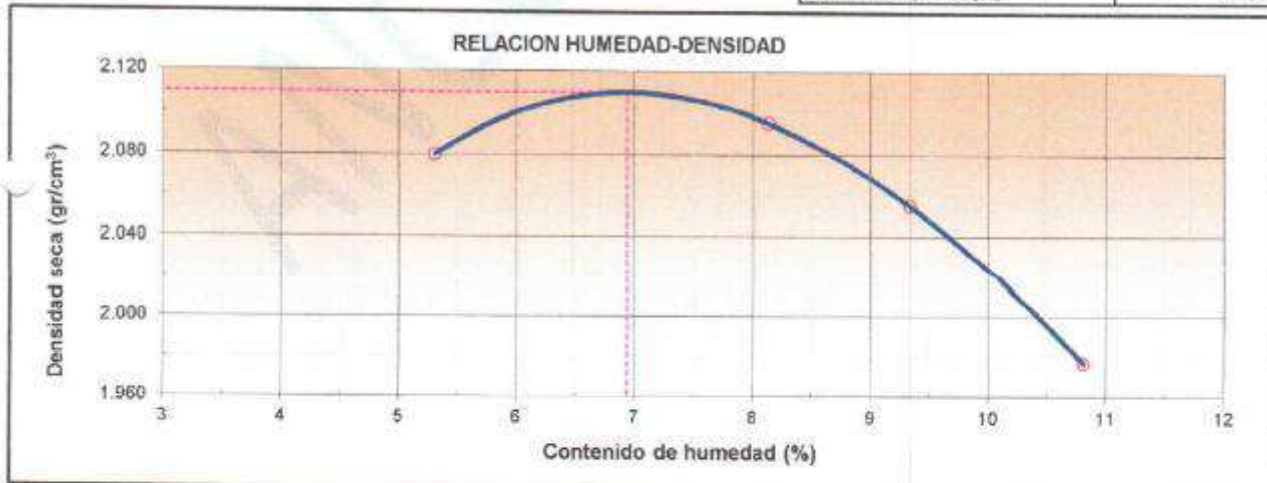
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : 6% CLORURO DE MAGNESIO
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : CALICATA
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50
CLASF. (SUCS) : CL - ML
CLASF. (AASHTO) : A-4(0)

Peso suelo + molde	gr	7750.0	7910.0	7870.0	7750.0
Peso molde	gr	3097.0	3097.0	3097.0	3097.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	4653.0	4813.0	4773.0	4653.0
Volumen del molde	cm ³	2124.4	2124.4	2124.4	2124.4
Peso volumétrico húmedo	gr	2.190	2.266	2.247	2.190
Recipiente N°		A1	A2	A3	A4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	440.5	450.0	401.3	562.3
Peso del suelo seco + tara	gr	421.5	421.4	372.9	520.8
Tara	gr	63.4	70.0	68.8	137.0
Peso de agua	gr	19.0	28.6	28.4	41.5
Peso del suelo seco	gr	358.1	351.4	304.1	383.8
Contenido de agua	%	5.31	8.14	9.34	10.81
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.080	2.095	2.055	1.977
Densidad máxima (gr/cm ³)					2.110
Humedad óptima (%)					6.94



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 146651

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES)
TELF.: 974222748 - (064)603348
ANCCORSAD@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

CBR

*MATERIAL CON ADICIÓN DE 6.0% DE
CLORURO DE MAGNESIO*

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022



**ANCCOR S.A.C.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N°	MH NOV 22
Fecha	10/11/2022
Página	1 de 2
Realizado por	C.A.
Controlado por	N 106-22

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANLUQUEÑO BORJA
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

Muestra : 5.0% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	50		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	9,380	9,420	9,240	9,420	9,770	9,010
Peso molde (gr.)	4,570	4,570	4,640	4,640	4,410	4,410
Peso suelo compactado (gr.)	4,810	4,850	4,600	4,780	4,360	4,600
Volumen del molde (cm ³)	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,217	2,235	2,120	2,203	2,010	2,120
Densidad Seca (gr./cm ³)	2,015	1,919	1,951	1,950	1,905	1,997

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso de tara (gr.)	53.4	68.6	133.6	87.8	136.6	63.4
Tara + suelo húmedo (gr.)	385.1	475.1	850.5	467.3	705.1	435.3
Tara + suelo seco (gr.)	338.5	417.5	809.3	421.4	675.0	416.5
Peso de agua (gr.)	27.5	57.6	41.2	45.9	29.5	21.8
Peso de suelo seco (gr.)	275.2	349.9	475.5	353.8	536.0	353.1
Humedad (%)	10.0	16.5	8.7	13.0	5.5	6.2

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0,01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
03-Nov	03:45	0	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
04-Nov	03:45	24	25.80	0.950	0.56	17.03	0.433	0.37	24.31	0.617	0.53
05-Nov	03:45	48	26.40	0.721	0.62	20.69	0.525	0.45	26.72	0.679	0.58
06-Nov	03:45	72	30.30	0.770	0.66	24.59	0.625	0.54	29.02	0.737	0.63
07-Nov	03:45	96	31.40	0.798	0.69	28.71	0.678	0.58	31.10	0.792	0.68

PENETRACIÓN

Penetración (plg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		24	1.2			28	1.5			17	0.8		
0.050		75	4.0			57	2.9			39	2.0		
0.075		145	7.4			95	4.8			77	3.9		
0.100	70.307	213	10.8	11.1	15.8	138	7.0	7.7	11.0	118	6.0	5.1	8.7
0.150		342	17.4			234	11.9			186	9.5		
0.200	105.480	437	22.3	21.9	20.6	308	15.7	15.4	14.6	236	12.0	12.3	11.7
0.300		490	25.4			355	18.1			293	14.9		
0.400		562	28.6			396	20.2			305	15.5		
0.500		713	36.3			514	26.2			358	18.2		

**ANCCOR S.A.C.**
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancas Rojas
Jefe del Laboratorio CIP. 146661

RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL GÓRRIVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
 (ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 TEL: 974223748 - (064)602348
 ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH 004-22
Fecha : 18/11/2022
Página : 2 de 7
Elaborado por : C.A.
Certificado N° : N 106-22

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUERO BORJA
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

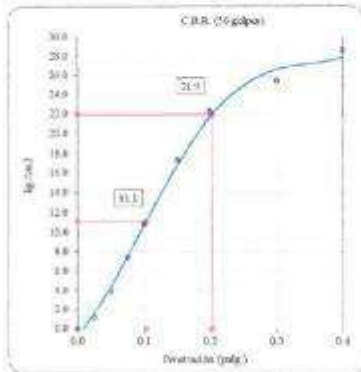
Muestra : 6.0% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

Datos de muestra

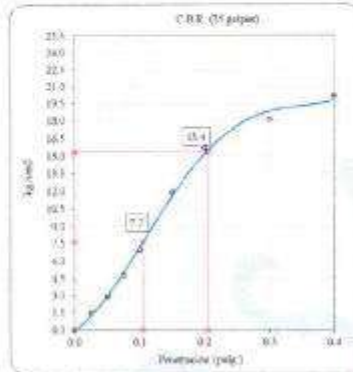
Máxima Densidad Seca : 2.110 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 2.005 gr./cm³

Óptimo Contenido de Humedad : 8.94 %



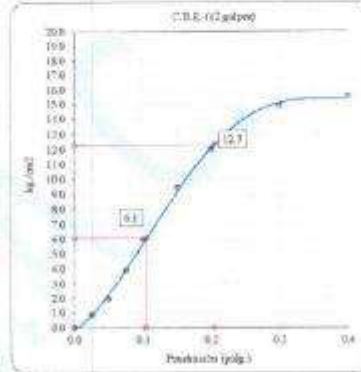
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

15.8 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :

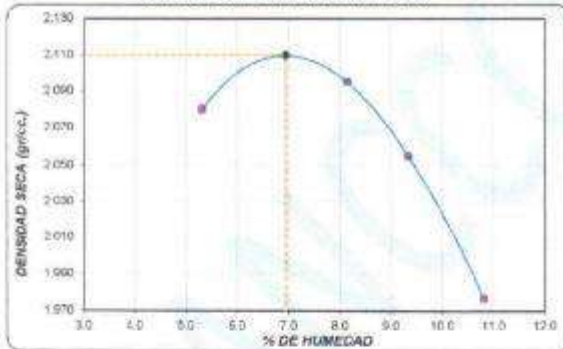
11.0 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES :

8.7 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



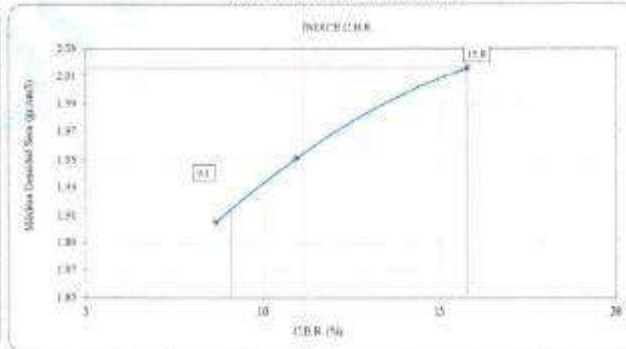
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" :

15.8 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" :

9.1 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOBA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

MATERIAL CON 7.0% DE CLORURO DE MAGNESIO

TEL: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
CARRERA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES.
TEL: 974222748 - (064)602348
CORSAO@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

***MATERIAL CON ADICIÓN DE 7.0% DE
CLORURO DE MAGNESIO***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Emisión: 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 107 - 22

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N°40
(NORMA NTP 339.129(2014), ASTM D 4318, MTC E-110, E-111)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : 7% CLORURO DE MAGNESIO
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

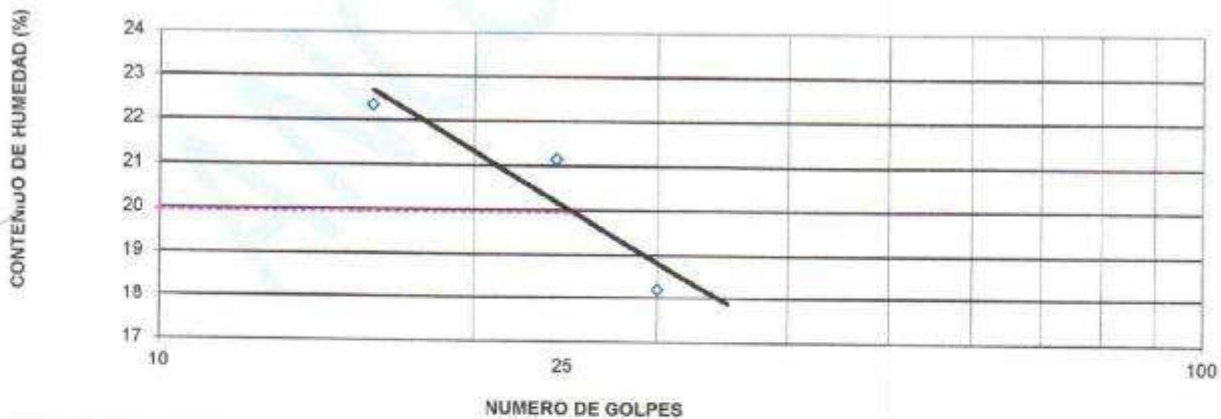
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50
CLASF. (SUCS) : CL - ML
CLASF. (AASHTO) : A-4(0)

LIMITES DE CONSISTENCIA QUE PASA LA MALLA N° 40

N° TARRO	Und	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		6	7	8	9	10
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	57.80	50.30	50.90	21.40	22.50
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	49.80	44.00	45.60	20.40	21.30
PESO DE AGUA	(g)	8.00	6.30	5.30	1.0	1.2
PESO DEL TARRO	(g)	14.00	14.20	16.50	13.80	14.00
PESO DEL SUELO SECO	(g)	35.8	29.8	29.1	6.6	7.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.3	21.1	19.2	15.2	16.4
NUMERO DE GOLPES	-	16	24	30	-	-

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	20
LIMITE PLASTICO	16
INDICE DE PLASTICIDAD	4



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio GIP. 145881

RLIC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 DILBA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCOR@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

PRÓCTOR MODIFICADO

***MATERIAL CON ADICIÓN DE 7.0% DE
CLORURO DE MAGNESIO***

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : MH NOV 22
Fecha de Ems. : 16/11/22
Páginas : 1 de 1
Realizado por : C.A.
Certificado N° : N 108 - 22

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115. ASTM D-1557)

TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
MATERIAL : 7% CLORURO DE MAGNESIO
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : CALICATA
MUESTRA : M - 01 (Muestreo por el cliente)
PROF. (m) : 0.00 - 2.50
CLASF. (SUCS) : CL - ML
CLASF. (AASHTO) : A-4(0)

Peso suelo + molde	gr	7760.0	7920.0	7890.0	7790.0	
Peso molde	gr	3097.0	3097.0	3097.0	3097.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4663.0	4823.0	4793.0	4693.0	
Volumen del molde	cm ³	2124.4	2124.4	2124.4	2124.4	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.195	2.270	2.256	2.209	
Recipiente N°		A-5	A-6	A-7	A-8	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	445.3	452.6	403.5	566.4	
Peso del suelo seco + tara	gr	426.6	423.0	372.6	519.6	
Tara	gr	64.6	72.4	70.8	137.2	
Peso de agua	gr	18.7	29.6	30.9	46.8	
Peso del suelo seco	gr	362.0	350.6	301.8	382.4	
Contenido de agua	%	5.17	8.44	10.24	12.24	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.087	2.094	2.047	1.968	
Densidad máxima (gr/cm ³)						2.108
Humedad óptima (%)						6.89



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Andúsi Weira
Jefe de Laboratorio CIP. 146RR1

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

CBR

*MATERIAL CON ADICIÓN DE 7.0% DE
CLORURO DE MAGNESIO*

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





TESIS : "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE : BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA
UBICACIÓN : CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNÍN

Muestra : 7.0% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		25		13	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	9,410	9,440	9,390	9,430	9,940	9,970
Peso molde (gr.)	4,570	4,570	4,640	4,640	4,410	4,410
Peso suelo compactado (gr.)	4,840	4,870	4,750	4,790	4,530	4,560
Volumen del molde (cm ³)	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170	2,170
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,231	2,245	2,189	2,208	2,088	2,102
Densidad Seca (gr./cm ³)	2,087	2,083	2,037	2,006	1,931	1,968

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso de tara (gr.)	135.8	137.0	133.2	133.2	137.0	136.6
Tara + suelo húmedo (gr.)	507.2	637.1	596.2	744.9	615.7	766.3
Tara + suelo seco (gr.)	493.2	601.1	526.7	888.7	579.6	696.3
Peso de agua (gr.)	24.0	36.0	29.5	56.2	36.9	70.0
Peso de suelo seco (gr.)	349.4	464.1	393.5	555.5	442.8	569.7
Humedad (%)	6.9	7.8	7.5	10.1	8.1	12.5

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
03-Nov	03:40	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
04-Nov	03:46	24	23.45	0.599	0.51	18.36	0.466	0.40	26.42	0.671	0.58
05-Nov	03:40	48	24.01	0.623	0.53	21.56	0.548	0.47	28.22	0.717	0.62
06-Nov	03:46	72	27.10	0.668	0.59	25.48	0.647	0.56	31.45	0.799	0.69
07-Nov	03:46	96	29.30	0.744	0.64	27.98	0.703	0.60	32.02	0.813	0.70

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		28	1.3			19	1.0			13	0.7		
0.050		66	3.4			52	2.6			35	1.8		
0.075		127	6.5			102	5.2			60	3.1		
0.100	70.307	161	9.2	9.2	13.1	136	6.9	7.2	10.2	95	4.8	5.0	7.1
0.150		258	13.1			207	10.5			148	7.5		
0.200	105.480	356	18.1	18.0	17.1	276	14.1	14.0	13.3	206	10.5	10.5	10.0
0.300		449	22.9			346	17.6			265	13.5		
0.400		512	26.1			397	20.2			300	15.3		
0.500		605	31.0			462	23.5			402	20.5		

ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Carlos A. Ancosi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 146551





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Informe N°: MH NOV 22
Fecha: 18/11/2022
Páginas: 2 de 2
Realizado por: C.A.
Certificado N°: N 100-22

TESIS: "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"
CLIENTE: BACH. WIDMARK HUANQUIERO BORIA
UBICACIÓN: CHORRILLOS - HUANCAYO - JUNIN

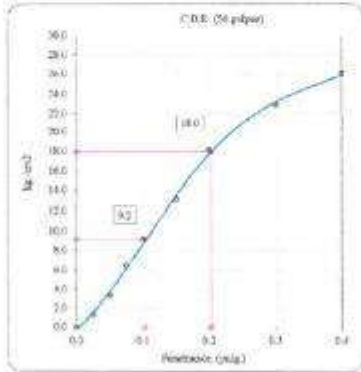
Muestra: 7.0% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIAASTM D1883

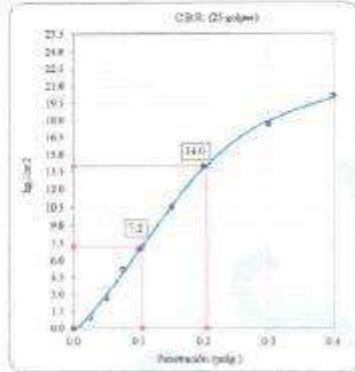
Detos de muestra

Máxima Densidad Seca: 2.108 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95%: 2.003 gr/cm³

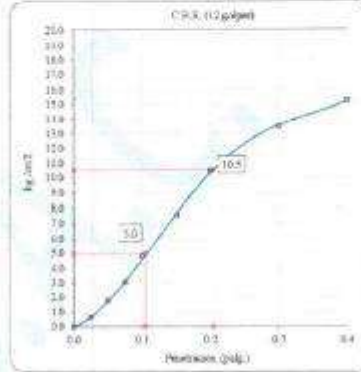
Óptimo Contenido de Humedad: 6.89 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES: 13.1 %

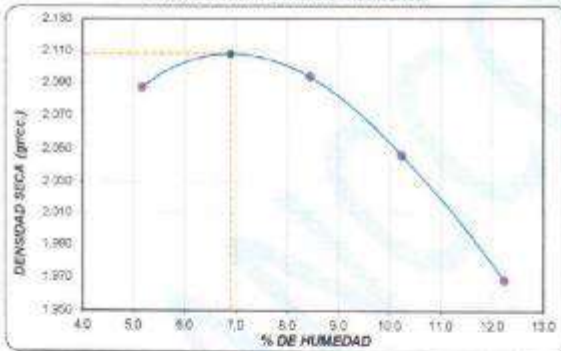


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES: 10.2 %



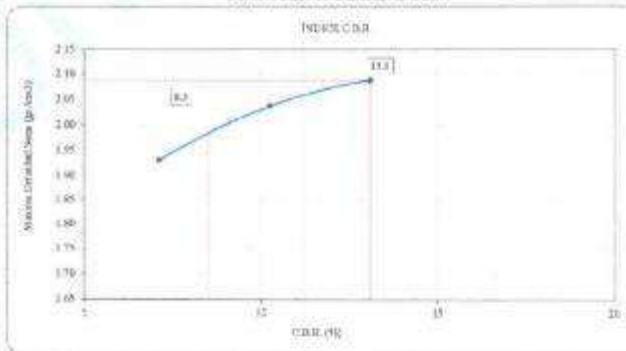
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES: 7.1 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 13.1 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 8.6 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Tel: 974 222 748 - (064) 6023 48
ANCCORSAC@GMAIL.COM

RUC: 20608578109
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOBA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

**"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON
CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO DE
SUELOS ARCILLOSOS PARA SUBRASANTE"**

PANEL FOTOGRAFICO

SOLICITANTE:

BACH. WIDMARK HUANUQUEÑO BORJA

NOVIEMBRE DEL 2022





RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
 (ALTA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 TELF.: 974322748 - (064)602348
 ANCCDRBAC@GMAIL.COM





RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
 (ALTA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES)
 TELF.: 974222748 - (064)602348
 ANGGORSAD@GMAIL.COM



Anexo N° 04: Certificados de calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 081 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0591-2022
2. Solicitante	ANCCOR S.A.C.
3. Dirección	JR. CHACABUCO NRO 260 - HUANCAYO
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	R21PE30ZH
Número de Serie	8342167605
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-02-26

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2022-02-26

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C. EQUIPOS DE LABORATORIO

Molde	152,4 mm d.i x 177,8 mm a. (6"x7")
Collarín	50,8 mm (2")
Base	Perforada con agujeros de 1.58 mm de diam.
serie	0313

**El molde para compactación CBR ha sido Fabricado,
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con
las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883
NTP 139.145

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:


PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
DEF. TÉCNICO Y METROLOGÍA



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

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



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C. EQUIPOS DE LABORATORIO

Molde	152,4 mm d.i x 177,8 mm a. (6"x7")
Collarín	50,8 mm (2")
Base	Perforada con agujeros de 1.58 mm de diam.
serie	0314

El molde para compactación CBR ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883
NTP 139.145

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:


PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINKAYA
DEF. TÉCNICO Y METROLOGÍA



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

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



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C. EQUIPOS DE LABORATORIO

Molde	152,4 mm d.i x 177,8 mm a. (6"x7")
Collarín	50,8 mm (2")
Base	Perforada con agujeros de 1.58 mm de diam.
serie	0312

**El molde para compactación CBR ha sido Fabricado,
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con
las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883
NTP 139.145

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:


PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MALAYA
DIR. TÉCNICO Y METROLOGÍA



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

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



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION DISCO METALICO ESPACIADOR

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro	150.8 ± 0.8 mm
Espesor	61.37 ± 0.25 mm
Serie	079

El Disco metálico espaciador ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones.

Norma de ensayo: ASTM D – 1633
NTP 339.145

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:


PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
DEPTO. TÉCNICO Y METROLOGÍA



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

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

CERTIFICADO DE FABRICACION JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Abierta y cerrada peso	2,27kg (5 libras) c/u
Diámetro interno	53,98 mm
Diámetro externo	149,23 a 150,81 mm
Serie	0286

**El Juego de pesas abierta y cerrada ha sido Fabricado
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con
las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D – 4318
NTP 339.175

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:


PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA





PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

<i>Abierta y cerrada peso</i>	<i>2,27kg (5 libras) c/u</i>
<i>Diámetro interno</i>	<i>53,98 mm</i>
<i>Diámetro externo</i>	<i>149,23 a 150,81 mm</i>
<i>Serie</i>	<i>0287</i>

**El Juego de pesas abierta y cerrada ha sido Fabricado
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con
las especificaciones de las normas:**

**Norma de ensayo: ASTM D – 4318
NTP 339.175**

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:


PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



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

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



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Abierta y cerrada peso	2,27kg (5 libras) c/u
Diámetro interno	53,98 mm
Diámetro externo	149,23 a 150,81 mm
Serie	0288

**El Juego de pesas abierta y cerrada ha sido Fabricado
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con
las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D – 4318
NTP 339.175

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:


PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINERVA
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



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

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



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION PLACA DE EXPANSION MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C. EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro	149.2 + 1.6 mm
Perforaciones	1,6 mm
serie	0289

La placa de expansión CBR ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883
NTP 139.145
I.N.V. E – 148 – 07

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:

PERUTEST S.A.C.

ALEJANDRO FLORES MINAYA
DER. TÉCNICO Y METROLOGÍA



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

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



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION PLACA DE EXPANSION MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro	149.2 + 1.6 mm
Perforaciones	1,6 mm
serie	0290

La placa de expansión CBR ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883
NTP 139.145
I.N.V. E - 148 - 07

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:


PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



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

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



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION PLACA DE EXPANSION MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro	149.2 + 1.6 mm
Perforaciones	1,6 mm
serie	0291

La placa de expansión CBR ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883
NTP 139.145
I.N.V. E – 148 – 07

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:


PERUTEST S.A.C.
ALVARO FLORES JIMENEZ
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



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

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



PERUTEST S.A.C.

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

CERTIFICADO DE FABRICACION TRIPODE DE EXPANSIÓN

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Serie del Trípode	0130
Dial	1"x 0.001"

**El trípode de expansión para CBR ha sido Fabricado,
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con
las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883
 NTP 139.175

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:


PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
DEX. TÉCNICO Y METROLOGÍA



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

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



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION MARTILLO PROCTOR MODIFICADO

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Peso	4540 ± 10 g
Caída	457 ± 1.3 mm (18")
Diámetro de la masa	50.8 mm
Serie	0135

El Martillo Proctor Modificado ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 1557
NTP 339.141

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:


PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MILAYA
DEPTO TÉCNICO Y METROLOGÍA



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

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



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PROCTOR MODIFICADO

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro interno	152.4 mm \pm 0.7 mm
Altura	116.4 mm \pm 0.5 mm
Volumen	2 124 cm ³ \pm 25 cm ³
Serie	0130

El Molde Próctor Modificado ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 1557
NTP 339.141 / MTC E 115

Lima, 23 de diciembre del 2021

Aprobado:


PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
GERENTE TÉCNICO Y METROLOGÍA



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

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

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0192 - 2021

Página 1 de 3

1. Expediente	03391-2021
2. Solicitante	ANCCOR S.A.C.
3. Dirección	JR. CHACABUCO NRO 260 - HUANCAYO - HUANCAYO
4. Equipo	PRENSA DE ENSAYO CBR
Capacidad	5000 kgf
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-CBR
Número de Serie	1144
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	NO INDICA
Modelo	NLD-SS LCD
Número de Serie	2020082710
Resolución	0.1 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2021-12-23

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2021-12-23

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALAGA TORRES

Sello





Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1658-240-2021

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2021/11/20
Solicitante **ANCCOR S.A.C**
Dirección Jr chacabuco 260 Huancayo
Instrumento de medición **COPA CASAGRANDE**
Identificación 1658-240-2021
Marca ARSOU
Modelo CSA902
Serie 3385
Mecanismo ANÁLOGO
Ranurador BRONCE
Procedencia PERÚ
Lugar de calibración LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C
Fecha de calibración 2021/11/20

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

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

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

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

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



ARSOU GROUP S.A.C.

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

Anexo N° 05: Panel fotográfico



Fotografía 1. Calicata de suelo natural.



Fotografía 2. Tamices estandarizados para análisis granulométrico.



Fotografía 3. Ensayo granulométrico de material convencional.



Fotografía 4. Resultado del análisis granulométrico de material convencional.



Fotografía 5. Preparación de material con 1.0 % de cloruro de calcio.



Fotografía 6. Preparación de material con 7.0 % de cloruro de magnesio.



Fotografía 7. Preparación de muestra con 5.0 % de cloruro de magnesio.



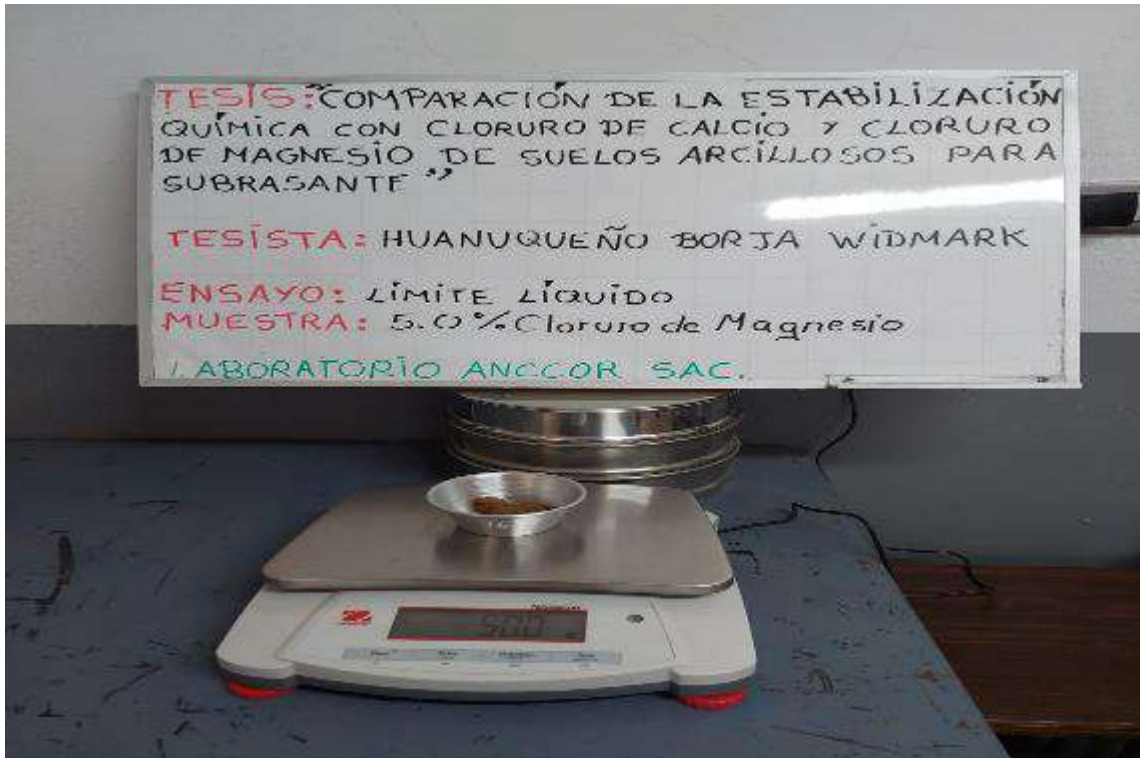
Fotografía 8. Separación de material fino de material con 5.0 % de cloruro de magnesio.



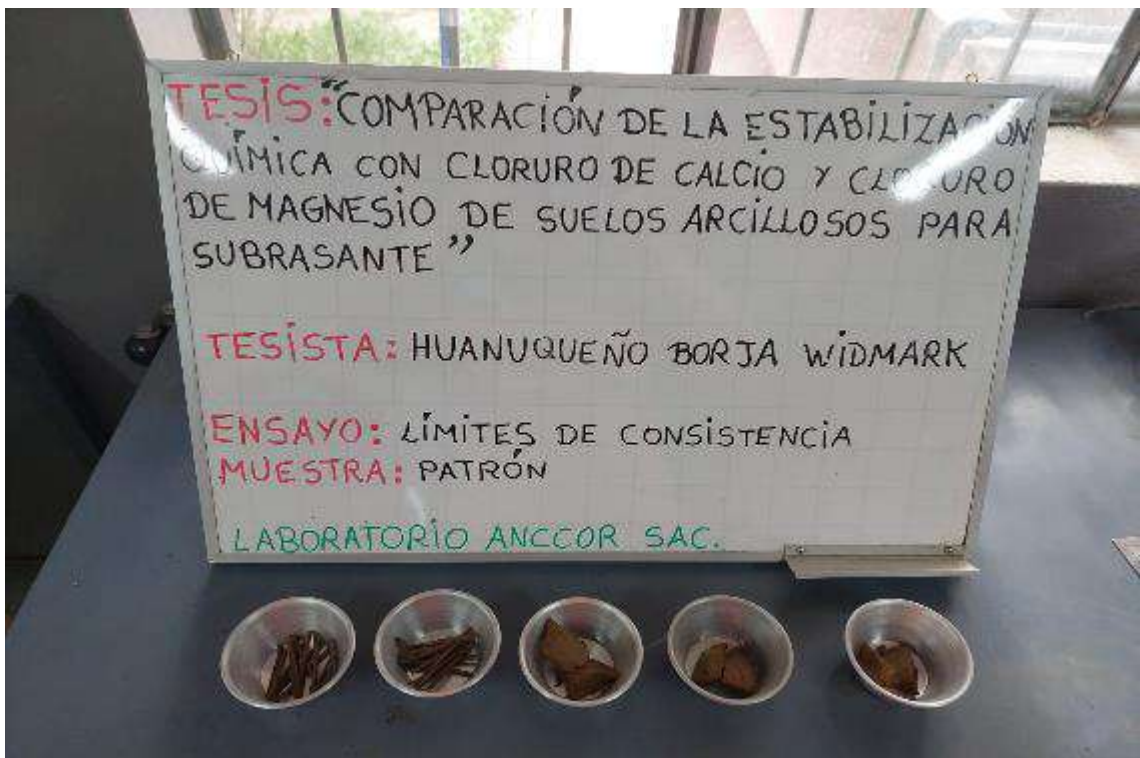
Fotografía 9. Ensayo de límites de consistencia de materiales con cloruro de magnesio.



Fotografía 10. Ensayo de límite líquido con la cuchara de Casagrande de material con cloruro de magnesio.



Fotografía 11. Pesaje de muestra amasada para límite plástico.



Fotografía 12. Muestras resultantes de ensayos de límites de consistencia de material convencional.



Fotografía 13. Dosificación de cloruro de calcio.



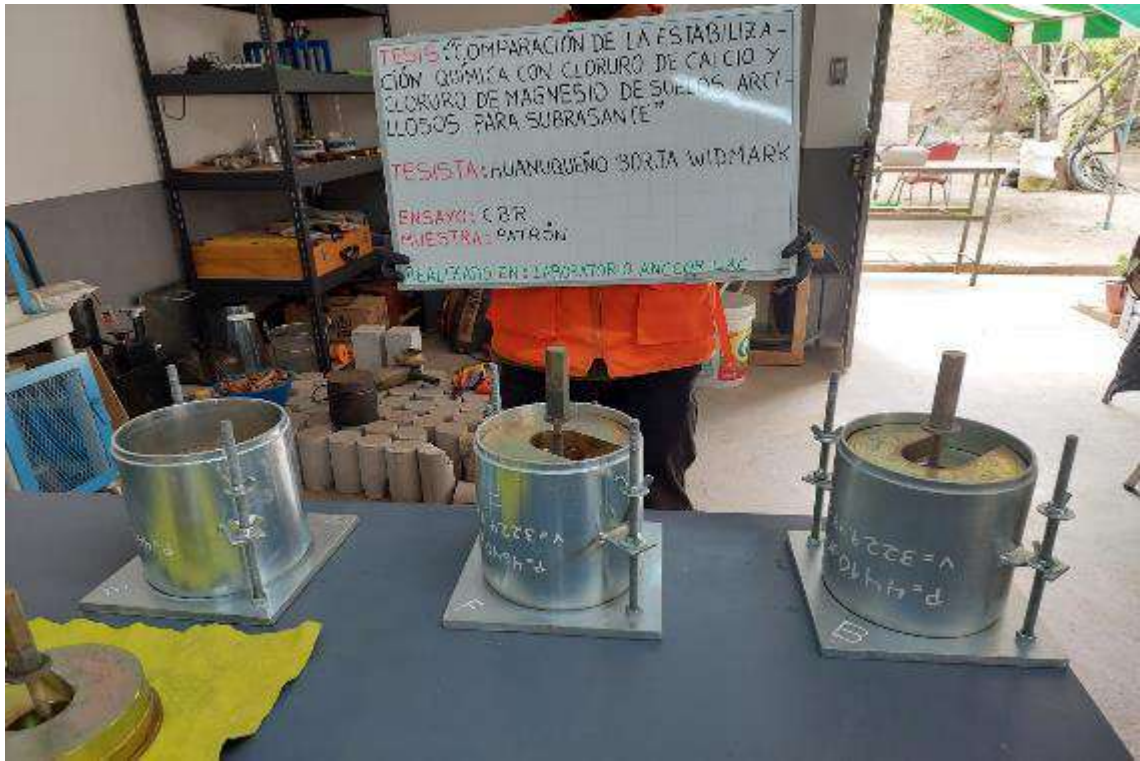
Fotografía 14. Proctor modificado de material con 1.0 % de cloruro de calcio.



Fotografía 15. Preparación de molde para ensayo de CBR.



Fotografía 16. Pesaje en ensayo CBR de material con 1.5 % de cloruro de calcio.



Fotografía 17. Preparación de ensayo CBR en material convencional.



Fotografía 18. Muestras sumergidas para CBR de materiales modificados con cloruro de magnesio.



Fotografía 19. Ensayo CBR de material con 1.5 % de cloruro de calcio.



Fotografía 20. Lectura de medida diaria del microcomparador.



Fotografía 21. Ensayo CBR de material con 2.0 % de cloruro de calcio.



Fotografía 22. Ensayo CBR de material convencional.



Fotografía 23. Ensayo CBR de material con cloruro de calcio.



Fotografía 24. Ensayo CBR de material con cloruro de magnesio.



Fotografía 25. Desmoldado de muestra con 6.0 % de cloruro de magnesio después de prueba CBR.



Fotografía 26. Resultados de CBR en material convencional.

Anexo N° 06: Plano de ubicación de calicata

