



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

**MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA
AFIRMADA CON LA APLICACIÓN DE CLORURO DE CALCIO
EN LA AVENIDA PRADERA, URBANIZACIÓN LA PRADERA -
PIMENTEL - CHICLAYO – LAMBAYEQUE**

**PRESENTADA POR
LINO CABRERA SERRANO
DEIVIS DIOS MURGUIA**

ASESOR

**ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2020



CC BY-NC

Reconocimiento – No comercial

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, y aunque en las nuevas creaciones deban reconocerse la autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRÉS

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA
AFIRMADA CON LA APLICACIÓN DE CLORURO DE CALCIO
EN LA AVENIDA PRADERA, URBANIZACIÓN LA PRADERA -
PIMENTEL - CHICLAYO – LAMBAYEQUE**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR

CABRERA SERRANO, LINO

DÍOS MURGUIA, DEIVIS

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente investigación está dedicada en primer lugar a Dios por brindarme la fuerza de voluntad para seguir en el camino de conseguir mis metas.

A mis padres por el sacrificio que han hecho todos estos años, para ver que llegue a mis objetivos.

Cabrera Serrano Lino

Dedicatoria

Esta investigación está dedicada al creador por encaminar mis pasos a lo largo de mi vida, dándome fuerzas para concluir todas las metas que me he trazado.

A mi familia por ser el apoyo incondicional en todos estos años que duro mi formación académica y lo siguen siendo hasta ahora.

Dios Murguía Deivis

Agradecimiento

Agradecemos a todos nuestros mentores de la Universidad San Martín de Porres Filial Norte, escuela de ingeniería civil por compartir sus experiencias y conocimientos a lo largo de toda nuestra educación profesional. Asimismo, un agradecimiento a todas las personas que nos apoyaron en la realización del presente trabajo de investigación. Gracias a su paciencia, amabilidad y motivación brindada.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la situación problemática	1
1.2 Definición del problema	2
1.3 Formulación del problema	4
1.3.1 Problema general	4
1.3.2 Problemas específicos	4
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Justificación de la investigación	5
1.6 Alcance y limitaciones de la investigación	5
1.7 Viabilidad de la investigación	6
1.7.1 Viabilidad Técnica	6
1.7.2 Viabilidad Económica	6
1.7.3 Viabilidad Social	6
1.8 Impacto potencial de la investigación	6
1.8.1 Impacto teórico	6
1.8.2 Impacto práctico	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes de la investigación	8
2.1.1 Nivel Internacional	8
2.1.2 Nivel nacional	12
2.2 Bases Teóricas	15
2.2.1 Suelos y su clasificación	15
2.2.2 Estabilización de suelos	18
2.2.2.1 Estabilización química	18
2.2.2.2 Estabilización con cloruro de calcio	22
2.2.3 Ensayos realizados	23
2.2.3.1 Muestreo de Suelos y Rocas, MTC E 101	23
2.2.3.2 Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107	25
2.2.3.3 Determinación del contenido de humedad de un suelo, MTC E 108	29
2.2.3.4 Cálculo del límite líquido MTC E 110	31
2.2.3.5 Cálculo del límite plástico (L.P.) e Índice de plasticidad (I.P.),	

MTC E 111	37
2.2.3.6 Ensayo de Proctor modificado, MTC E 115	40
2.2.3.7 CBR (laboratorio), MTC E 132	45
2.3 Definición de términos básicos	51
2.4 Hipótesis	53
2.4.1 Hipótesis general	53
2.4.2 Hipótesis específica	53
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	54
3.1 Diseño metodológico	54
3.2 Población y muestra	55
3.3 Definición conceptual de variables	55
3.4 Operacionalización de variables	56
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	56
3.6 Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos	58
CAPÍTULO IV: DESARROLLO	65
4.1 Descripción del área de estudio	65
4.1.1 Ubicación geográfica y política	65
4.2 Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.	68
4.3. Procedimiento para determinar las propiedades del suelo y el porcentaje óptimo de cloruro de calcio	69
4.3.1 Extracción de las muestras de suelo (Calicatas)	69
4.3.2 Ensayos de Laboratorio suelo base	73
4.3.3 Ensayos de Laboratorio aplicando cloruro de calcio QUIM KD40 al material afirmado (M1)	96
CAPITULO V RESULTADOS	98
5.1 Propiedades físicas y capacidad portante de la superficie de rodadura afirmada y de la sub rasante	98
5.2 Influencia del cloruro de calcio sobre la capacidad portante de la superficie de rodadura afirmada	104
CAPITULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS	109
6.1 Discusión de antecedentes	109
6.1.1 Antecedentes internacionales	109
6.1.2 Antecedentes Nacionales	110
6.2 Discusión de hipótesis	111
6.2.1 Hipótesis general-	111
6.2.2 Hipótesis específicas	112
6.2.2.1 Hipótesis específicas 1 (H 1)	112
6.2.2.1 Hipótesis específicas 2 (H 2)	113
6.3 Planteamiento de nuevas hipótesis	114
CONCLUSIONES	115

RECOMENDACIONES	116
FUENTES DE INFORMACIÓN	117
ANEXOS	120
Anexo 01: Matriz de consistencia	121
Anexo 02: Panel fotográfico	122
Anexo 03: Certificados de calibración de equipos de laboratorio	128
Anexo 04: Acreditación de laboratorio	132
Anexo 05: Ensayos de contenido de humedad	134
Anexo 06: Ensayos de análisis granulométrico – suelo base	139
Anexo 07: Perfil estratigráfico	144
Anexo 08: Ensayos de límites de consistencia – suelo base	146
Anexo 09: Ensayos de límites de consistencia aplicando cloruro de calcio.	151
Anexo 10: Ensayos de Proctor modificado – suelo base	155
Anexo 11: Ensayos de Proctor modificado aplicando cloruro de calcio	159
Anexo 12: Ensayos CBR – suelo base	163

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Simbología SUCS	16
Tabla 2. Relación de tipos de suelos entre sistema de clasificación AASHTO y SUCS	16
Tabla 3. Clasificación de acuerdo al tipo de suelo basado en AASHTO M 145	17
Tabla 4. Recomendación del tipo de estabilizador de acuerdo a tipo de suelo	20
Tabla 5. Recomendación complementaria de selección de estabilizador	21
Tabla 6. Especificaciones técnicas del cloruro de calcio	22
Tabla 7. Gradación de suelos con cloruro de calcio	25
Tabla 8. Juego de tamices	26
Tabla 9. Cantidad mínima de espécimen de material húmedo	30
Tabla 10. Factor K para el LL	36
Tabla 11. Tipos de suelos según Índice de Plasticidad	37
Tabla 12. Estimado de precisión para L.P	39
Tabla 13. Categorías de Sub rasante	45
Tabla 14. Operacionalización de Variables – Variable Independiente	56
Tabla 15. Operacionalización de Variables – Variable Dependiente	56
Tabla 16. Resultados del perfil estratigráfico de la calicata N°01	98
Tabla 17. Resultados del perfil estratigráfico de la calicata N°02	99
Tabla 18. Resultados de análisis granulométrico de las calicatas N°1 y N°2	99
Tabla 19. Resultados del Contenido de humedad	100
Tabla 20. Resultados de los límites de consistencia	100
Tabla 21. Discusión de hipótesis general	112
Tabla 22. Discusión de hipótesis H 1	113
Tabla 23. Discusión de hipótesis H 2	114

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución de la Red Vial en el Perú	1
Figura 2. Diagrama de Causa Efecto	3
Figura 3. Curvas de resultados de los Límites de Atterberg por % de adición de cal	9
Figura 4. Procedimiento para tipo de estabilización	19
Figura 5. Aparato manual de Casagrande	33
Figura 6. Separación de muestra de suelo de ensayo de límite líquido	34
Figura 7. Determinación del Límite Líquido	36
Figura 8. Equipos utilizados en ensayo de CBR	47
Figura 9. Curva para determinar el CBR	50
Figura 10. Hoja de cálculo Excel para determinar Contenido de humedad	59
Figura 11. Hoja de cálculo Excel para determinar Análisis granulométrico	60
Figura 12. Hoja de cálculo Excel para determinar Límites de Consistencia	61
Figura 13. Hoja de cálculo Excel para determinar Proctor Modificado	62
Figura 14. Hoja de cálculo Excel para determinar CBR	63
Figura 15. Hoja de cálculo Excel resume de CBR	64
Figura 16. Mapa de ubicación de la provincia de Chiclayo y sus distritos	66
Figura 17. Mapa de ubicación del distrito de Pimentel	66
Figura 18. Ubicación del área de estudio	67
Figura 19. Calicata N°01	70
Figura 20. Perfil estratigráfico calicata N°01	70
Figura 21. Calicata N°02	72
Figura 22. Perfil estratigráfico calicata N°02	72
Figura 23. Peso de muestra para determinar contenido de humedad	74
Figura 24. Secado de la muestra para determinar contenido de humedad	74
Figura 25. Juego de tamices para análisis granulométrico, agregado grueso	76
Figura 26. Peso de muestras para análisis granulométrico, agregado grueso	77
Figura 27. Juego de tamices para análisis granulométrico, agregado fino	78
Figura 28. Pesado y registro de agregado fino, análisis granulométrico	78
Figura 29. Obtención de muestra que pasa tamiz N°40	80
Figura 30. Realización de acanalado de la muestra de suelo	80
Figura 31. Utilización del aparato de casa grande	81
Figura 32. Muestras tomadas para determinar el Límite Líquido	82
Figura 33. Porciones de muestras para ensayo de límite plástico	83
Figura 34. Formación de cilindros de diámetro uniforme	83
Figura 35. Formación de cilindros de diámetro aproximado 3.2mm.	84

Figura 36. Muestra de suelo para ensayo de Proctor modificado	86
Figura 37. Muestra de suelo hidratada, ensayo de Proctor modificado	87
Figura 38. Peso de molde para ensayo de Proctor modificado	87
Figura 39. Compactación de muestras, Proctor modificado	88
Figura 40. Enrazado de cilindro metálico, Proctor modificado	89
Figura 41. Muestra para determinar la masa seca y humedad optima	89
Figura 42. Material que pasa la malla 3/4", CBR	91
Figura 43. Aplicación del contenido óptimo de humedad	92
Figura 44. Preparación de moldes para ensayo de CBR	92
Figura 45. Compactación de la muestra, CBR	93
Figura 46. Muestras para determinar el contenido de humedad	93
Figura 47. Enrazado de cilindro metálico, CBR	94
Figura 48. Colocación de anillos metálicos, CBR	94
Figura 49. Hidratación de muestras para ensayo de CBR	95
Figura 50. Compresión de cilindros para determinar el CBR	95
Figura 51. Resultados de la densidad máxima seca material afirmado calicata N°1	101
Figura 52. Resultados de la densidad máxima seca material afirmado calicata N°2	101
Figura 53. Resultados del contenido óptimo de humedad material afirmado calicata N°1	102
Figura 54. Resultados del contenido óptimo de humedad de la subrasante calicata N°2	102
Figura 55. Resultados del CBR del suelo base calicata N°1	103
Figura 56. Resultados del CBR del suelo base calicata N°2	103
Figura 57. Resultados del Índice de plasticidad Calicata N°1 aplicando Quim KD 40	104
Figura 58. Resultados del Índice de plasticidad Calicata N°2 aplicando Quim KD40	104
Figura 59. Resultados de la densidad máxima seca Calicata N°1 aplicando Quim KD 40	105
Figura 60. Resultados de la densidad máxima seca Calicata N°2 aplicando Quim KD 40	105
Figura 61. Resultados del contenido óptimo de humedad Calicata N°1 aplicando Quim KD 40	106
Figura 62. Resultados del contenido óptimo de humedad Calicata N°2 aplicando Quim KD 40	106

Figura 63. Relación de máxima densidad seca con contenido de humedad	107
Figura 64. Resultados del CBR de la Calicata N°1 aplicando Quim KD 40	107
Figura 65. Resultados del CBR de la Calicata N°1 aplicando Quim KD 40	108
Figura 66. Resultados del CBR de la Calicata N°1 Calicata N°2 aplicando Quim KD 40	108

RESUMEN

En nuestro país las vías no pavimentadas departamentales tienen 23,882.50 Km, de las cuales 16, 676.50 Km, (69.82%) son vías a nivel de afirmado, estas vías por sus características, se deterioran con facilidad debido al tránsito vehicular, lo que trae como consecuencia que se genere material particulado, el cual afecta la salud de las poblaciones que se asientan a lo largo de la misma.

El objetivo que tiene la presente investigación es determinar la influencia de la aplicación del cloruro de calcio en el mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque, a través de ensayos realizados a nivel de laboratorio.

La presente investigación es de tipo aplicada, tiene un nivel descriptivo y diseño experimental, en la que se manipula la variable de cloruro de calcio para obtener un porcentaje óptimo, con el que se producen los mejores resultados sobre la vía afirmada de la urbanización La Pradera.

Se realizó la comparación de las características físicas y la capacidad portante del suelo base (sin aditivo) y con la adición de porcentaje de cloruro de calcio en dosificaciones de 2% y 3% respecto de su masa seca.

En conclusión, se obtuvo buenos resultados sobre las muestras de suelo obtenidos de la avenida Pradera, a través de las calicatas C1 y C2, con la adición del 3% de cloruro de calcio respecto a su masa seca, incrementando el CBR, de 42.3% a 59.2% y 40.3% a 56.6% respectivamente.

Palabras clave: mejoramiento, superficie de rodadura, cloruro de calcio, compactación, porcentaje óptimo.

ABSTRACT

In our country the departmental unpaved roads have 23,882.50 km, of which 16, 676.50 km, (69.82%) are roads at the level of affirmed, these roads due to their characteristics, are easily deteriorated due to vehicular traffic causing material to be generated particulate which affects the health of the populations that settle along it.

The objective of this research is to determine the influence of the use of calcium chloride to improve the affirmed rolling surface of “avenda Pradera – urbanizacion La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque”, at the laboratory level, in order to increase the resistance of the running surface.

This research is of an applicative type, has a descriptive level and an experimental design, in which we manipulate the calcium chloride variable to obtain an optimal percentage, with which the best results are produced on the affirmed road of the La Pradera urbanization.

The comparison of the physical and mechanical properties of the soil in the base state and with the addition of percentage of calcium chloride in dosages of 2% and 3% with respect to its dry mass was made.

In conclusion, good results were obtained on the soil samples obtained from Pradera Avenue, through the C1 and C2 pits, with the addition of 3% calcium chloride with respect to its dry mass, increasing the CBR, from 42.3% to 59.2% and 40.3% to 56.6% respectively

Keywords: improvement, running surface, calcium chloride, compaction, optimum percentage.

INTRODUCCIÓN

Las carreteras son muy importantes para la comunicación y la movilización permitiendo el desarrollo de un país, es por eso que es necesario mantener las vías en condiciones aceptables para garantizar un fluido tránsito sobre ella.

Una manera de garantizar que estas vías se mantengan en condiciones aceptables durante todo su periodo de diseño es realizar un buen trabajo de estabilización y mantenimiento, es por ello que se han hecho muchos estudios respecto a la estabilización de suelos de manera tal que estos se comporten eficientemente ante los factores que son sometidos.

Hoy en día es muy común emplear aditivos para mejorar suelos, que han hecho que adquieran propiedades que garantizan su alta eficiencia y reducido mantenimiento, además que estos no generen impacto negativo en el medio ambiente.

Uno de estos aditivos es el cloruro de calcio, el cual es un químico que no genera contaminación alguna al medio ambiente y que dota al suelo de buenas características físicas y mejora la capacidad portante, de acuerdo a diversos estudios realizados en nuestro país e internacionalmente.

Entre los beneficios que ofrece la aplicación del cloruro de calcio se tiene que es capaz de mitigar el polvo debido a sus características higroscópicas, esto quiere decir que absorbe la humedad relativa del aire, y la retiene por más tiempo, evitando que las partículas de polvo se desprendan del suelo, lo cual sería muy beneficioso para regiones donde la humedad es escasa, además que dota al suelo de mejor resistencia sobre factores mecánicos a los que es expuesto.

Es por estas razones que la realización de esta investigación, es responder la pregunta ¿Cuál será la influencia de la aplicación del cloruro de calcio en el mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera – urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque?

En la presente investigación se analizaron los especímenes de suelos extraídos de dos calicatas, en la avenida Pradera, a través de diversos ensayos ejecutados en las instalaciones del laboratorio, Servicios de Laboratorio de Suelos y pavimentos S.A.C, quienes facilitaron sus instalaciones para realizar el análisis comparativo entre un suelo base (sin aditivos) y con el suministro de cloruro de calcio en dosificaciones de 2% y 3% respecto de su masa seca.

La importancia de esta investigación es el empleo del cloruro de calcio aplicado sobre vías afirmadas, el cual produce mejoras significativas en las propiedades del suelo, reflejándose en el mejoramiento de la superficie de rodadura con lo cual reduciría la contaminación ambiental producida por las partículas en suspensión, otra importancia es la reducción de costos de mantenimiento el cual sería una vez al año aplicando un mínimo porcentaje del químico sobre la superficie de la vía a través de camiones cisternas con aspersores, lo cual sería una de las opciones más sólidas para aplicar en la región debido a que cuenta con un alto porcentaje de vías a nivel de afirmado o trocha.

La presente investigación consta de la siguiente estructura.

En el capítulo I, se muestra el planteamiento del problema, en el cual se describe la situación problemática, el problema generado, formulación del problema y sus objetivos, la importancia y justificación de la presente investigación, así como sus limitaciones y viabilidad.

En el capítulo II, se describe el marco teórico, en el que se realiza una recopilación de información relacionada a la presente investigación, la cual contiene los antecedentes, bases teóricas y definición de términos básicos.

En el capítulo III, se muestra la metodología de la investigación que contiene el diseño metodológico, población y muestra, definición y operacionalización de variables, así como las técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos.

En el capítulo IV se muestra el desarrollo de la investigación en el que

se describe el área de estudio y se determina la población y muestra.

En el capítulo V se presentan los resultados obtenidos en la investigación de acuerdo al suelo base y al suelo con la adición de los porcentajes de cloruro de calcio.

En el capítulo VI se muestra la discusión de los resultados, en la cual se realiza una comparación de los resultados con algunos antecedentes de la presente investigación.

Finalmente se elaboraron las conclusiones, recomendaciones, fuentes de información y anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la situación problemática

En el Perú existe un total de 168,359.2 Km. de extensión de red vial, de los cuales 27,060.90 km (16.1%) comprenden carreteras nacionales que se encuentran administradas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), 27,505.6 Km, (16.3%) pertenecientes a carreteras departamentales que se encuentran administradas por los Gobiernos Regionales y 113,792.70 Km, (67.6%) de caminos vecinales, los cuales están a cargo de los Gobiernos Locales.

En tanto si se hace esta evaluación respecto a la superficie de rodadura de las carreteras departamentales tenemos que, 3,623.10 Km, (13.0%) se encuentran pavimentadas y 23,882.50 Km, (87.0%) no están pavimentadas de las cuales 16, 676.50 Km, (69.82%) son vías afirmadas y 7,206 Km, (30.18%) son vías sin afirmar (MTC, 2020).

La red vial vecinal se conforma por un gran porcentaje de carreteras, cuya finalidad es enlazar las capitales de provincias y distritos con los centros poblados. La red vial vecinal abarca alrededor de 113,792.7 Km, (67.6%) de longitud total, de las cuales 1,906.2 Km, (2%) se encuentra pavimentada y 111,886.6 Km, (98%) son vías no pavimentadas de las cuales 27,679.3 Km, (24.73%) se encuentran a nivel de afirmado y 84,207.3 Km, (75.27%) son vías sin afirmar (MTC, 2020).

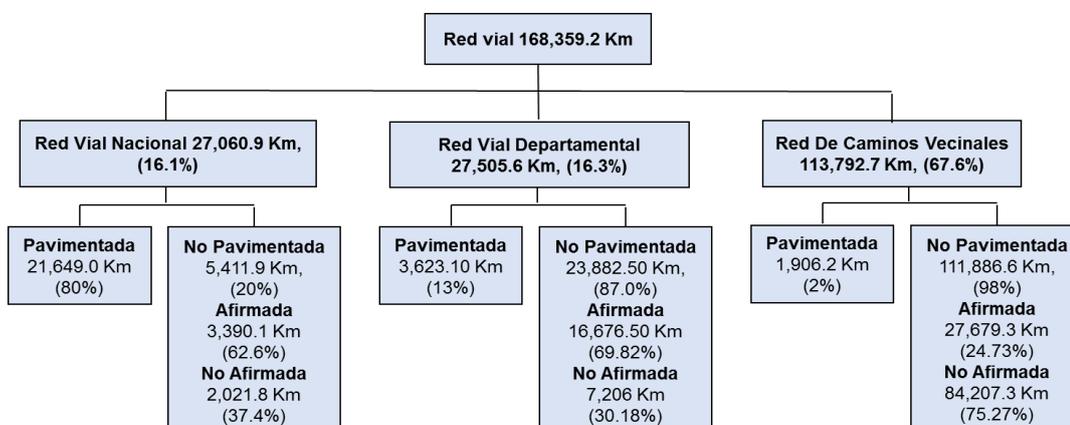


Figura 1. Distribución de la Red Vial en el Perú

Fuente: Elaboración propia

En la urbanización la pradera, que pertenece al distrito de Pimentel, Chiclayo, se ubica la red vecinal, la cual se encuentra a nivel de afirmado, donde se asientan a lo largo de la misma poblaciones que son afectadas por partículas de polvo que se desprenden por el tránsito de vehículos, la cual se encuentra en mal estado, a ello se suman las condiciones orográficas de la región siendo esta una llanura costeña donde los vientos se perciben con mayor intensidad, trasladando las partículas de polvo a zonas más alejadas de la vía, causando enfermedades respiratorias, gastrointestinales entre otras.

1.2 Definición del problema

Según datos del MTC (2020), a nivel nacional existe un gran porcentaje de vías que no se encuentran en condiciones aceptables para su uso, es así que en la región Lambayeque de los 2,056.6 km que comprende la Red vial vecinal, 27.6 km (1.34%) se encuentran asfaltadas, 338.6 km (16.46%) se encuentran afirmadas y 1690.5 km (82.2%) se encuentran sin afirmar.

Las vías que se encuentran a nivel de afirmado se deterioran con mayor facilidad y frecuencia, a causa de la acción del tránsito y las condiciones naturales, por lo que el Estado se ve en la necesidad de realizar mantenimiento con mayor frecuencia para mantenerlas en condiciones aceptables, lo cual genera costos elevados de mantenimiento.

El área de donde se tomaron las muestras de la presente investigación tiene la misma problemática de las vías descritas anteriormente, es así que se dio la necesidad de determinar las causas que generan un efecto y este posteriormente el problema de esta vía el cual ayudara para formular el problema general de la presente investigación, es así que se realizó una validación externa a expertos en carreteras de mucha experiencia, con lo cual se determinó lo siguiente de acuerdo a sus aportes.

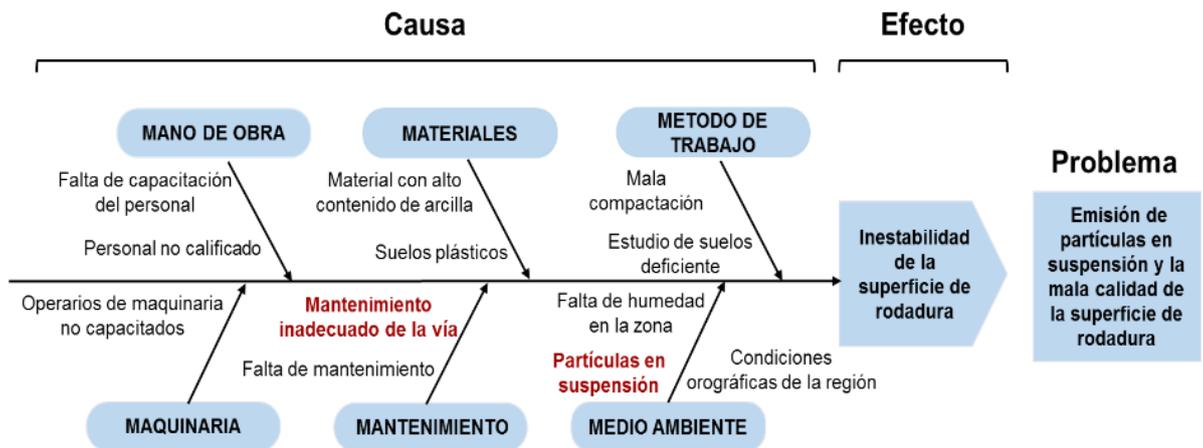


Figura 2. Diagrama de Causa Efecto

Fuente: Elaboración propia

Enfocándose en las causas del mantenimiento y medio ambiente se generó el efecto de inestabilidad de la superficie de rodadura, el cual produjo posteriormente el problema que se presenta en la Avenida Pradera que es la emisión de las partículas en suspensión y la mala calidad del material afirmado.

Es por ello que se buscan opciones económicamente rentables, de poco mantenimiento y que no generen daño al medio ambiente, asimismo influyan de manera positiva en las propiedades mecánicas y físicas de la vía.

Entre las opciones para mejorar los suelos, en la presente investigación se utilizó el cloruro de calcio Quim KD 40 producido por la empresa Química del Pacífico S.A. (QUIMPAC S.A), el cual es un estabilizador químico no tóxico que dota a los suelos de un mejor comportamiento en su servicio. Posteriormente se analizan las características físicas y la capacidad portante de los especímenes de suelo de afirmado, extraído de la misma área de estudio, ante la adición de dos porcentajes de cloruro de calcio.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿Cuál será la influencia de la aplicación del cloruro de calcio en el mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera – urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿En qué medida la aplicación del cloruro de calcio influye en las propiedades físicas de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque?
- ¿En qué medida la aplicación del cloruro de calcio influye en la capacidad portante de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación del cloruro de calcio en el mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la influencia del cloruro de calcio en las propiedades físicas de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque.
- Evaluar la influencia del cloruro de calcio sobre la capacidad portante de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque.

1.5 Justificación de la investigación

La realización del proyecto busca beneficiar a 107 familias que se asientan a lo largo de la avenida Pradera, las cuales se ven perjudicadas por la exposición frecuente al polvo que se genera a causa del tráfico vehicular por las malas condiciones en que se encuentra la superficie de rodadura, lo cual puede comprometer la salud de estos habitantes, además que mejorara la calidad del material de afirmado de este tipo de vía que se deterioran con facilidad, requiriendo mantenimientos periódicos que pueden generar grandes costos.

En vista de la situación problemática de la zona, se busca una solución favorable, diferente y económicamente rentable utilizando el estabilizante Quim KD40 (cloruro de calcio) que permitirá conocer sus ventajas técnicas, económicas y ambientales.

1.6 Alcance y limitaciones de la investigación

La investigación se llevó a cabo a nivel de laboratorio donde se analizó las propiedades que presenta la superficie afirmada de la avenida Pradera y del suelo de la sub rasante, así mismo se determinó el comportamiento de la superficie de rodadura con la mezcla de cloruro de calcio QUIM KD40 sobre las propiedades del suelo en estudio.

Las principales limitaciones presentadas al realizar el presente trabajo de investigación serían las dispuestas por el gobierno a causa del COVID 19, entre ellas mencionamos:

- La imposibilidad del uso de los laboratorios de la Universidad lo cual generó una demora en los tiempos de entrega del informe final ya que se buscó un laboratorio de suelos particular.
- Tiempo limitado de los laboratorios por el aforo reducido, debido al distanciamiento social obligatorio.
- El tiempo reducido del libre tránsito para el recojo de muestras del área de estudio, debido al toque de queda que rige en las regiones.

1.7 Viabilidad de la investigación

1.7.1 Viabilidad Técnica

Es factible realizar la investigación por la gran cantidad de referencias encontradas a través de tesis, libros, artículos científicos, revistas, etc. así como el apoyo incondicional de expertos de amplia experiencia en carreteras, además de emplear el laboratorio, Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C, ubicado en la ciudad de Chiclayo para la realización de los distintos ensayos descritos en el presente informe.

1.7.2 Viabilidad Económica

Todos los gastos generados en el desarrollo del proyecto fueron cubiertos con recursos propios de los investigadores.

1.7.3 Viabilidad Social

Se contó con el apoyo de la población de la urbanización La Pradera, quienes requieren que se realice la mejora de la vía afirmada para que se solucione el problema de la mala calidad de su superficie afirmada que presenta.

1.8 Impacto potencial de la investigación

1.8.1 Impacto teórico

Se analizó comparativamente dos muestras de suelos, sin aditivo y con la aplicación de cloruro de calcio con dosificaciones de 2% y 3% de acuerdo a su masa seca, con la finalidad de evaluar su comportamiento sobre las propiedades físicas y la capacidad portante.

Además, por medio de la investigación realizada, se podría dar una mayor difusión de los beneficios que aporta el cloruro de calcio para estabilizar suelos afirmados, contribuyendo de esta manera a ser una referencia para futuras investigaciones.

1.8.2 Impacto práctico

La presente investigación servirá como precedente de investigaciones futuras, ya que los resultados conseguidos son favorables, mejorando la calidad de la superficie afirmada, la cual si llegase a ejecutarse beneficiara a las familias que se asientan a lo largo de la Avenida Pradera, así como a los trasportistas que hacen uso de las mismas.

La aplicación del cloruro de calcio tiene efectos positivos sobre la mejora en la calidad de los suelos, lo cual es beneficioso porque influirá positivamente sobre la baja calidad de la superficie afirmada que tiene la avenida Pradera.

Debido a la propiedad deliquescente que posee el cloruro de calcio, es decir que posee la cualidad de absorber la humedad del medio ambiente y además de retenerla por largo tiempo, produciendo una mayor cohesión entre las partículas de suelo, trabajando como supresor del polvo que se produciría por el tránsito vehicular, afectando la salud de los moradores de la urbanización La Pradera.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Nivel Internacional

Castillo (2017), en su Tesis “Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Sub rasantes en Carreteras”, realizó un estudio en suelos arcillosos, pero con un CBR inferior al 5% y L.L superior al 100%, con la finalidad de ser utilizados como sub rasante en carreteras, ubicadas en la ciudad de Macas, Cantón Morona - Ecuador.

Las muestras de suelo se obtuvieron del km 3+000 de la vía, en la referida ciudad, las cuales se analizaron en el laboratorio con la adición de 4 porcentajes de cal seca, 10%, 20%, 30% y 40%, respecto del peso de material seco.

Los valores obtenidos después de haber realizado la adición de porcentaje de cal, como se puede observar en la figura N°3, muestran los siguientes resultados. Con respecto al LL, se considera como porcentaje óptimo la mayor adición de cal, obteniendo con un 40%, una reducción de 169% a un poco menos de 147%, en el caso del LP se obtiene mayor aumento con un 10% de adición de cal, a mayor porcentaje de cal este no aumenta considerablemente.

Por otra parte, el análisis respecto a la resistencia del suelo arrojó que con adiciones mayores al 30% de cal, el CBR aumenta a más de 100%.

Este trabajo de investigación es una referencia para la consecuencia de ensayos a realizar, y cómo analizar los resultados que se vayan obteniendo por cada ensayo ejecutado en laboratorio.

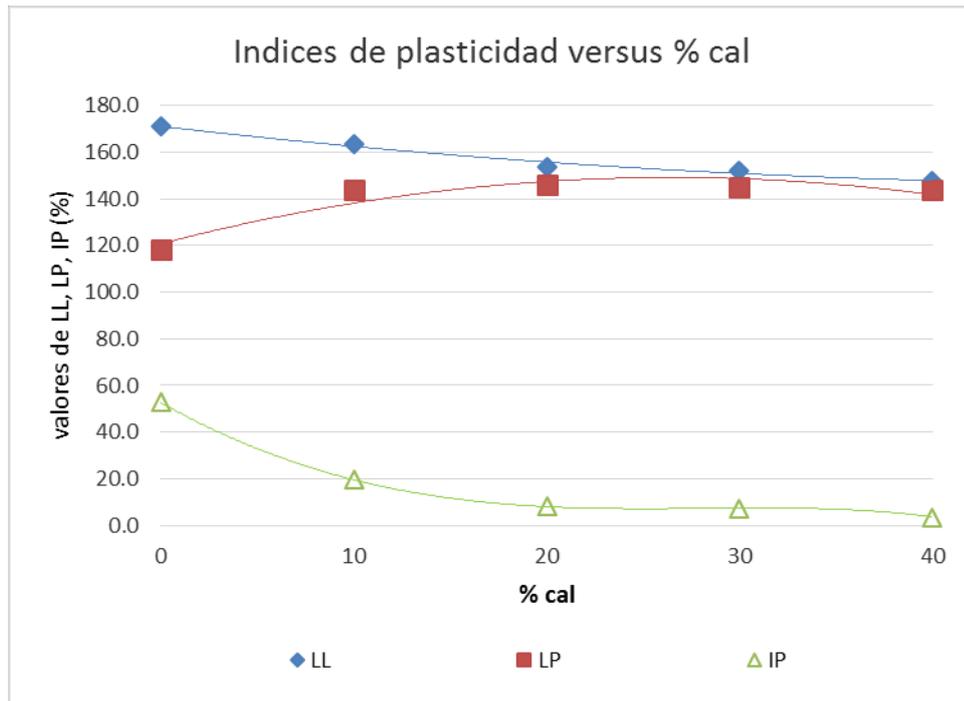


Figura 3 Curvas de resultados de los Límites de Atterberg por % de adición de cal
Fuente: Ing. Byron Fernando Castillo Parra (2016)

Fiallos (2016), en su tesis “Análisis Comparativo de la Estabilización de un Suelo Cohesivo (Arcilloso) por tres Métodos Químicos Cal, Cloruro de Calcio y Sulfato de Calcio (Yeso)”, comparo tres métodos para estabilizar suelos cohesivos, con la finalidad de determinar cuál de ellos tiene el mejor desempeño. El suelo analizado se extrajo de la excavación de una calicata en la ciudad de Puyo, Ecuador, las cuales fueron sometidas a diferentes ensayos en laboratorio para determinar cómo estas se comportan con la adición de los químicos.

En este trabajo se enfatizó más en el cálculo de las cargas máximas y cargas admisibles, las cuales consistían en mezclar la arcilla seca con agua y con su respectivo porcentaje de químico, para luego ser compactadas en bloque de dimensiones y pesos determinados, posteriormente estos bloques se dejaron secar durante 7, 14 y 21 días.

De los ensayos realizados se determinó lo siguiente: para la estabilización que se realizó con arcilla y cal, se obtiene una mejor carga admisible con el 5% y 10% a los 14 días de curado que fueron 1,807 Kg/cm² y 1,547 Kg/cm² respectivamente, así como con el 15% a los 21 días que fue

de 2,784. Kg/cm². Para la estabilización de la arcilla con yeso se obtiene una mejor carga admisible con el 5% a los 7 días de curado que fue de 2,052 Kg/cm², así como con el 10% y 15% a los 21 días que fueron de 2,567 Kg/cm², 3,488 Kg/cm² respectivamente y para la arcilla con el uso de cloruro de calcio se logra un mejor resultado con el 5% a los 14 días de curado el cual fue 1,984 Kg/cm², así como con el 10% y 15% a los 21 días que fueron 2,043 Kg/cm² y 1,833 Kg/cm² respectivamente.

Pero para obtener una idea más clara sobre estos resultados el Ministerio de Obras Públicas de Ecuador acepta como carga admisible máxima 1,613 Kg/cm², es por ello que se concluye que la cal añadida al 10% en la arcilla, es el único estabilizador que cumple con las especificaciones ya que este arrojó una carga admisible de 1,547.

Guamán (2016), en su tesis “Estudio del Comportamiento de un Suelo Arcilloso Estabilizado por dos Métodos Químicos (Cal y Cloruro de Sodio)”, evaluó cómo se comporta la muestra de suelo arcilloso obtenido del barrio Santo Domingo, Cantón Patate, Ecuador, respecto al uso de cloruro de sodio y cal, en dosificaciones de 2,5%, 7,5% y 12,5%, además realiza una comparación económica respecto a cada producto.

En el caso de IP se muestra que para el porcentaje óptimo de cal de 12.5% se obtuvo una reducción de 19.33 a 8.83, y para el caso de cloruro de sodio el porcentaje óptimo fue de 12.5% obteniendo una reducción de 19.33 a 6.54.

Con respecto a los resultados de CBR el mejor porcentaje de cal fue de 12.5% obteniendo un aumento de 4.85% a 26%, y para el caso de cloruro de sodio el mejor porcentaje de cal fue de 2.5% obteniendo un aumento de 4.85% a 9.3%, en esta evaluación se observa que el incremento del CBR es directamente proporcional con a la añadidura de porcentaje de cal.

De este trabajo de investigación se rescata el análisis comparativo realizado por el autor respecto de un suelo como muestra base y con la adición de dos aditivos, se tiene una idea de cómo se comportará el cloruro de calcio,

en el área de estudio, debido a que este químico tiene características parecidas al cloruro de sodio.

Larrea & Rivas (2019), en su tesis “Estabilización de Suelos Arcillosos con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio”, realizaron un estudio de mejoramiento de suelos arcillosos empleando cloruro de calcio mediante la evaluación comparativa entre un suelo patrón (sin aditivos), y otro con el uso de cloruro de calcio y cloruro de sodio como agentes estabilizadores, para determinar cuál de ellos tiene el mejor desempeño. Se aplicó el químico sobre grava arcillosa obtenida de la cantera Cañaverál, Guayas- Ecuador, en dosificaciones de 1%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, a los cuales se les realizó distintos ensayos de acuerdo a las normas ASTM, realizando de esta manera los objetivos trazados en su trabajo de investigación.

En el desarrollo de su investigación, con la aplicación de las diversas dosificaciones se determinó lo siguiente: en el caso de cloruro de sodio la dosificación óptima es de 15%, con ello se reduce el límite líquido de 39% (suelo patrón) a 24.1%, asimismo el IP que es de 17% se reduce a 7.32%. Además, determinaron que el LL y el IP son directamente proporcional al porcentaje de la dosificación. Por otra parte, en la evaluación de la humedad óptima presenta un ligero deceso reduciéndose esta de 15.2% a 11.1%, así como el CBR que baja de 27,27% a un 24.20% al 95% de compactación.

En el caso del cloruro de calcio se determinó que la dosificación óptima es de 20%, con ello se reduce el límite líquido de 39% (suelo patrón) a 23.77%, asimismo el IP que es de 17% se reduce a 8.48%, además determinaron que el aumento de dosificación perjudica la trabajabilidad del suelo, se vuelve más lodoso. Por otra parte, en la evaluación de la humedad óptima, presenta un ligero deceso reduciéndose esta de 15.2% a 14.1%, así como el CBR que baja de 27,27% a un 5.58% al 95% de compactación.

De la referida investigación se rescatan los resultados que lograron con las dosificaciones trabajadas, para tomarlos como referencia y basar la presente investigación en obtener mejores resultados con dosificaciones intermedias a las ya mencionadas anteriormente.

Parra (2018), en su tesis “Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante”, este trabajo de investigación se desarrolló en laboratorio sobre la muestra de un suelo arcilloso denominado Caolín, al cual se le adicionaron 4 porcentajes de cal y ceniza volante, 2%, 4%, 6% y 8%, para determinar su comportamiento a través de los resultados de las diferentes pruebas realizadas en laboratorio.

En el ensayo de compresión, se observó que el porcentaje óptimo de cal viva es del 4% respecto al esfuerzo máximo, incrementando de 0.689 a 2.616, del 8% respecto a la rigidez incrementando de 0.094 a 1.104 así como también del 8% con una deformación de 3.258 la menor deformación de los porcentajes de cal. Para los resultados con la adición de ceniza volante, el porcentaje óptimo respecto al esfuerzo máximo fue del 4% incrementando de 0.689 a 1.180, del 4% respecto a la rigidez pasando de 0.094 a 0.186, y del 8% con una deformación de 5.677 la menor deformación de los porcentajes de cenizas.

Si bien es cierto tanto la ceniza volante como la cal tienen resultados favorables, pero los resultados con la ceniza volante son inferiores a los obtenidos con los porcentajes de la cal, es por ello que se puede concluir que en este análisis comparativo se obtiene los mejores resultados con el uso de cal para el tratamiento de suelos arcillosos.

2.1.2 Nivel nacional

Bonifacio y Sánchez (2015), en su tesis “Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque”, evaluó las propiedades de los mencionados elementos para mejorar las características del suelo de las canteras Cerro Escute (Pacora) y Cachinche (Pitipo), las cuales se clasifican como suelos GP con un CBR de 12% y 7% respectivamente, al cloruro de calcio se le añadió en porcentajes de 1%, 2% y 3% respecto de la muestra seca de suelo de la cantera del Cerro Escute de lo cual el mejor incremento del CBR es con el 3% incrementando de 12% a 16.9% y para la Cantera Cachinche el mejor incremento del CBR es con el 3% incrementando de 7%

a 17.3% lo cual no cumple con la norma que admite un CBR no menor a 40%; para el Cloruro de Magnesio se le añadió en porcentajes de 1%, 4% y 6% respecto de la muestra seca del suelo de ambas canteras, para la cantera Cerro Escute el mejor incremento del CBR es con el 4% incrementando de 12% a 15.5% y para la Cantera Cochinche el mejor incremento del CBR es con 2% incrementando de 7% a 8.8% lo cual no cumple con lo que se estipula en el reglamento que acepta un CBR no menor a 40%. Para el cemento se utilizó el ensayo de compresión simple de acuerdo a la Norma MTC E 121 - 2000 en los porcentajes de 3%, 7% y 12% respecto de la muestra seca de suelos de ambas canteras.

Se concluye que para la Cantera Cerro Escute se obtuvo un aumento en la resistencia del suelo con el 8% del uso de cemento, lo cual pasa la resistencia mínima admitida por el reglamento que es de 18kg/cm² y para la cantera Cochinche se obtiene una apropiada resistencia del espécimen con el 8% de empleo de cemento, la cual pasa la resistencia mínima admitida por el reglamento que es de 18kg/cm², además, comparo los costos de cada químico por m³ siendo la estabilización con el cemento la más costoso con S/. 59.00 por m³ la cual es la única que cumple con lo estipulado por la norma.

Cahuana (2016), en su tesis “Dosificación óptima del cloruro de calcio y la mezcla de caña de azúcar para la estabilización de suelos en caminos vecinales no pavimentadas del distrito de Barranca 2016”, evaluando el material de la cantera Drokasa el cual se llevó a un laboratorio de suelos clasificándola según SUCS como una arena limosa con graba (SM), el material de la cantera tiene un CBR de 40%; el cloruro de calcio se analizó en el laboratorio en dosificaciones de (1%, 4% y 6%), siendo el 1% de cloruro de calcio el que dio mejores resultados al CBR de la muestra pasando de 40% a 52.10% y para la mezcla de caña de azúcar se emplearon porcentajes de (2%, 4%, y 6%), siendo el 6% de mezcla de caña de azúcar el que dio mejores resultados al CBR de la muestra pasando de 40% a 43.40%, además se realizó un análisis comparativo de costos entre uso de cloruro de calcio y la mezcla aplicada de caña, del cual se reconoce al cloruro de calcio como el estabilizador más económico.

Por lo tanto, se concluye que el cloruro de calcio es más rentable para realizar proyectos de estabilización de suelos debido a su bajo costo comparado con la mezcla de caña de azúcar.

Ponce (2018) en el desarrollo de su investigación “Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica”, utilizó la norma ASTM - D1883 para evaluar los distintos tipos de CBR. La investigación tomó tres tipos de muestras distintas de suelo que según la clasificación AASHTO son suelos arcillosos A-4(0), suelos granulares A-6(6) y suelos orgánicos A-7-6(13); se utilizó cloruro de calcio en porcentaje de 2%, 4%, 5%, 6% y 8% para mejorar el CBR de los suelos de lo cual se obtuvo mejores resultados con el 5%; en suelos arcillosos A-4(0) se incrementó el CBR de 11.80% a 16.5%, en suelos granulares A-6(6) se incrementó el CBR de 22.89% a 43.01% y en suelos orgánicos A-7-6(13) disminuyó el CBR de 6.12% a 6.11%.

Se concluye que los suelos granulares tienen una mejor estabilización al incorporarle 5% de químico con respecto al peso seco del material.

Pacheco (2019), en su tesis “Aplicación de cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas”, analiza y compara el comportamiento de dos materiales granulares que obtuvo de dos canteras: Tres Tomas (Mesones Muro – Ferreñafe) y Cantera La Victoria (Patapo), clasificadas como gravas limosas (GM) aplicando porcentajes de cloruro de calcio de 10%, 30% y 50%. Se realizó el ensayo de CBR sin el químico y luego aplicándolo en dosificaciones de 10%, 30% y 50%, teniendo como resultado que el incremento favorable del CBR es con el uso del 10% de cloruro. Es así que para el material de La Cantera Tres Tomas el CBR se incrementó de 58.80% a 73.00% y para la Cantera La Victoria el CBR se incrementó de 48.20% a 74.15%.

Se concluye que para las gravas limosas (GM) el 10% de cloruro de calcio en relación de la muestra seca del suelo de ambas canteras es el porcentaje que da una mejor estabilización del suelo.

Rosales (2018), en su investigación “Aplicación del aditivo Quim Kd – 40 en la estabilización de suelos para caminos no pavimentados en el anexo de Nahuin, Palca – Tarma –Junín, 2017”, evalúa las propiedades físico mecánicas y el comportamiento del CBR, de un suelo denominado grava arcillosa obtenida a través de una calicata a cielo abierto, en la vía del caserío Santa Rosa de Nahuin, departamento de Junín, aplicando un solo porcentaje de cloruro de calcio Quim KD40 de la empresa peruana Quimpac S.A.

La dosificación que se utilizó para esta investigación fue del 2% de cloruro de calcio, porcentaje que describe, está dentro del rango a utilizar que es de 1% a 3% de acuerdo a las especificaciones técnicas del producto. Rosales, logro obtener buenos resultados con la aplicación de cloruro de calcio reflejándose en la densidad de campo que aumento de 93% a 101.3%, redujo el contenido óptimo de humedad de 12.82 % a 8.10 % y aumento el CBR de 58.10% a 82.00%, con lo que concluye que se cumplió con los objetivos trazados en su investigación.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Suelos y su clasificación

Se define como suelo a una capa de grosor variable que se ubica sobre la corteza de la tierra, conformada por material resultante de cambios climáticos o variación físico-química de rocas, así como por la acción de los seres vivos. (Crespo, 2004).

La definición que Crespo da sobre el suelo se podría considerar como una definición más acertada y completa debido a que esta habla sobre los efectos naturales en los que los suelos se forman, y además habla sobre las acciones de los seres vivos que influyen sobre él, de manera directa o indirecta, alterando sus propiedades.

El estudio del suelo es muy importante para definir sus propiedades y características, lo cual permitiría realizar un correcto diseño sobre este. Para ello se debe tener en claro su clasificación, en este sentido existen varios sistemas para clasificar los suelos, en el presente trabajo de investigación se

presentan los más empleados, estos son el sistema de clasificación SUCS y AASTHO.

Según SUCS, representa a los suelos con la siguiente simbología.

Tabla 1. Simbología SUCS

Tipo de suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrememente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite liquido alto (> 50)	L
Turba	Pt	Limite liquido bajo (< 50)	H

Fuente: ASTM D 2487 (2004)

El MTC (2014) en su Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos Ítem 4.3 (f) muestra en la tabla N°2 la conexión que existe entre los dos sistemas anteriormente descritos, además se visualizan las distintas combinaciones de simbología del SUCS y AASTHO.

Tabla 2. Relación de tipos de suelos entre sistema de clasificación AASHTO y SUCS

Clasificación de suelos AASHTO M-145	Clasificación de suelos SUCS ASTM-D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers, citado por el MTC (2014)

La tabla N°3 extraída de MTC (2014) Ítem 4.3 (f) muestra la

clasificación general de los suelos de acuerdo al tamaño de los agregados, basados en AASHTO M 145 o ASTM D 3282

Tabla 3. Clasificación de acuerdo al tipo de suelo basado en AASHTO M 145

Clasificación general	Suelos granulares 35 % máximo que pasa por el tamiz de 0.075 mm (n°200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (n°200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N°10)	máx. 50											
0.425 mm (N°40)	máx. 30	máx. 50	máx. 51									
F: 0.075 mm (N°200)	máx. 15	máx. 25	máx. 10	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 36	máx. 36	máx. 36	máx. 36	máx. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 mm (N°40)												
Características de la fracción que pasa del tamiz (N°40)												
LL: Limite liquido				máx. 40	máx. 41	máx. 40	máx. 41	máx. 40	máx. 41	máx. 40	máx. 41	máx. 41
IP: Índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	máx. 11	máx. 11	máx. 10	máx. 10	máx. 11	máx. 11*	Max. 11*
Tipo de material	Piedras, gravas y arena	Arenas finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos	suelos arcillosos				
Estimación general de los suelos como sub rasante	Excelente a bueno						Regular a insuficiente					

Fuente: US Army Corps of Engineers, citado por el MTC (2014)

2.2.2 Estabilización de suelos

Según el MTC (2014) define a la estabilización como el proceso de mejora de las características de un suelo por acción de medios mecánicos y la incorporación de productos químicos, con ello se busca que estas propiedades se mantengan por más tiempo en condiciones aceptables para su uso. Las estabilizaciones generalmente se realizan a los suelos cuyas propiedades son insuficientes ante los parámetros mínimos de las normas, para garantizar la reducción de problemas que se generen en su uso.

Para la estabilización de suelos se utiliza distintos métodos como:

Estabilización por combinación de suelos: Este tipo de compactación consiste en agregar al suelo de la sub rasante un material de préstamo con la finalidad de mejorar sus propiedades.

Estabilización mecánica: Esta estabilización consiste en la reducción de vacíos del suelo a través de la compactación con medios mecánicos, sin cambiar su estructura.

Estabilización química: Se busca mejorar y acrecentar las características del suelo mediante el agregado de químicos industriales los cuales generan una mayor cohesión entre agregados.

Es importante hacer mención que cualquiera sea el tipo de estabilización que se requiera realizar, esta debe ir seguida de una compactación adecuada. (MTC, 2014).

2.2.2.1 Estabilización química

Consiste en mejorar las características tanto mecánicas como físicas que poseen los suelos con la adición de productos que se comercializan de manera industrial, como cal, cemento, asfalto, cloruros de sodio, magnesio, calcio, etc., los cuales deben cumplir normas internacionales de calidad para minimizar la contaminación ambiental.

La utilización de químicos para la estabilización de suelos se realizara cuando estos tengan baja resistencia, se deformen con facilidad y tengan una granulometría con alto contenido de finos, además se determinara que estos no afecten al hombre ni al medio ambiente durante y después del proceso de estabilización, así mismo el aditivo empleado en el momento de la ejecución deberá tener una mejora en la resistencia de la superficie de rodadura y una reducción del polvo en la zona en la cual se emplearan los distintos estabilizadores químicos. (Norma CE.020, 2012)

Para realizar una estabilización adecuada el MTC (2014), en el Manual de Carretera Ítem 9.1 (6), resume un procedimiento para evaluar la posibilidad de realizar una estabilización química, como se muestra en la Figura N°4, además presenta dos guías como referencia para seleccionar el estabilizador respecto al tipo de suelo, como se observa en las tablas N°4 y 5.

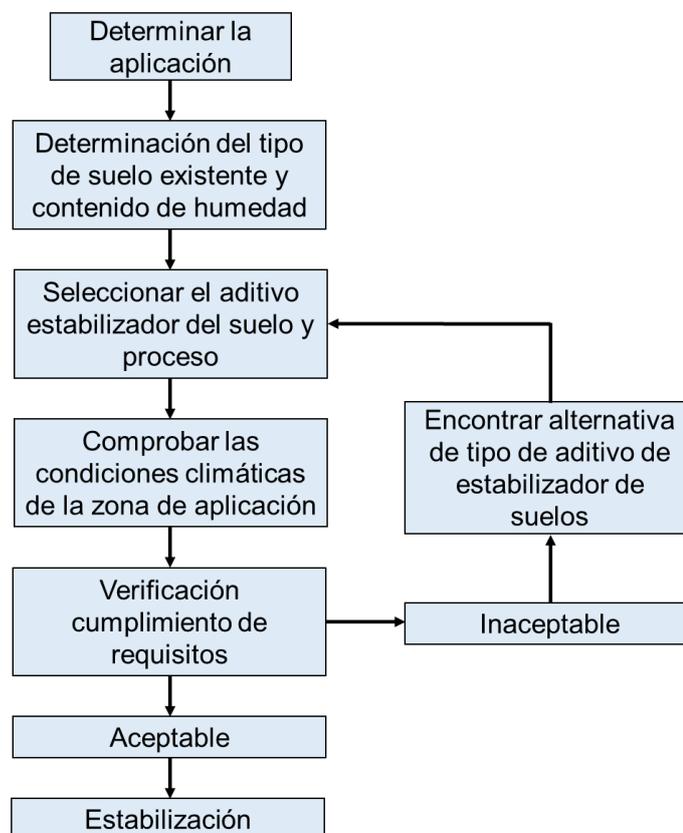


Figura 4. Procedimiento para tipo de estabilización

Fuente: MTC (2014)

Tabla 4. Recomendación del tipo de estabilizador de acuerdo a tipo de suelo.

Área	Clase de suelo	Tipo de estabilizador recomendado		Restricción en LL e IP del suelo	Restricción en % que pasa la malla N° 200	Observaciones
1-A	SW o SP	(1)	Asfalto			
		(2)	Cemento portland			
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1-B	SW -SM o SP-SM o SW-SC o SP-PC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		
		(2)	Cemento portland	IP no excede de 30		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1-C	SM o SC o SM-SC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2)	Cemento portland	(b)		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2-A	GW o GP	(1)	Asfalto			Solamente material bien graduado
		(2)	Cemento portland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la malla N°4
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2-B	GW -GM o GP-GM o GW-GC o GP-GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado
		(2)	Cemento portland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la malla N°4
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2-C	GM o GC o GM-GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado
		(2)	Cemento portland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la malla N°4
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
3	CH o CL o MH o ML o CH o CL o ML-CL	(1)	Cemento portland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2)	Cal	IP no menor de 12		
IP=Índice de plasticidad (b) $IP = 20 + (50 - \% \text{ que pasa la malla } N^{\circ} 200) / 4$				Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador		Fuente: US Army Corps of Engineers

Fuente: MTC (2014)

Tabla 5. Recomendación complementaria de selección de estabilizador

Tipo de estabilizador	Normas Técnicas	Suelos	Dosificación	Cuadro (Apertura de tráfico)	Observaciones
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL < 40% IP ≤ 18% CMO < 1.0 % Sulfatos (SO42) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO4Ca -AF ≤ 10% -AG ≤ 12% Durabilidad SO4Mg -AF ≤ 15% -AG ≤ 18%	2 -12 %	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 o ASSHTO M208	A-1, A-2 y A-3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8 % Equiv. Arena ≥ 40% CMO (2) < 1.0 % Sulfatos (SO42) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO4Ca -AF ≤ 10% -AG ≤ 12% Durabilidad SO4Mg -AF ≤ 15% -AG ≤ 18%	4 -8 %	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 ASTM M216 AASHTO C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50 % CMO < 3.0 % Sulfatos (SO42) < 0.2 % Abrasión < 50%	2 -8 %	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla
Cloruro de calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E1 109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15 % Sulfatos (SO42) < 0.2 % Abrasión < 50%	1 al 3% en peso del suelo seco	24 horas	-
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E1 109	A-2-6, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15 % CMO < 3.0 % Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m3	7 días	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E1 109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15 % CMO < 3.0 % pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m3	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Aceites Sulfatados	-	Aplicable en suelos con partículas frías limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO < 1.0 % Abrasión < 50%	-	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	-

Fuente: MTC (2014)

2.2.2.2 Estabilización con cloruro de calcio

De acuerdo a Herráez & Moreno (2019), mencionan en su libro que el cloruro de calcio es uno de los productos que tiene más uso para estabilizar suelos, debido a que es el más económico en el mercado actual, se utilizan tanto en las sub bases y bases de una carretera, así como en superficies de tierra directamente, mejorando sus características físicas mecánicas y reduciendo los costos de mantenimiento periódicos.

El cloruro de calcio que se utilizara en la presente investigación es el producto QUIM KD40, producido industrialmente en nuestro país por la empresa peruana Química del Pacífico S.A (QUIMPAC S.A), el cual es el resultado de la combinación química entre en carbonato de calcio (caliza) con el ácido clorhídrico.

El cloruro de calcio que comercializa la empresa QUIMPAC es de estado líquido con una concentración de 40%, distribuido a granel a nivel nacional de acuerdo a los requerimientos del área a estabilizar, cuyas especificaciones técnicas se observan en la tabla N°6.

Tabla 6. Especificaciones técnicas del cloruro de calcio

Especificaciones Técnicas			
Cloruro de calcio	40	(%) w mín.	como CaCl ₂
Sulfato de calcio	0.04	% w máx.	como CaSO ₄
Cloruro de sodio	310	ppm máx.	como NaCl
Hierro	1.5	Ppm	como Fe

Fuente: QUIMPAC S.A (2018)

Algunos de los beneficios que se obtienen con el uso del cloruro de calcio QUIM KD40, son los siguientes.

- Es una solución deliquescente, es decir que absorbe humedad del medio ambiente convirtiendo a la superficie donde se aplica más resistente a la evaporación de la humedad.

- Es una solución crioscopia es decir que reduce el punto congelamiento de las superficies hasta -50.6°C .
- Tiene la capacidad de minimizar el polvo en distintas vías de afirmado o a nivel de trochas, debido a que es capaz de retener la humedad por tiempo indefinido.
- No produce corrosión alguna sobre los metales debido a que su contenido de cloruro de sodio es mínimo (310 ppm como máximo)
- Es un químico que no produce efectos negativos sobre el medio ambiente

2.2.3 Ensayos realizados

2.2.3.1 Muestreo de Suelos y Rocas, MTC E 101

La exploración a través de calicatas consiste en la extracción de muestras de suelos, para determinar las características que este posee, de acuerdo al MTC en su manual de suelos geología geotecnia y pavimentos ítem 4.1 indica que la separación entre calicatas comprenderá una distancia entre los 250 m y 2,500 m, se tomaran distancias más cortas, dependiendo de la topografía, la irregularidad del suelo o cuando se requiera una mayor precisión del tipo de suelo y sus características (MTC, 2014).

a) Objetivo

Brindar alcances para la sustracción y traslado de especímenes de suelos y rocas.

b) Referencia de norma

ASTM D 420

c) Equipos y materiales

Los equipos descritos se utilizarán de acuerdo a las características del suelo y la profundidad de la excavación.

- Herramientas mecánicas como: excavadores mecánicos, taladros, barrenos, etc.
- Herramientas manuales como: palas, picos, llaves de tubos, etc.
- Recipientes apropiados para la recolección y traslado de las muestras como: frascos, bolsas, cajas.
- Utensilios para manipulación de recipiente: guantes y tenazas para la manipulación de recipientes calientes.
- Accesorios utilizados, brújulas GPS, niveles, cámara fotográfica cinta métrica.

d) Muestras

Se determinarán las muestras representativas a criterio del representante, por cada material a evaluar y de acuerdo a los ensayos que se realizaran, pero es sugerido utilizar las siguientes cantidades.

- Descripción visual 0,50 kg – 50 - 500 g.
- Granulometría 0,50 a 2,5 kg.
- Ensayos de compactación 20 a 40 kg.
- Evaluación de las propiedades de los agregados 50 a 200 kg.

e) Procedimiento

Muestras in situ

Las exploraciones a cielo abierto se realizarán con las precauciones del caso requeridas, para prevenir que el material del muro se desprenda y afecte la integridad física del operario y además que se

mezcle con las muestras que se extraen.

La profundidad de la exploración a cielo abierto para vías, aeropuertos o en caso de aparcamiento, será 1.5 m por debajo de la altura proyectada de la sub rasante, pero en caso de circunstancias especiales esta altura puede aumentar o reducirse

2.2.3.2 Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107

Realizado para determinar la clasificación por dimensión, de las fracciones de un espécimen de suelo por medio de la utilización de tamices, además analizar los diferentes elementos que componen el suelo clasificándolos de acuerdo al tamaño de sus partículas en grava, arena y material fino (MTC, 2014).

De acuerdo al MTC (2013) en sus especificaciones técnicas de la EG - 2013 Sección 301.D.20 hace referencia que los materiales que se emplearan para la estabilización con cloruro de calcio procederán ya sea de la misma vía que se estabilizara o se extraerán de las canteras más cercanas, además los materiales tendrán un máximo de 3% de contenido de materia orgánica en su composición y una gradación de acuerdo a la tabla N°7.

Tabla 7. Gradación de suelos con cloruro de calcio

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
25.400 mm (1")	100
19.050 mm (3/4")	70 – 100
9.525 mm (3/8")	50 – 100
4.750 mm (N 4)	40 – 55
2.000 mm (N°10)	35 – 70
0,425 mm (N°40)	20 – 45
75 um (N°200)	10 – 30

Fuente: MTC (2013)

a) Objetivos

Según el MTC (2016) en su Manual de Ensayo de Materiales el objetivo es realizar un análisis cuantitativo de las partículas de suelo, obtenidos de una determinada muestra, que quedan depositados y graduados en los distintos tamices.

b) Referencia de norma

ASTM D 422.

c) Equipos y materiales

Equipos

- Balanza N°1: usada para las partículas de suelo que pasen el tamiz N°4, con precisión de 0.01gr, debidamente calibrada.
- Balanza N°2: para fracciones de muestra que queden retenidas en el tamiz N°4, con precisión de 0.1gr, debidamente calibrada.
- Horno con temperatura promedio de 110 ± 5 °C, para el secado de muestras.

Materiales

- Juego de tamices de malla cuadrada, los cuales son necesarios para dibujar la curva granulométrica, representado en la tabla 8.

Tabla 8. Juego de tamices

TAMICES	ABERTURA
3"	75,000
1 1/2"	38,100
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N°4	4,760
N°8	2,360
N°16	1,100
N°30	0,590
N°50	0,297
N°100	0,149
N°200	0,075

Fuente: MTC (2016)

- Recipientes para secado de materiales, deben de ser de materiales que resistan altas temperaturas.
- Cepillo de preferencia de alambre y brocha de cerdas finas.

d) Procedimiento

Este procedimiento se realiza para dos fracciones de muestra de suelo, es decir para agregados pasantes del tamiz N°4 y lo que queda retenido en el mismo.

Agregados retenidos en tamiz N°4

- Se separa los agregados gruesos en fracciones de acuerdo a los tamices que van desde 3" hasta el tamiz N°4.
- El tamizado consiste en verter la muestra de suelo y agitarla en forma constante y enérgica, hasta que el proceso haya concluido, esto se sabrá cuando ya no pase más de 1% de muestra en el tamiz retenido durante un periodo corto. En caso de utilizar una tamizadora mecánica, el procedimiento es parecido, lo que cambiaría en este caso es que se dará 10 minutos de movimiento a los tamices.
- Se procede a pesar las muestras de acuerdo a cada tamiz, verificando que la diferencia de los pesos sumados, no sean mayores a 1% del peso de la muestra total.

Agregados que pasan el tamiz N°4

- Separando los agregados finos en fracciones de acuerdo a los tamices que van desde N°4 hasta el N°200.
- Se realiza una inspección de la muestra y se determina que las muestras que son arenosas y que contengan poca arcilla en forma de terrones que se desmoronen con sencillez, se procedan a tamizar en seco. En cambio, las muestras que son arcillosas que

conformen grumos de tierra que no se deshagan, se tamizarán en húmedo.

- En el caso que se requiera partículas menores del tamaño de tamiz N°200 para obtener una curva granulométrica más completa, se utilizará el hidrómetro.
- Para el caso de partículas de tamaño mayor al tamiz N°200, éstas se procederán a ensayar en seco, esto quiere decir que se lava la muestra y se separa mediante cuarteo 115 gr en caso de arena y 65 gr en caso de arcilla, estas muestras se deben pesar por porciones de 10 a 15 gr y se pasan al horno y al retirarlos se pesan nuevamente para verificar su peso.
- Estas muestras se hidratan hasta verificar que se pongan más frágiles, para luego proceder a lavarla sobre el tamiz N°200 cuidando de no frotarla y además que no se pierda la muestra sobre este, luego nuevamente se pone al horno y se vuelve a pesar, concluyendo con el tamizado en seco como lo descrito anteriormente.

e) Cálculos y presentación de resultados

Agregados retenidos en tamiz N°4

Para calcular el porcentaje de muestras que pasan el tamiz N°4, hay que tener en cuenta el peso que pasa esta y dividirla entre la masa total empleada, luego el resultado se obtendría después de multiplicarla por 100. Para el caso que se requiera calcular la fracción de muestra que se mantiene en la misma malla, se realiza simplemente la resta del peso total menos el peso pasante del tamiz N°4. Este procedimiento se puede utilizar para hallar los porcentajes de cada tamiz.

Agregados retenidos en tamiz N°4

- Para determinar el porcentaje pasante del tamiz N°200 se debe realizar la siguiente operación.

$$\% \text{ Pasa tamiz N}^\circ 4 = \frac{\text{Total, Peso} - \text{Peso retenido en el tamiz N}^\circ 4}{\text{Peso total}} \times 100$$

- Para determinar el porcentaje de muestra retenido, se usa la siguiente formula

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} \times 100$$

- Para el cálculo de la humedad higroscópica se emplea la formula siguiente.

$$\% \text{ Humedad higroscopica} = \frac{W - w_1}{w_1} \times 100$$

Donde:

W = Peso de muestra secada a temperatura ambiente

w₁ = Peso de muestra secada en horno

Los resultados que se obtienen de los cálculos anteriormente descritos, deben presentarse en forma tabulada o en forma gráfica, dependiendo del requerimiento del usuario.

2.2.3.3 Determinación del contenido de humedad de un suelo, MTC E 108

a) Objetivos

Definir la concentración de humedad que contiene una muestra de suelo por medio de un ensayo de laboratorio.

b) Referencia de norma

NTP 399.129

c) Equipos y materiales

- Horno utilizado para el secado de muestras, con soporte de temperatura promedio entre 110 ± 5 °C.
- Balanzas debidamente calibradas con aproximaciones de 0,01 g
- envases apropiados (herméticos y resistentes a la corrosión)
- Utensilios para manipulación de recipiente: guantes y tenazas para la manipulación de recipientes calientes.

d) Procedimiento

Espécimen del ensayo

El MTC, en su Manual de Ensayo de Materiales (2016) hace referencia que cuando no se toma la totalidad de la muestra de suelo solo una porción que viene hacer una muestra representativa es así que se determinara la cantidad mínima de suelo húmedo que debe ser mayor a 20g.

Tabla 9. Cantidad mínima de espécimen de material húmedo

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a \pm 0,1%	a \pm 1%
2mm o menos	2,00 mm (Nº10)	20 g	20 g *
4,75mm	4,760 mm (Nº4)	100 g	20 g *
9,5mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5mm	38,1 mm (1")	10 kg	1 kg
75,0mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

Fuente: MTC (2016)

- Pesar y enumerar los recipientes limpios y secos.
- Seleccionar las porciones representativas a ensayar según tabla 9.
- Colocar el espécimen de la muestra dentro del recipiente y pesarlos juntos, luego registrar este peso.
- Colocar el espécimen en el horno por un periodo de 12 a 16 horas.
- Sacar del horno la muestra, y dejar enfriar hasta obtener una temperatura ambiente luego pesarlos y registrar su peso.

e) Cálculo

Los cálculos del contenido de humedad se obtienen a partir de la formula siguiente:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Donde:

W = Contenido de humedad, (%)

M_{cws} = Peso del recipiente más el suelo húmedo, en gramos

M_{cs} = Peso del recipiente más el suelo secado en horno, en gramos

M_c = Peso del recipiente, en gramos

M_w = Peso del agua, en gramos

M_s = Peso de las partículas sólidas, en gramos.

2.2.3.4 Cálculo del límite líquido MTC E 110

Según la EG - 2013 el límite líquido se da cuando un suelo pasa de una condición semilíquida a una condición plástica con la particularidad de que el suelo se puede moldear con facilidad. Además, en su Sección

301.02 hace referencia que el material afirmado que será utilizado como superficie de rodadura no pavimentada tendrá un límite líquido máximo de 35%.

De acuerdo a las Normas de Ensayos de Dirección Nacional de Viabilidad de Buenos Aires (s.f.) menciona que el L.L. representa la humedad contenida, la cual se expresa en porcentaje del peso de un suelo seco, además se fija como la humedad que necesita una pasta de suelo de 1cm la cual está separada por una zanja en dos mitades para luego cerrar 12mm de dicha zanja en 25 golpes en el dispositivo de casa grande.

a) Objetivos

Determinar el valor obtenido cuando la muestra representativa se encuentra entre las fases plástico y líquido expresado en porcentaje, de acuerdo al equipo de Casagrande.

b) Referencia de norma

NTP 399.129

c) Equipos y materiales

Equipos

- Molde de porcelana circular de 115 mm de diámetro.
- Equipo de Casagrande, puede ser manual o mecánico. En la figura 5 se muestra el aparato de Casagrande manual visualizándose las medidas de cada componente.
- Balanza calibrada con precisión de 0.01 gr.
- Horno capaz de soportar altas temperaturas.

Materiales

- Espátula cuyas dimensiones deben ser de 3 a 4 pulgadas de largo y de 3/4 de pulgadas de ancho.

Insumo

- Se puede utilizar agua destilada o agua desmineralizada.

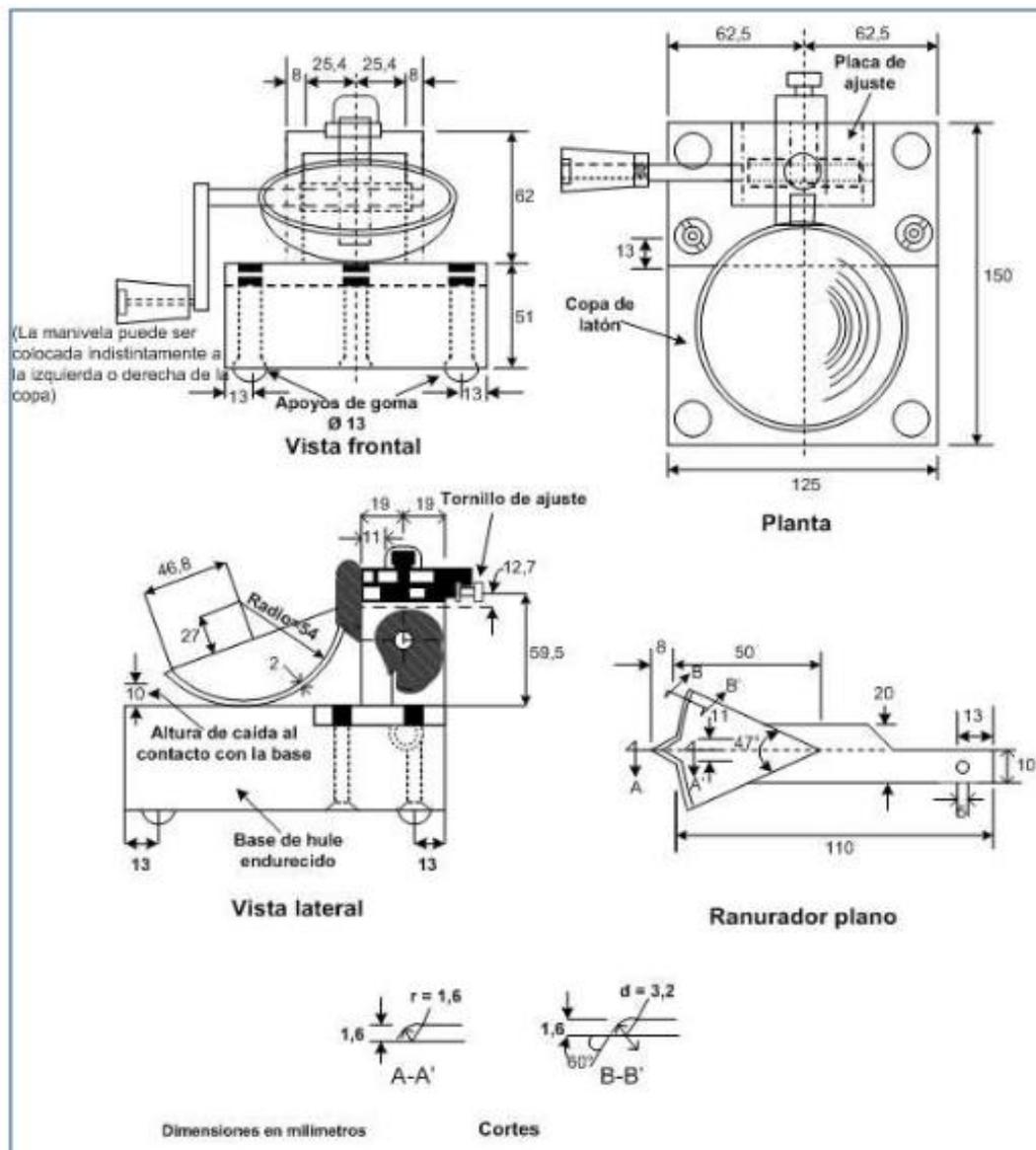


Figura 5. Aparato manual de Casagrande

Fuente: MTC (2016)

d) Procedimiento

Multipunto

Se procede a colocar una fracción de muestra, sobre la copa del dispositivo de Casagrande, tratándola de uniformizar con la espátula a una profundidad de 10 mm, evitando que se generen glóbulos de aire.

Con la ayuda del acanalador, se realiza una ranura en la muestra de suelo hasta llegar a la base de la copa. Una vez realizada, se presiona el acanalador sobre la muestra y se procede a dibujar un arco, manteniéndolo perpendicular a la superficie. En algunas muestras en las que no se pueden hacer las ranuras porque se cuartea, en este caso se podría hacer las ranuras a unas dimensiones menores de las que se requieren con la ayuda de la espátula, y con el acanalador se da las dimensiones finales.

Se procede a girar el manubrio del equipo de Casagrande, con velocidad constante dando 1,9 a 2,1 golpes/segundo hasta que se observe que las muestras independientes se junten en el interior de la copa, a un espacio de 1/2 pulgada, como se observa en la figura 6, esta longitud será verificada con una regla.

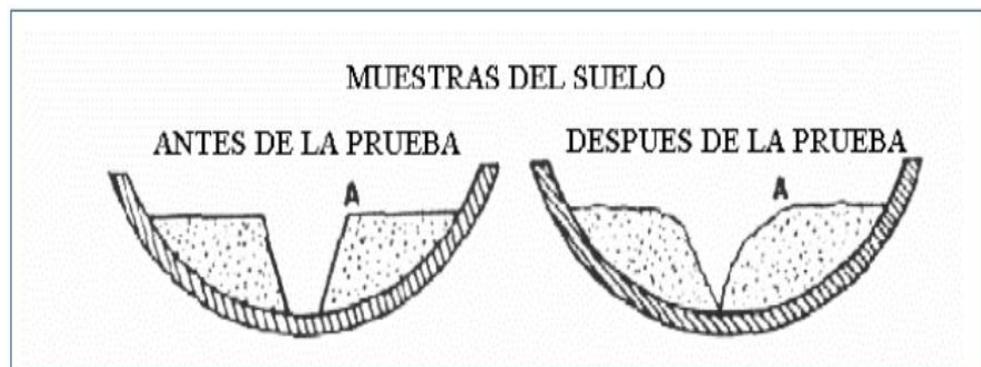


Figura 6. Separación de muestra de suelo de ensayo de límite líquido

Fuente: MTC (2016)

En el caso que un glóbulo de aire haya causado el cierre precoz del surco, se deberá moldear el espécimen en la copa, una porción

pequeña de muestra para que de esta manera se pueda compensar la pérdida del ranurado anterior.

Hay que tener un registro de la cuenta de golpes que son imperativos para que se junte la muestra en el fondo de la copa. Se procede a recoger una fracción del espécimen de 3/4" de largo, y se extiende hasta el ancho de la torta en forma recta, además se incluye la muestra de suelo de la ranura que se deslizó para luego dejarlo reposar sobre un recipiente.

Luego de dejar reposar la muestra, esta se debe mezclar con agua destilada, con la finalidad de saturarla y al momento de realizar la prueba se disminuye cantidad de golpes que se darían para que el espécimen se junte en el fondo de la copa. Esta operación se repite para un mínimo de dos pruebas, produciendo menores golpes para que la ranura se cierre. Las pruebas se realizarán para un rango de golpes necesarios para el cierre que irían desde 25 a 35, otra de 20 y 30 golpes, y para 15 a 25 golpes.

Es necesario calcular humedad contenida en los suelos, para ello se utiliza el ensayo descrito en la NTP 339.127. Los pesos deben obtenerse en el momento de culminación del ensayo, en el caso que el ensayo sea interrumpido por un tiempo superior a 15 min la muestra ya obtenida se pesara en el instante de la suspensión.

Un punto

Para el caso de un punto el ensayo se realizará de la misma manera.

e) Cálculos y presentación de resultados

Multipunto

Se realiza la representación mediante un gráfico semilogarítmico donde va el porcentaje de humedad y la cantidad de golpes.

Se toma el valor de porcentaje de humedad que se intercepta con el

número de golpes 25, como se representa en la figura N°7.

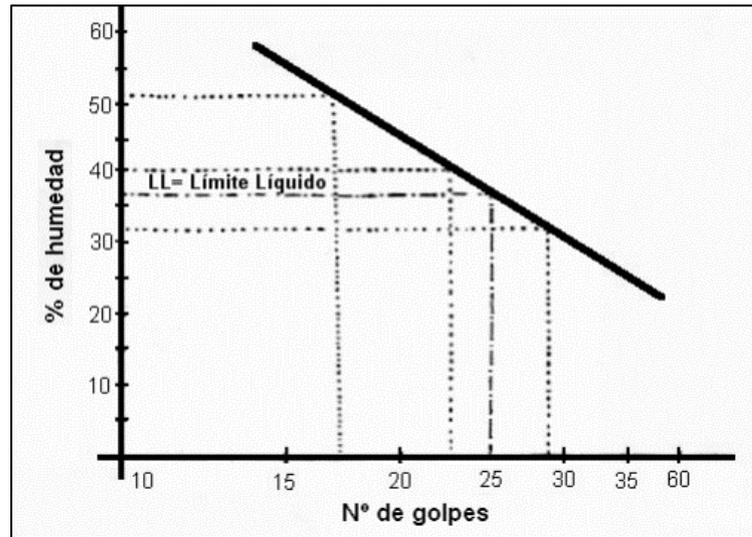


Figura 7. Determinación del Límite Líquido

Fuente: Dirección Nacional de Vialidad, Buenos Aires (s.f)

Un punto

El L.L se determina con la ecuación siguiente.

$$L.L = W^n \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121} \quad \text{o} \quad L.L = KW^n$$

Donde:

N = Número de golpes necesarios para cerrar la ranura

W^n = Humedad de la muestra

K = Factor para el límite líquido. Mostrado en la tabla siguiente.

Tabla 10. Factor K para el L.L.

N (Número de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Fuente: Dirección Nacional de Vialidad, Buenos Aires (s.f)

2.2.3.5 Cálculo del límite plástico (L.P.) e Índice de plasticidad (I.P.), MTC E 111

El límite plástico de un suelo se da cuando este pasa de una condición plástica a una condición semisólida con la particularidad de que el suelo llegue a fracturarse, además un suelo con alto contenido de plasticidad está compuesto por la gran cantidad de material fino en su composición granulométrica, el índice de plasticidad representa la humedad contenida en el suelo, en intervalos que determinan su consistencia plástica, es así que la Tabla N°11 clasifica a los suelos de acuerdo a su índice de plasticidad.

Tabla 11. Tipos de suelos según Índice de Plasticidad

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICAS
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: MTC (2014)

De acuerdo a la EG-2013 en su Sección 301.D.20 menciona que los suelos que se combinan con el cloruro de calcio tendrán un índice de plasticidad comprendido en un rango de 4 – 15% lo cual permitirá una buena estabilización y mejora en sus propiedades físicas, así como las mecánicas.

a) Objetivos

Definir el LP e IP siempre y cuando se conozca el LL de la misma muestra de suelo.

b) Equipos y materiales

Equipos, materiales e insumos.

- Espátula cuyas dimensiones deben ser de 3 a 4 pulgadas de largo

y de 3/4 de pulgadas de ancho.

- Envase de material porcelana de diámetro 115 mm.
- Balanza calibrada con precisión de 0.01 gr.
- Horno capaz de soportar altas temperaturas.
- Tamiz N°40.
- Agua destilada o agua desmineralizada.
- Vidrios reloj o vidrios adecuados para determinar la humedad.
- Vidrio grueso para ser utilizado como superficie

c) Procedimiento

- Se utiliza un espécimen de 20 gr pasante del tamiz N°40. Se procede a amasar agregando agua destilada hasta que tenga una consistencia maleable y se pueda formar una esfera. Se toma porciones pequeñas de la esfera de aproximadamente 1,5 g a 2,0 g para el ensayo.
- Se toma una porción de muestra de unos 15 gr y se moldea sobre la superficie de vidrio, el moldeo se realizará con los dedos aplicando la fuerza adecuada para formar cilindros.
- Si en el proceso de moldeo de cilindro, se observa que no se ha desmoronado antes de llegar a 3.2 mm de diámetro se moldea nuevamente hasta que se desmorone en ese diámetro.
- Las muestras obtenidas se colocan sobre vidrio y se procede a realizar un nuevo proceso hasta obtener 6 gr de muestra, luego se procede a determinar la humedad como se indica en la normativa del MTC E 108.
- Toda la muestra se repite con el mismo proceso.

d) Cálculo

Cálculo del Limite Plástico

Determinar los resultados de promediar dos diferentes ensayos de contenidos de humedad, en el caso que la diferencia que haya en los dos ensayos es mayor que el valor que se acepta de acuerdo a la tabla 12, el LP será el promedio de las humedades de ambos resultados, expresados en porcentaje.

$$\text{limite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado en horno}} \times 100$$

Tabla 12. Estimado de precisión para L.P.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Limite Plástico	0,9	2,6
Precisión Multi laboratorio		
Limite Plástico	3,7	10,6

Fuente: Dirección Nacional de Vialidad, Buenos Aires (s.f.)

Cálculo del Índice de Plasticidad

El índice plástico se determina con la diferencia entre LL y el LP.

$$I. P = L. L - L. P$$

Donde

L.L = Limite Líquido

L.P = Limite Plástico

Ambos son números enteros

En el caso de la no determinación del LL y LP, el índice plástico se denominará como no plástico o NP, del mismo modo cuando el LP sea mayor al LL.

2.2.3.6 Ensayo de Proctor modificado, MTC E 115

Este ensayo relaciona la cantidad de agua de un espécimen y el peso seco de un material mediante un proceso de compactación que se describe en el Manual de Ensayos de Materiales del MTC (2016), los suelos de la sub rasante 30cm por debajo de la misma y el material afirmado que conforma la superficie de rodadura serán compactados a un 95% de su densidad seca.

a) Objetivo

El objetivo es determinar la compactación de un suelo a través de ensayo de laboratorio con la utilización de una energía modificada de $2700 \text{ KN} \cdot \text{m}/\text{m}^3$.

b) Alcances

Se puede aplicar cualquiera de los 3 métodos alternativos que existe el cual debe ir descrito en las especificaciones.

Método A.

Cilindro metálico de 4" de diámetro

- El material empleado para este método es el pasante del tamiz N°4.
- Se usa un total de 5 capas y se aplica 25 golpes por cada una.
- Este método se usa cuando el 20% o menos de la masa de la muestra son retenidos en la malla N°4.

Método B.

- Cilindro metálico de diámetro 4".
- La muestra empleada para este método es el que pasa por el tamiz 3/8".
- Se emplea un total de 5 capas y se aplica 25 golpes por cada una.

- Este método se usa cuando más del 20% de la masa de la muestra son retenidos en el tamiz N°4 y el 20% o menos de la masa de la muestra son retenidos en la malla 3/8"

Método C.

- Cilindro metálico de diámetro de 6".
- La muestra empleada para este método es el que pasa por el tamiz 3/4".
- Se emplea un total de 5 capas y se aplica 56 golpes por cada una.
- Este método se usa cuando más del 20% de la masa de la muestra son retenidos en el tamiz 3/8" y un porcentaje menor del 30% de la masa de la muestra son retenidos en el tamiz 3/4".

c) Referencia de norma

NTP 339.141

ASTM D 1557

d) Equipos y materiales

- Moldes metálicos de diámetro 4 y 6 pulg y de alturas $4,58 \pm 0,018$ pulg.
- Pistón para realizar la compactación de la muestra, puede ser manual o mecánico el cual debe caer sin obstrucción desde una altura de $18 \pm 0,05$ pulg, el área en contacto con la muestra debe ser plana y de forma circular de diámetro $2,000 \pm 0,005$ pulg.
- Balanza tipo GPS con aproximación de un gramo.
- Horno con temperatura de 110 ± 5 °C.
- Regla rígida metálica mayor de 10 pulga de longitud
- Tamices requeridos, 3/4", 3/8", y N°4

- Misceláneos (mortero, cucharon, paleta, espátulas, etc.)

e) Muestra

El peso utilizado para realizar el ensayo por el procedimiento A y B es 16 Kg y el caso del procedimiento C debe ser 29 kg.

f) Procedimiento

Preparación de aparatos

- Determinar el método a utilizar siendo A, B o C, y determinar su respectivo molde, y su peso.
- Realizar la verificación del pistón que este se encuentre en buenas condiciones para su uso.
- Verificar que las balanzas, molde y pistones se encuentren calibrados.

Preparación del suelo

La muestra de suelo utilizada para este ensayo no debió ser utilizada en otro ensayo.

Método de preparación de muestra húmeda

- Las muestras de suelo obtenidas que pasan por los tamices N°4, 3/4" o 3/8", para ser ensayadas de acuerdo al método requerido.
- Se procede a preparar 5 muestras de suelos con contenidos de agua cerca al óptimo con porcentajes de agua que varíen en 2%, se necesitan contenidos de agua secos y húmedos para de esta manera se defina la curva de compactación.
- Para el caso de realizar el método A y B se utilizará una masa de 2,3 kg y para el método C, se usará 5,9 kg, a la muestra de suelo se añade agua o se retirará de manera tal que contenga el óptimo.

Muestra - preparación en seco

- Para el caso que la muestra de suelo requerida para el ensayo se encuentre muy húmeda, se procederá al secarla hasta que resulte el contenido de humedad requerido ya sea por medios naturales o mecánicos.
- Una vez secada la muestra se procede a eliminar los grumos que contenga y se pasan por los tamices de acuerdo al método requerido.
- Se realiza una preparación de 5 muestras de suelos.
- Para el caso de realizar el método A y B se utilizará una masa de 2,3 kg y para el método C, se usará 5,9 kg, a la muestra de suelo se le añadirá agua o se retirará de manera tal que contenga el óptimo.

Compactación de la muestra

- Se determina la masa del molde empleado para este ensayo.
- Se procede a ensamblar los componentes del molde metálico, procurando su fácil desmontaje.
- Se vierte el espécimen sobre el molde en 5 capas del mismo espesor compactándola con el pistón cilíndrico, dándoles el número de golpes de acuerdo al método empleado.
- La masa de suelo que se utilizara para el ensayo será de manera tal que la última capa compactada quedara dentro del cilindro metálico, verificando que no será mayor de 6 mm, de la parte superior del molde.
- Se dará golpes con el pistón a razón de 25 golpes/minuto.
- Una vez se compacte la última capa de la muestra se procede a retirar el collar y el plato de la base, luego se arreglará el suelo

adyacente al collar, con la ayuda del cuchillo evitando que se desgarre de la parte superior del recipiente metálico.

- Con la regla metálica se procede a enrasar la superficie del molde.
- Se calcula la masa del cilindro con la muestra, en una balanza con aproximación al gramo.
- Se desmorona la muestra y con la finalidad de obtener una fracción de su interior, utilizada para calcular su humedad, tal como se indica en la NTP 339.127.

g) Cálculos

- Para calcular el contenido de agua se sigue el procedimiento descrito en NTP 339.127.
- Cálculo del peso unitario seco.

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \quad (1).$$

Donde:

ρ_m = Densidad humedad del espécimen compactado (Mg/m^3)

M_t = Masa de la muestra húmeda y el cilindro (Kg)

M_{md} = Masa del molde (Kg)

V = Volumen del molde (m^3)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{W}{100}} \quad (2)$$

Donde:

ρ_d = Densidad seca de la muestra compactada (Mg/m^3).

w = Contenido de agua (%)

$$\gamma_d = 62.43 \rho_d \text{ en } \frac{lbf}{pie^3} \quad (3)$$

$$\gamma_d = 9.807\rho_d \text{ en } \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$$

Donde:

γ_d = Peso unitario del espécimen compactado

- Contenido de agua para saturación completa.

$$W_{\text{sat}} = \frac{(\gamma_w - G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

W_{sat} = Contenido de agua para una saturación completa.

γ_w = Peso unitario del agua 9,807kN/m³

γ_d = Peso unitario seco del suelo

G_s = Gravedad específica del suelo

2.2.3.7 CBR (laboratorio), MTC E 132

De acuerdo al Manual de Carreteras en su sección suelos y pavimentos hace referencia en el Ítem 3.3 que los suelos por debajo del nivel de la sub rasante a 0.6m, deben tener un CBR \geq 6% respecto al 95% de la densidad máxima seca y a una penetración de 0,1” para ser considerados suelos apropiados para colocar sobre su superficie material de afirmado, se clasifica a las sub rasantes en inadecuadas, insuficientes, regulares, buenas, muy buenas y excelentes (MTC, 2014). **Ver tabla 13**

Tabla 13. Categorías de Sub rasante

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

Fuente: Manual de Carreteras SGGP (2014), Ítem 4.3 g

De acuerdo al MTC en sus especificaciones técnicas de la EG - 2013, Sección 301.02 hace referencia que el material afirmado que conformará la capa de rodadura, se considerará un material apropiado para conformar la superficie de rodadura cuando se obtenga un CBR \geq 40% de acuerdo al 100% de la densidad máxima seca y una penetración de 0,1" (MTC, 2013).

a) Objetivo

Evaluar el valor de relación de soporte de un suelo a través de ensayos realizados en el laboratorio bajo ciertas condiciones de densidad y humedad.

b) Referencia de norma

ASTM D 1883

c) Equipos y materiales

- Prensa de características similares a la de ensayo de compresión.
- Molde cilíndrico de metal, cuyas dimensiones se aprecian en la figura N°8.
- Pistón de compactación, el mismo utilizado en ensayo de Proctor modificado.
- Deformímetro, para medir la expansión, cuyas dimensiones se aprecian en la figura N°8.
- Pesas anulares y pesas ranuradas de metal deben tener una masa $4,54 \pm 0,02$ kg y $2,27 \pm 0,02$ kg respectivamente y un diámetro 149,23 mm a 150,81 mm.
- Pistón de penetración usado para la compactación por capas de la muestra.
- Depósito de dimensiones adecuadas para sumergir los moldes.

d) Procedimiento

- Se procede a tomar lectura del peso del molde y base de metal, seguido se ensambla disco espaciador y collarín, para luego colocar dentro el papel filtro.
- La muestra utilizada para este ensayo es la que pasa más del 75% por el tamiz 3/4", determinando su humedad óptima a través de ensayos de compactación a elegir.
- Obtenida la muestra de suelo esta se seca al horno según la norma MTC E 108, luego se procede a mezclar con agua una cantidad previamente calculada, con la cual alcanza su humedad óptima.
- Teniendo los moldes listos, se procede a llenarlos con las muestras ya preparadas, en capas, aplicando 55, 26 y 12 golpes para obtener diferentes grados de compactación.
- Una vez terminada la compactación se retiran los collarines y se enraza para que quede una superficie uniforme.
- El espécimen se retira del molde y se emplaza invertido nuevamente sobre el mismo con papel filtro, para luego ser pesado.
- Se coloca sobre la muestra los vástagos y anillos para simular una sobrecarga parecida a los estratos del suelo.
- Se coloca sobre la muestra el deformímetro y se toma la medida, luego se procede a sumergirla durante 4 días.
- Se separa el molde del agua y se pone a reposar durante un periodo de tiempo corto, luego se retira la sobrecarga y se pesa, seguidamente se realiza el ensayo de penetración.
- El procedimiento del ensayo de penetración se desarrolla

aplicando una fuerza constante sobre la parte superior del cilindro, las cuales se miden a través del dinamómetro u otro instrumento, a razón constante de 1,27 mm/min. Luego se procede a tomar los datos y procesarlos para obtener la curva de deformación.

e) Cálculos

- Humedad adecuada para la muestra.

$$\% \text{ de humedad a aplicar} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural

- Los cálculos de densidad y peso unitario son los mismos utilizados en los ensayos de Proctor estándar y modificado.
- El agua absorbida se calcula con la diferencia de los pesos antes y después de sumergir la muestra.
- Para definir la expansión se emplea la formula siguiente.

$$\% \text{ expansión} = \frac{L2 - L1}{127} \times 100$$

Donde:

L1 = Lectura inicial en mm

L2 = Lectura final en mm

- Para el cálculo del CBR se dibuja la curva en la cual se relaciona la presión y la penetración, observando si esta tiene un punto de inflexión, para el caso que no lo hubiera se toman los datos de 0,1" y 0,2" de penetración, y en el caso que, si lo hiciese, la tangente pasara por el eje horizontal en otro punto el cual será

subsano, para determinar su correspondiente presión.

- La penetración normal de un suelo es de 2,54 mm, cuando esta relación de penetración es mayor a 5,08mm se repite el ensayo, en el caso que el ensayo nuevo arroja un resultado parecido se usa el soporte de 5,08mm de penetración.

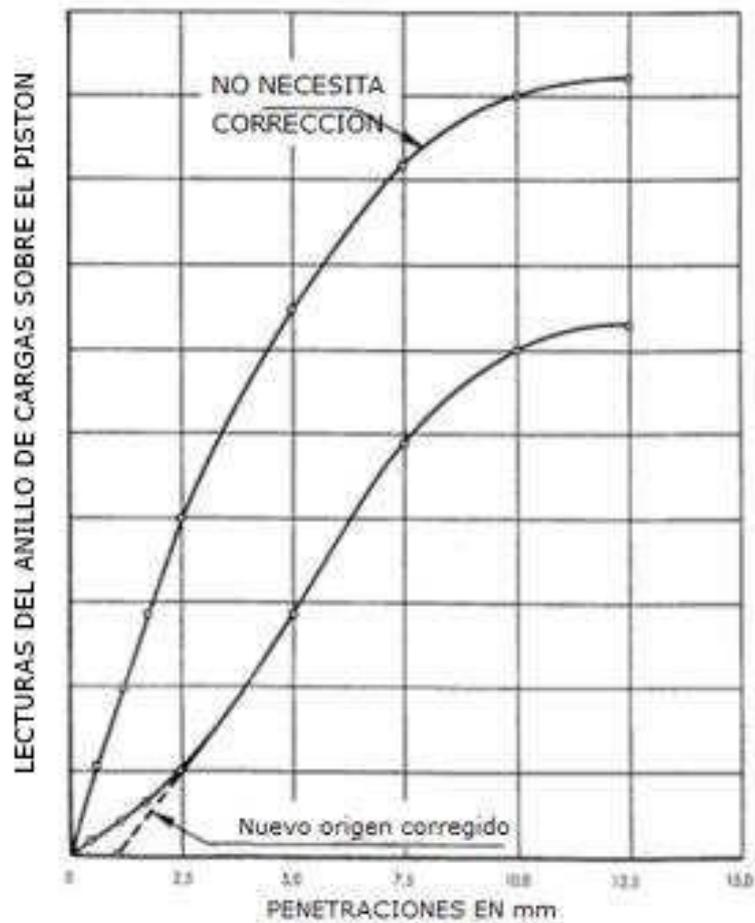


Figura 9. Curva para determinar el CBR

Fuente: MTC (2016)

2.3 Definición de términos básicos

Las definiciones más resaltantes de nuestra investigación los definimos a continuación:

a) Afirmado

De acuerdo al Glosario de Términos Básicos del MTC (2018) define al afirmado como un material que tiene origen mineral, utilizado en diferentes tamaños y para distintos procedimientos (MTC, 2018).

b) Agregado

Es un material conformado por minerales y su naturaleza proviene de las rocas. Se puede clasificar según su tamaño (MTC, 2018).

c) Análisis granulométrico o mecánico

Es un ensayo de laboratorio por el cual se clasifican los agregados por su tamaño. Para este procedimiento son necesarios ciertos instrumentos como los tamices (MTC, 2018).

d) Calicata

Es un procedimiento por el cual se realiza una excavación en un terreno con la finalidad de analizar sus propiedades (MTC, 2018).

e) Cloruro de calcio

Químico creado a partir de la reacción química producida entre el hidrogeno y el cloro lo cual genera un ácido que al mezclarse con la caliza (carbonato de calcio) hacen una reacción química lo cual da origen al cloruro de calcio, el cual absorbe la humedad del ambiente gracias a su propiedad higroscópica lo cual mejora la cohesión entre partículas del suelo, así mismo su poder coagulante ayuda a mejorar la resistencia del suelo. (MTC, 2013).

f) Carretera no pavimentada

Es una carretera que se encuentra a nivel de afirmado. (MTC, 2018).

g) CBR

Realizado para evaluar el grado de compactación del suelo o su resistencia. Se realiza en un laboratorio (MTC, 2018).

h) Compresión

Es una acción por la cual un material o elemento es sometido a una fuerza contraria o que emite una fuerza de choque, alterando el estado de reposo de dicho elemento (MTC,2014).

i) Estabilización

Consiste en ayudar a mejorar las propiedades mecánicas de los suelos ya sea por medios físicos o la incorporación de un aditivo químico. (Norma CE.020, 2012).

j) Límite líquido

Es el porcentaje de humedad que contiene la masa de suelo que se ubica entre dos estados: plástico y líquido (MTC. Glosario de Términos, 2018).

k) Límite plástico

Es el porcentaje de humedad que contiene la masa de suelo entre dos estados: plástico y semisólido (MTC, 2018).

l) Muestreo

Es la toma de muestras que se toman de un suelo para un determinado ensayo o análisis (MTC, 2018).

m) Sub rasante

Es la capa que soporta la mayor carga del tránsito. En otras palabras, se podría denominar como terreno natural, el cual tiene que estar compactado para garantizar su soporte y estabilidad (MTC, 2018).

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

- La aplicación del cloruro de calcio influye favorablemente en el mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera – urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.

2.4.2 Hipótesis específica

- El uso del cloruro de calcio influye favorablemente en las propiedades físicas de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque.
- El uso del cloruro de calcio influye favorablemente en la capacidad portante de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Enfoque

La investigación desarrollada tiene un enfoque cuantitativo, porque en ella se utiliza herramientas matemáticas e informáticas en el desarrollo y procesamiento de datos.

Tipo

La investigación es de tipo aplicada porque se utiliza conocimientos previos obtenidos a lo largo de la formación académica para realizar los distintos ensayos de laboratorio, tanto para las muestras de suelos naturales y con la adición de cloruro de calcio y realizar un análisis comparativo entre ellos.

Nivel

Es de nivel descriptivo, porque se explican y describen los procesos de recolección de muestras, distintos ensayos de laboratorio, análisis de resultados obtenidos y finalmente una discusión de los resultados con otras investigaciones relacionadas. Permite procesar los datos obtenidos de campo y del laboratorio de manera numérica para un suelo base y con la adición de cloruro de calcio, para determinar y describir las diferencias entre ellos.

Diseño

El diseño es experimental, ya que se optará por analizar los resultados obtenidos agregando o aplicando el químico en porcentajes a las muestras de suelo, este compuesto químico alterará las propiedades físicas y la capacidad portante, además de la acción de respuesta a las cargas de la superficie de rodadura. Se manipula los porcentajes de cloruro de calcio en obtención de mejores resultados sobre la vía afirmada.

3.2 Población y muestra

Población

La población se centra en la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque, la cual cuenta con 660 m de longitud, donde existen alrededor de 107 familias distribuidas en distintos puntos a lo largo de la misma.

Muestra

La muestra de la investigación es la exploración de dos calicatas realizadas a cielo abierto distribuidas equitativamente en los 660 m de longitud de la avenida Pradera.

3.3 Definición conceptual de variables

- **Variable Independiente**

Cloruro de Calcio

Producido a partir de la reacción del hidrógeno con cloro lo cual genera un ácido que al mezclarse con la caliza (carbonato de calcio) hacen una reacción química dando origen al cloruro de calcio, el cual absorbe la humedad del ambiente gracias a su propiedad higroscópica lo cual mejora la cohesión entre partículas del suelo, así mismo, su acción coagulante ayuda a mejorar la resistencia del suelo. (MTC, 2013)

- **Variable Dependiente**

Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada

Se entiende por mejoramiento a aquellos procesos que ayuden a mejorar el estándar de una vía lo cual con lleva a modificar la geometría e incrementar la resistencia de la misma. (MTC, 2018)

3.4 Operacionalización de variables

Tabla 14. Operacionalización de Variables – Variable Independiente

	INDICADOR	INSTRUMENTO	PROCEDIMIENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE: Aplicación de cloruro de calcio	Tipos de cloruro de calcio.	Investigación de artículos científicos, libros.	Evaluación y estudios del cloruro de calcio
	Porcentaje óptimo de cloruro de calcio a aplicar.	Normativas nacionales vigentes. Especificaciones técnicas del químico	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Operacionalización de Variables – Variable Dependiente

	INDICADOR	INSTRUMENTO	PROCEDIMIENTO
VARIABLE DEPENDIENTE: Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada	Clasificación de suelos	Recolección de muestras	Obtención de muestras.
	Límite de Atterberg		Ensayos de laboratorio
Granulometría	Dosificación de porcentaje de cloruro de calcio respecto a la masa seca del suelo	Análisis comparativo de los resultados	
Contenido de humedad			
CBR			
Proctor modificado			

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas de recolección de datos

La información recolectada en la presente investigación se realizó mediante las siguientes acciones:

- Análisis documental: Se realizó la recolección y análisis de información documentada relacionada a la aplicación del cloruro de calcio.

- Observación directa e indirecta: Se anotó los datos conseguidos de la recolección de muestras extraídas en campo, del material afirmado y de la sub rasante, así como los resultados obtenidos en el laboratorio.

El procedimiento utilizado en la recolección de datos a través de ensayos de laboratorio es:

- MTC E 107, Análisis Granulométrico por Tamizado.
- MTC E 108, Contenido de Humedad.
- MTC E 110, Cálculo del Límite Líquido.
- MTC E 111, Cálculo L.P, I.P.
- MTC E 115, Proctor Modificado.
- MTC E 132, CBR.

b) Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos en campo, fue necesario usar herramientas manuales como pico, pala, baldes y sacos, utilizados para la obtención y recolección del suelo. Se contó con movilidad contratada para el desplazamiento a la zona de estudio, además, se hizo uso del laboratorio particular Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C, el cual se encuentra debidamente acreditado, para la realización de los ensayos que se describen en el presente informe.

Para el desarrollo de la investigación se emplearon los equipos e instrumentos de laboratorio descritos a continuación.

- Juego de tamices de malla cuadrada.
- Horno con control de temperatura máxima 300°C, Marca PERUTEST, Modelo PT-H76.
- Balanza de capacidad máxima 600 g y precisión de 0.01 g, Marca OHAUS, Modelo TAJ602.
- Balanza de capacidad máxima 30000 g y precisión de 1 gr, Marca OHAUS, Modelo R31P30.
- Recipiente de material de porcelana de 115 mm (4 ½")

- Dispositivo de límites de consistencia (casa grande)
- Prensa de ensayo CBR, Marca HUMBOLDT MFG CO, Modelo 80001.

3.6 Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos

a) Técnicas de procesamiento de datos

Estadísticos descriptivos: El procesamiento de datos obtenidos de la realización de los ensayos se realizó mediante el empleo de gráficos y tablas que permiten organizar y presentar los resultados para un mejor entendimiento.

b) Instrumentos de procesamiento de datos

Se hizo uso de hojas de cálculo de Microsoft Excel versión 2019 para la determinación de los ensayos de laboratorio que se describen.

- Contenido de humedad.
- Análisis granulométrico.
- Límites de consistencia.
- Proctor modificado.
- CBR.

CONTENIDO DE HUMEDAD

(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO :	
UBICACIÓN :	
MATERIAL :	RESP. LAB. :
COORDENADAS :	TEC. LAB. :
SOLICITANTE :	FECHA :

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA :	
MUESTRA :	
PROF. (m) :	

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA		1	2	3	
N° DE TARA	:				
PESO DE LA TARA	:				
TARA + SUELO HÚMEDO	:				
TARA + SUELO SECO	:				
PESO DEL AGUA	:				
PESO DEL SUELO SECO	:				
% DE HUMEDAD	:				

Observaciones :

Figura 10. Hoja de cálculo Excel para determinar Contenido de humedad.

Fuente: Elaboración propia

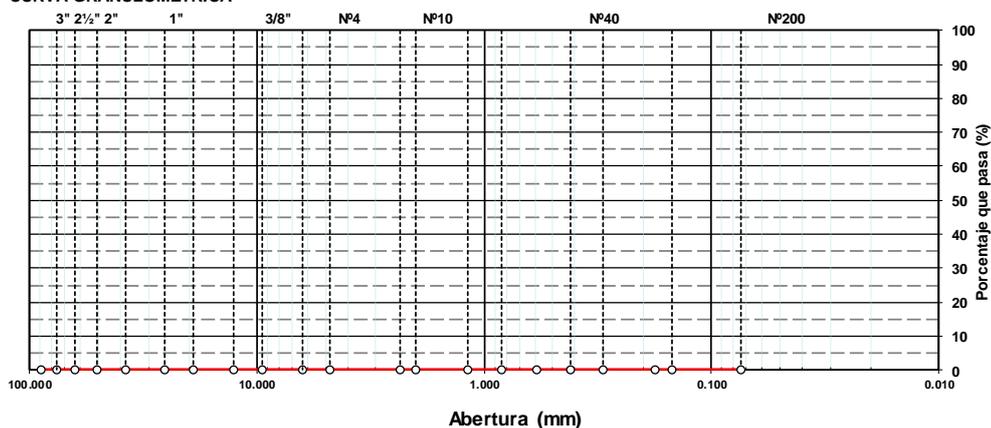
ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO :			
UBICACIÓN :			
MATERIAL :		RESP. LAB. :	
COORDENADAS :		TEC. LAB. :	
SOLICITANTE :		FECHA :	

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA :	
MUESTRA :	
PROF. (m) :	

DATOS DE ENSAYO								
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
3 1/2"	88.900					PESO TOTAL =		
3"	76.200							
2 1/2"	63.500					PESO FRACCIÓN FINO =		
2"	50.800					LÍMITE LÍQUIDO =		
1 1/2"	38.100					LÍMITE PLÁSTICO =		
1"	25.400					ÍNDICE PLÁSTICO =		
3/4"	19.100					= ()		
1/2"	12.700					CLASF. SUCS =		
3/8"	9.520							
1/4"	6.350							
# 4	4.760							
# 8	2.360							
# 10	2.000							
# 16	1.190							
# 20	0.840							
# 30	0.590							
# 40	0.420					CONT. DE HUMEDAD =		
# 50	0.300							
# 80	0.177							
# 100	0.149							
# 200	0.074							
< # 200	FONDO							
						Coef. Uniformidad		Índice de Consistencia
						Coef. Curvatura		
						Pot. de expansión		

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones :

Figura 11. Hoja de cálculo Excel para determinar Análisis granulométrico

Fuente: Elaboración propia

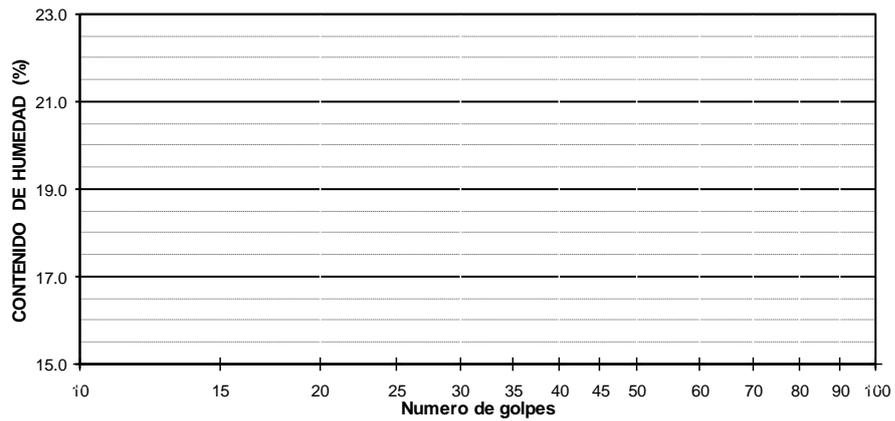
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
(NTP 339.129, MTC E 110, MTC E 111)

PROYECTO	:		RESP. LAB.	:
UBICACIÓN	:		TEC. LAB.	:
MATERIAL	:		FECHA	:
COORDENADAS	:			
SOLICITANTE	:			

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	:
MUESTRA	:
PROF. (m)	:

DATOS DE ENSAYO				
LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				
LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
LL :		LP:		IP :

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :

Figura 12. Hoja de cálculo Excel para determinar Límites de Consistencia

Fuente: Elaboración propia

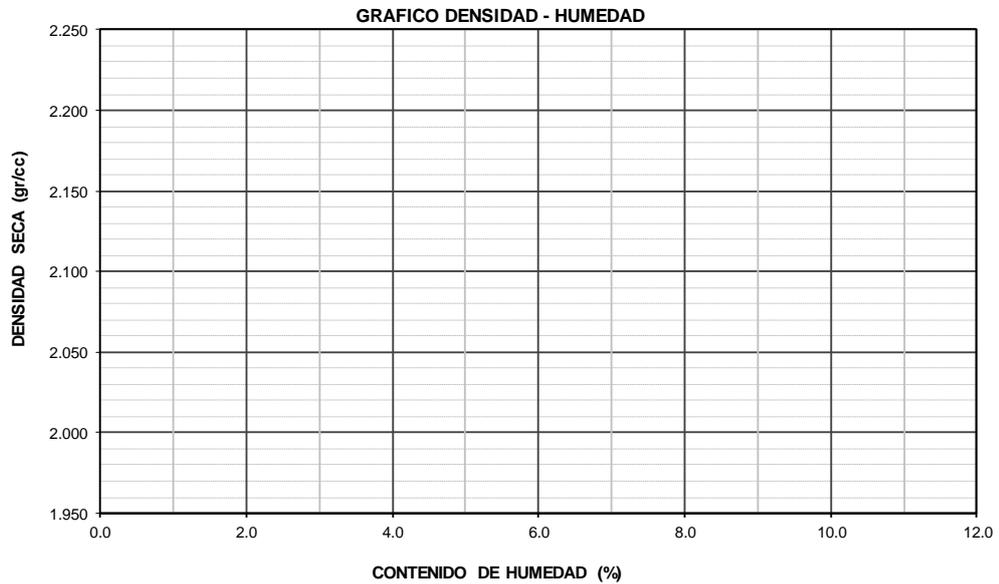
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(NTP 339.141, MTC E 115)

PROYECTO :	
UBICACIÓN :	
MATERIAL :	RESP. LAB. :
COORDENADAS :	TEC. LAB. :
SOLICITANTE :	FECHA :

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA :	
MUESTRA :	
PROF. (m) :	

DATOS DE ENSAYO					
DENSIDAD VOLUMETRICA					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2110	METODO			
NUMERO DE ENSAYOS					
PESO SUELO + MOLDE					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO					
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nro.					
PESO SUELO HUMEDO + TARA					
PESO SUELOS SECO + TARA					
PESO DE LA TARA					
PESO DE AGUA					
PESO DE SUELO SECO					
CONTENIDO DE AGUA					
PESO VOLUMETRICO SECO					
DENSIDAD MAXIMA SECA:					%



Observaciones :

Figura 13. Hoja de cálculo Excel para determinar Proctor Modificado

Fuente: Elaboración propia

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

(NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO :			
UBICACIÓN :			
MATERIAL :		RESP. LAB. :	
COORDENADAS :		TEC. LAB. :	
SOLICITANTE :		FECHA :	

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA :	
MUESTRA :	
PROF. (m) :	

DATOS DE ENSAYO						
DENSIDAD VOLUMETRICA						
N° DE MOLDE						
N° CAPA						
GOLPES POR CAPA N°						
COND. DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO						
PESO DE MOLDE						
PESO DEL SUELO HÚMEDO						
VOLUMEN DEL MOLDE						
DENSIDAD HÚMEDA						
% DE HUMEDAD						
DENSIDAD SECA						
CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° DE TARRO						
TARRO + SUELO HÚMEDO (GR.)						
TARRO + SUELO SECO						
PESO DEL AGUA						
PESO DEL TARRO						
PESO DEL SUELO SECO						
% DE HUMEDAD						

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000													
0.025													
0.050													
0.075													
0.100													
0.125													
0.150													
0.200													
0.300													
0.400													
0.500													

Observaciones :

Figura 14. Hoja de cálculo Excel para determinar CBR

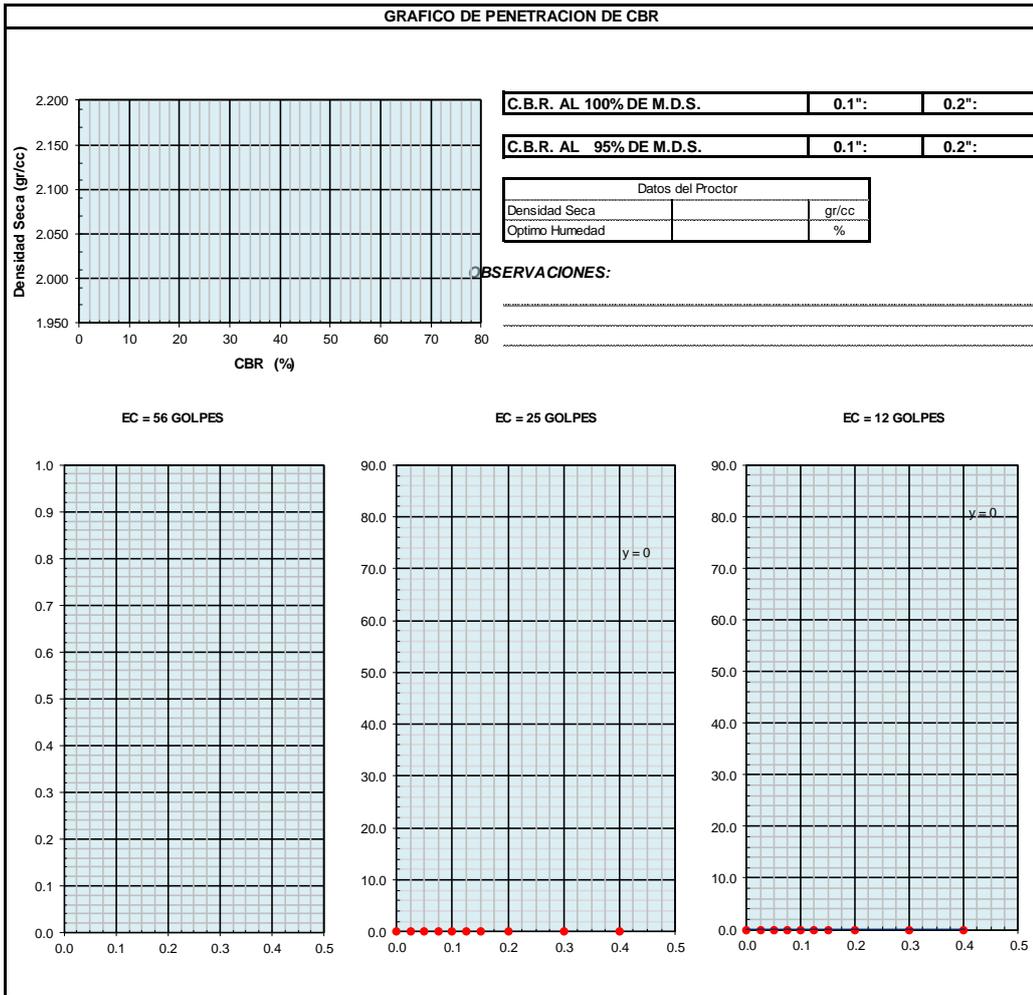
Fuente: Elaboración propia

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

(NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO :		RESP. LAB. :	
UBICACIÓN :		TEC. LAB. :	
MATERIAL :		FECHA :	
COORDENADAS :			
SOLICITANTE :			

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA :	
MUESTRA :	
PROF. (m) :	



Observaciones :

Figura 15. Hoja de cálculo Excel resumen del CBR

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: DESARROLLO

4.1 Descripción del área de estudio

4.1.1 Ubicación geográfica y política

La ubicación en la que se encuentra el distrito de Pimentel es al Sur Oeste en medio de los puertos de Santa Rosa y San José a una distancia de 13 km de la Provincia de Chiclayo, el ingreso desde Chiclayo al distrito de Pimentel es a través de la vía asfaltada que dirige al balneario de Pimentel.

La extensión del terreno corresponde a la región costa a orillas del litoral norte de la provincia de Chiclayo.

Políticamente Pimentel corresponde a:

Región	: Lambayeque
Provincia	: Chiclayo
Distrito	: Pimentel

• Extensión

El distrito de Pimentel cuenta con una extensión 60.70 km²

• Límites distritales

- Norte : Comprende los distritos de Chiclayo y San José.
- Sur : Con el distrito de Santa Rosa
- Este : Comprende los distritos de Monsefú y la Victoria.
- Oeste : Con el mar del Pacífico

• Relieve

El distrito de Pimentel, colindante con el océano pacifico tiene una topografía llana, con escasas de cerros y playas con pendiente mínima. (INDECI, 2005).

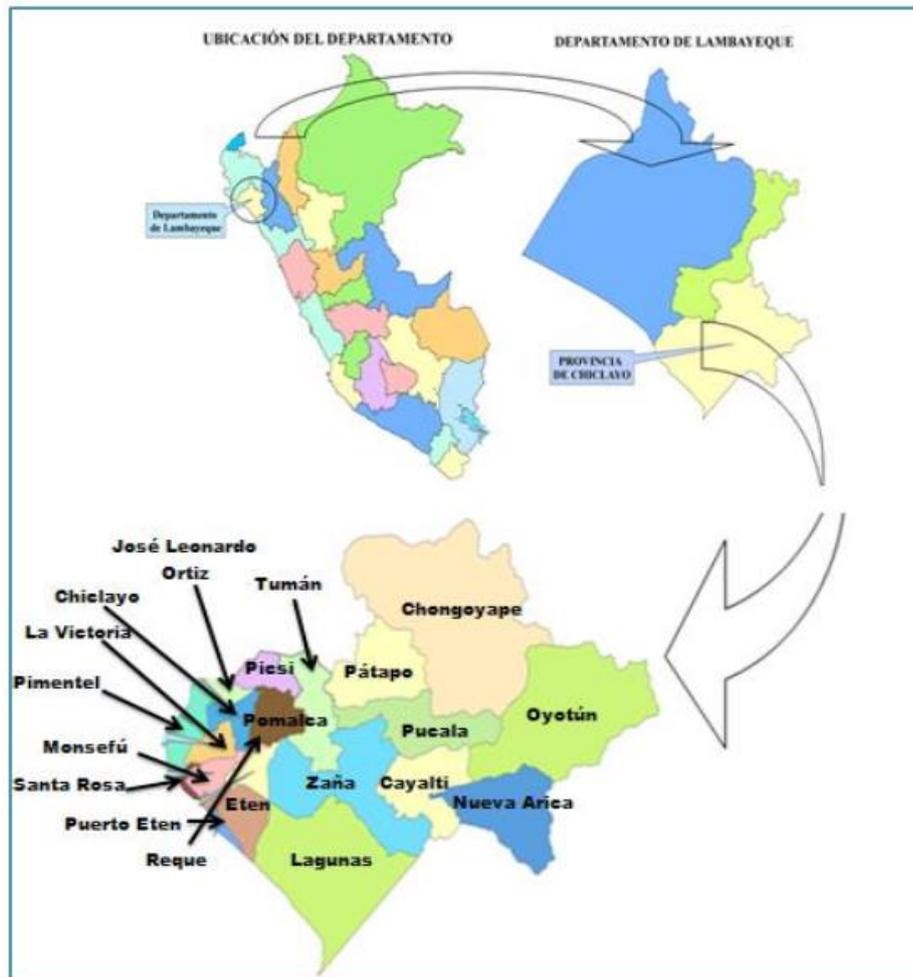


Figura 16. Mapa de ubicación de la provincia de Chiclayo y sus distritos
Fuente: Municipalidad Provincial de Chiclayo (2012)

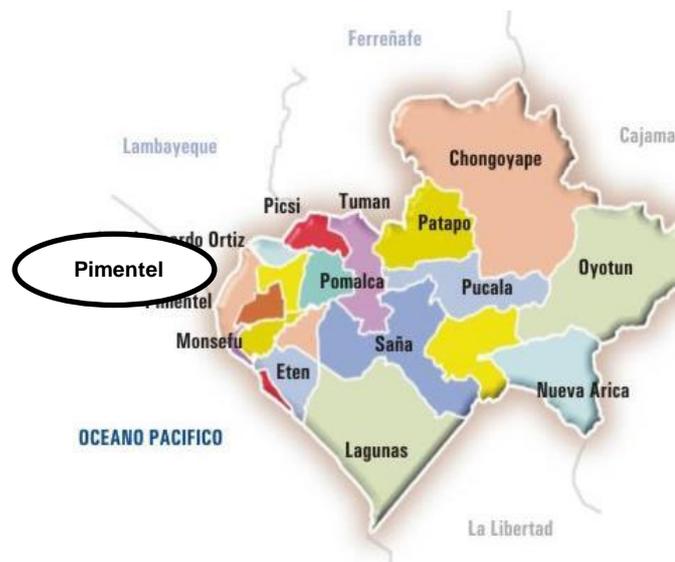


Figura 17. Mapa de ubicación del distrito de Pimentel.
Fuente: INEI (2010)

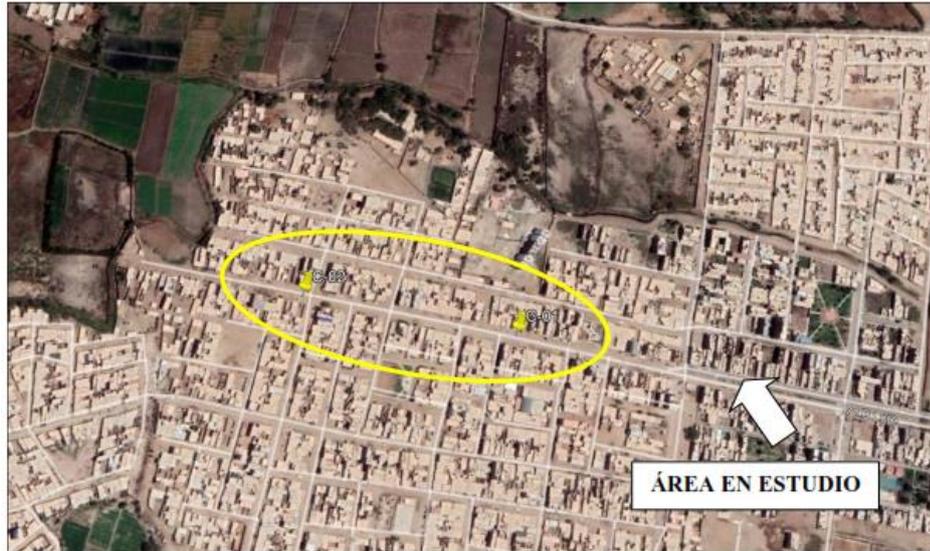


Figura 18. Ubicación del área de estudio

Fuente: Google Earth (2020)

- **Condiciones climáticas de la zona**

El clima de la avenida Pradera, urbanización La Pradera - Pimentel es de características semidesértica pues, presenta poca o nulas precipitaciones pluviales en el año, presentando así una temperatura promedio de 21°C

En la época de verano la temperatura varia, contando con una temperatura de 25.59 °C en diciembre y una temperatura promedio de 28.27°C en febrero, siendo esta la temperatura con más intensidad en el año y la época más fría del año con una temperatura promedio de 15.37 °C se da en el mes de setiembre. (INDECI, 2005)

4.2 Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

La empresa de laboratorio Servicio de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C ubicada en la Región de Lambayeque, Provincia de Chiclayo Distrito de Chiclayo, urbanización Las Brisas, tiene como domicilio legal la calle Juan Pablo II Nro. 682.

Dicho laboratorio de suelos brinda sus ambientes para realizar todos los ensayos de laboratorio que comprende el desarrollo del presente trabajo de investigación, se optó por dicho laboratorio ya que este cuenta con personal técnico e ingenieros de amplia experiencia en el rubro de pavimentos, así mismo cuenta con la acreditación correspondiente para su funcionamiento y tiene certificado de calibración de todos sus equipos empleados en los ensayos. **Ver Anexo 04**

4.3. Procedimiento para determinar las propiedades del suelo y el porcentaje óptimo de cloruro de calcio.

4.3.1 Extracción de las muestras de suelo (Calicatas)

Calicata N°01

La excavación de la primera calicata (C-1), se realizó a 1.50 m de profundidad, ubicada en la avenida Pradera en el margen derecho de la vía, en la coordenada UTM E 0623069 – N9250651. Para la excavación se emplearon medios manuales utilizando como herramientas un pico, una palana y una barreta, iniciando con el trazo del área donde se realizará la recolección de las muestras, para posteriormente realizar la excavación. Se encontraron tres tipos de estrato de suelo los cuales fueron recolectados en sacos de polietileno, del primer estrato se recolecto una muestra de 60kg aproximadamente, realizando los siguientes ensayos tanto para el suelo base y el suelo al cual se le añadirá cloruro de calcio.

Ensayos de suelo base (Muestra de suelo sin aditivo)

- Granulometría
- Contenido de humedad
- Clasificación de suelos
- Límites de consistencia
- Proctor modificado
- CBR

Ensayos de suelo con aditivo (Mezcla de suelo con el 2% y 3% de cloruro de calcio)

- Límites de consistencia
- Proctor modificado
- CBR

Del segundo y tercer estrato se recolecto 30kg respectivamente, lo cual permitió determinar en qué condiciones se encuentra la sub rasante con la realización de los ensayos de granulometría de suelos y su clasificación, contenido de humedad, límites de consistencia, Proctor modificado y CBR.



Figura 19. Calicata N°01

Fuente: Elaboración propia

En la excavación de la calicata N°01 la profundidad del primer, segundo y tercer estrato del suelo se encuentran comprendidas entre 0.00m a 0.15m, 0.15m a 0.70m y 0.70m a 1.50m respectivamente.

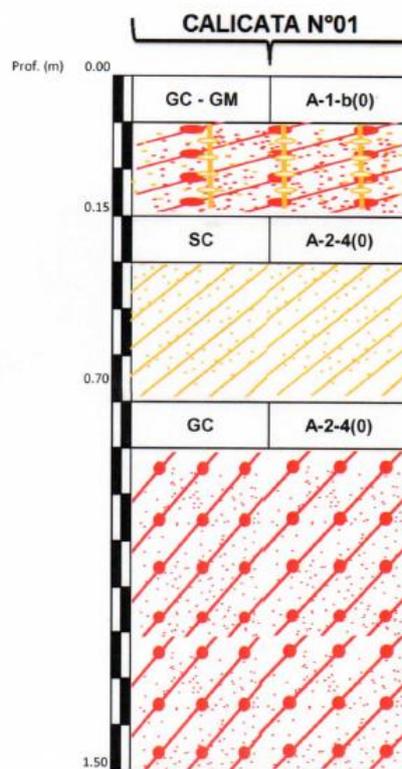


Figura 20. Perfil estratigráfico calicata N°01

Fuente: Elaboración Propia

Calicata N°02

La excavación de la presente calita se realizó a 1.50m de profundidad, ubicada en la Avenida Pradera en el margen izquierdo de la vía, en las coordenadas UTM E 0622813 – N 9250693

Para la excavación se emplearon medios manuales utilizando como herramientas un pico, una palana y una barreta, iniciando con el trazo del área donde se realizará la recolección de las muestras, para posteriormente realizar la excavación. Se encontraron dos tipos de estrato de suelo los cuales fueron recolectados en sacos de polietileno, del primer estrato se recolectó una muestra de 60kg aproximadamente, realizando los siguientes ensayos tanto para el suelo base y el suelo al cual se le añadirá cloruro de calcio:

Ensayos de suelo base (Muestra de suelo sin aditivo)

- Granulometría
- Contenido de humedad
- Clasificación de suelo
- Límites de consistencia
- Proctor modificado
- CBR

Ensayos de suelo con aditivo (Mezcla de suelo con 2% y 3% de cloruro de calcio)

- Límites de consistencia
- Proctor modificado
- CBR

Del segundo estrato se recolectó 30kg aproximadamente, lo cual permitió determinar en qué condiciones se encuentra la sub rasante con la realización de los ensayos de granulometría, clasificación de suelos, contenido de humedad, límites de consistencia, Proctor modificado y CBR.



Figura 21. Calicata N°02

Fuente: Elaboración Propia

En la excavación de la calicata N°02 la profundidad del primer y segundo estrato del suelo se encuentran comprendidas entre 0.00m a 0.15m y 0.15m a 1.50m respectivamente.

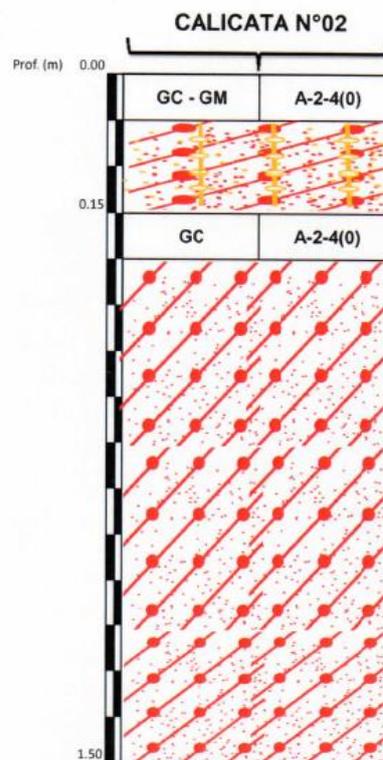


Figura 22. Perfil estratigráfico calicata N°02

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Ensayos de Laboratorio suelo base

Los ensayos del suelo base son aquellos realizados a las muestras en el laboratorio, extraídas de las dos calicatas sin añadirle el cloruro de calcio, estos ensayos están comprendidos en las siguientes etapas:

Etapa 1

En esta etapa se describe el procedimiento que se le hizo a las muestras en el laboratorio de suelos las cuales fueron extraídas de la sub rasante, con el propósito de definir sus propiedades físicas y capacidad portante, además se verifico si esta necesita mejoramiento o es un material de sub rasante que cumple con lo establecido por el Manual de Carreteras SGGP (2014), Ítem 3.3 donde hace referencia que la sub rasante no necesita mejoramiento cuando esta tenga un CBR $\geq 6\%$ de acuerdo a una penetración de 0,1" con una máxima densidad seca al 95% de compactación.

La descripción de los ensayos de laboratorio que se realizó a los suelos será descrita a continuación.

A. Determinación del contenido de humedad (ASTM D 4944, MTC E 108)

Este ensayo se realizó para hallar el contenido de humedad del suelo de la avenida Pradera, debido a que una variación de humedad influye en el comportamiento de los suelos ya sea por cambios de volumen, cohesión o estabilidad mecánica.

Equipos:

- Recipientes de metal, utilizados para secar las muestras de suelo en el horno
- Horno con control de temperatura máxima 300°C, Perutest modelo PT-H76. **Ver anexo 03**
- Balanza que soporta un peso aproximado de 600 g y una exactitud de 0.01 gr, Marca OHAUS, modelo TAJ602. **Ver anexo 03**

Procedimiento:

1. Se anotó el peso de la vasija vacía, luego se incorporó la muestra de suelo dentro de la vasija y se volvió a pesarlos, con la finalidad de obtener el peso de la vasija y el peso húmedo de la muestra de suelo.



Figura 23. Peso de muestra para determinar contenido de humedad

Fuente: Elaboración Propia

2. El espécimen de suelo se llevó al horno para eliminar la humedad de sus partículas, este proceso tomo aproximadamente 14 horas, luego de este tiempo se retira del horno dejándolo enfriar hasta obtener una temperatura ambiente.



Figura 24. Secado del espécimen para hallar su contenido de humedad.

Fuente: Elaboración Propia

3. Finalmente se procede a anotar el peso de la vasija y el peso del suelo sin humedad. Con los datos de los pesos del suelo seco y húmedo, así como de los contenedores se procede a evaluar el contenido de humedad por medio de la siguiente fórmula de acuerdo a la norma del presente ensayo.

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100$$

Donde:

W = Contenido de humedad (%)

M_{CWS} = Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)

M_{CS} = Peso del recipiente + suelo seco (gr)

M_C = Peso del recipiente (gr)

B. Análisis Granulométrico (ASTM-D422, MTC E 107)

Se realizó el análisis granulométrico el cual permitió establecer la granulometría de acuerdo a las dimensiones de las partículas del suelo extraído del área de estudio.

Equipos:

- Horno de temperatura máxima 300°C, Marca PERUTEST, Modelo PT-H76. **Ver anexo 03**
- Balanza que soporta un peso aproximado de 30 kg y exactitud de 1 gr, Marca OHAUS, Modelo R31P30. **Ver anexo 03**
- Juego de tamices de malla cuadrada.
- Recipientes de aluminio que permitan la recolección de las muestras.
- Cepillo, mazo de goma y brocha para realizar limpieza de los tamices.

Preparación del espécimen

Los especímenes que se obtuvieron de la avenida Pradera extraída de las calicatas C-1 y C-2, fueron 23 kg y 41 kg respectivamente, se secaron al horno durante 24 horas.

Se extrajo del horno las muestras y se esperó a que se enfríe a una temperatura ambiente y con ayuda del mazo de goma se procedió a desmenuzarla, para luego pasar las muestras por el tamiz N°10, el material que quedó atrapado en esta malla se agregó a la muestra verificando que no contenga material fino unido.

Procedimiento:

El procedimiento de este ensayo se realizó tanto para el agregado fino como grueso, es decir, al material pasante y retenido en el tamiz N°4, conociendo su peso seco de ambas muestras.

Procedimiento para agregado grueso

1. Se apilaron los tamices por tamaños de mayor a menor, comprendidos entre el mayor 3" y el menor N°4, luego se colocó la muestra con ayuda del cucharón de cobre en el tamiz de 3" y se procedió a moverlos manualmente en forma circular y en cruz durante un minuto.



Figura 25. Juego de tamices para análisis granulométrico, agregado grueso

Fuente: Elaboración Propia

2. Terminando de agitar los tamices se procedió a registrar el peso de los granos retenidos en cada tamiz y se comprobó que la sumatoria de todos los pesos no sea mayor que 1% del peso total tomado inicialmente.



Figura 26. Peso de muestras para análisis granulométrico, agregado grueso
Fuente: Elaboración Propia

Procedimiento para agregado fino

1. El procedimiento del agregado fino se realizó por la vía húmeda, es decir se lavó el material sobre el tamiz N°200 cuidadosamente con agua evitando frotarlo bruscamente para no romper la malla, la cual es muy frágil, se termina con el proceso de lavado del material cuando el agua con la que se está lavando sea transparente, terminado el proceso de lavado se procedió a secarlo en el horno.
2. El material obtenido lo pasamos por el juego de tamices apilados desde el tamiz N°8 hasta el N°200 y el fondo, agitándolo en forma circular durante un minuto.
3. Terminando de agitar los tamices se procedió a registrar el peso de los granos retenidos en cada tamiz y se comprobó que la sumatoria de todos los pesos no sea mayor que 1% del peso total tomado inicialmente.



Figura 27. Juego de tamices para análisis granulométrico, agregado fino
Fuente: Elaboración Propia

4. Se procedió a pesar y registrar el material atrapado en cada tamiz, verificando que el peso inicial no deba inferir del peso de la sumatoria del material retenido de los tamices en más de 1%.



Figura 28. Pesado y registro de agregado fino, análisis granulométrico
Fuente: Elaboración Propia

5. Con la información que se obtuvo se procedió a realizar la representación gráfica de la curva granulométrica donde el eje X representa la abertura del tamiz y el eje Y los porcentajes de material que pasa por cada tamiz.

C. Límites de Atterberg

La realización del presente ensayo permitió determinar los límites de Atterberg de los especímenes de suelos extraídos de la avenida Pradera, según su contenido de humedad, siendo estas consistencias: suelos líquidos, plásticos y sólidos

Límite Líquido (ASTM-D423, MTC E 110)

Equipos:

- Recipiente de losa de 115 mm (4 ½") de diámetro; para depositar las muestras representativas.
- Aparato del límite líquido (casa grande).
- Acanalador de acuerdo a las dimensiones establecidas.
- Espátula de hoja flexible, para realizar el proceso de mezclado de la muestra con agua.
- Balanza que soporta un peso aproximado de 600 g y una exactitud de 0.01 gr, Marca OHAUS Modelo TAJ602. **Ver anexo 03**
- Horno con control de temperatura máxima 300°C, Marca PERUTEST, Modelo PT-H76. **Ver anexo 03**

Procedimiento:

1. Se tomó un aproximado de 200 g del espécimen de suelo que pasa por el tamiz N°40, la cual se añadió en el recipiente de losa para hidratarla mediante la adición de agua, luego con una espátula se mezcló hasta conseguir una pasta homogénea.



Figura 29. Obtención de muestra que pasa tamiz N°40

Fuente: Elaboración Propia

2. La pasta homogénea que se obtuvo se colocó en la cuchara de bronce del aparato de casa grande, distribuyéndola uniformemente con la espátula hasta que se obtuvo una altura aproximadamente de 1 cm entre el fondo de la copa y la superficie de la muestra, luego con el acanalador se procedió a realizar un corte uniforme en el centro de la muestra formando en ella un surco desde la parte más alta a la más baja de la copa.



Figura 30. Realización de acanalado de la muestra de suelo.

Fuente: Elaboración Propia

3. Se giró la manivela del aparato de casa grande a razón de 2 vueltas por segundo en promedio, hasta percibir que las paredes del surco del espécimen se cierran a un aproximado de 13 mm de longitud, se anotó la cantidad de golpes que se necesitó para ello. Se realizó el mismo procedimiento con dos muestras más variando la humedad y por ende se varió la cantidad de golpes necesarios para acercarse a la abertura aproximada de 13 mm; la cantidad de golpes estuvo en el rango de 15 y 35 golpes.



Figura 31. Utilización del aparato de casa grande

Fuente: Elaboración Propia

4. Con la espátula se tomaron porciones de las muestras ensayadas que se cerraron a una distancia de 13 mm aproximadamente, estas muestras fueron pesadas y llevadas al horno para ser secadas y posteriormente pesadas, las diferencias de pesos se utilizaron para determinar su contenido de humedad.



Figura 32. Muestras tomadas para determinar el Límite Líquido

Fuente: Elaboración Propia

5. Con la información obtenida de los ensayos como son la cantidad de golpes que permitieron cerrar la muestra a una distancia de 13 mm aproximadamente y el contenido de humedad se realiza una gráfica semilogarítmica en donde el eje X está comprendido por la cantidad de golpes y el eje Y está comprendido por el contenido de humedad, dicha grafica permite determinar la humedad de la muestra a los 25 golpes, dicho valor encontrado corresponderá al límite líquido.

LÍMITE PLÁSTICO ASTM-D424

Materiales:

- Recipiente de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro; para depositar las muestras representativas.
- Agua destilada.
- Balanza que soporta un peso aproximado de 600 g y una exactitud de 0.01 gr, Marca OHAUS Modelo TAJ602. **Ver anexo 03**
- Horno con control de temperatura máxima 300°C, Marca PERUTEST, Modelo PT-H76. **Ver anexo 03**
- Vidrio de superficie lisa no absorbente.
- Espátula de hoja flexible, para mezclar la muestra con agua.

Procedimiento:

1. Se procedió a tomar un promedio de 20 g del espécimen del suelo que pasa por el tamiz N°40, se ubicó dentro del recipiente de porcelana para hidratarla con el agua destilada, se tomó una espátula para formar una pasta homogénea la cual permitió formar una esfera con facilidad.



Figura 33. Porciones de muestras para ensayo de límite plástico.

Fuente: Elaboración Propia.

2. Luego se tomó una porción de la muestra de aproximadamente 8g, la cual se hizo rodar sobre la lámina de vidrio empleando la palma de la mano, se aplicó la presión necesaria hasta formar cilindros delgados con un diámetro homogéneo a lo largo de dicho cilindro.



Figura 34. Formación de cilindros de diámetro uniforme.

Fuente: Elaboración Propia

3. La muestra se rodó hasta que el cilindro formado presento fisuras y se fragmento en un diámetro aproximado de 3.2mm, luego se añadió los fragmentos del espécimen en un recipiente para para registrar su peso.



Figura 35. Formación de cilindros de diámetro aproximado 3.2mm.

Fuente: Elaboración Propia.

4. La muestra de suelo junto al recipiente fueron ingresados al horno con una temperatura de 110 °C hasta verificar su secado, luego se retiró la muestra y se dejó enfriar hasta obtener la temperatura del ambiente para luego proceder a pesarla. La desigualdad de pesos entre la muestra húmeda y la secada al horno es el contenido de agua que esta presenta.
5. Para la realización de este ensayo se tomaron dos muestras realizando el mismo procedimiento descrito anteriormente, para calcular el límite plástico con la media que se obtuvo de las humedades, las cuales son expresadas en porcentaje.

Índice de plasticidad ASTM-D425

El índice de plasticidad del espécimen de suelo extraído de la avenida Pradera, se determinó por el siguiente cálculo utilizando los datos obtenidos anteriormente como son el límite líquido y el límite plástico.

$$I.P = L.L - L.P$$

Donde:

I.P : Índice de plasticidad

L.L : Limite Líquido

L.P : Limite Líquido

D. Ensayo Proctor Modificado (ASTM-D1557, MTC E 115)

Se llevó a cabo el ensayo de Proctor modificado con el propósito de establecer una coherencia respecto al contenido de agua y el peso unitario seco.

Para la realización de este ensayo se empleó el método "C", ya que este tiene la siguiente particularidad:

- Diámetro del molde: 152.4 mm
- Peso del martillo: 44.5 N
- Altura de caída: 45.7 cm
- N° de golpes por capa: 56
- Número de capas: 5
- Energía de compactación: 2700 kN-m/m³
- Uso: Se empleó el método C pues más del 20% en peso de la muestra queda atrapada en el tamiz 3/8" y el peso que queda atrapado en el tamiz 3/4" es menos del 30%.

Equipo necesario:

- Molde de 6" (152.4 mm de diámetro), con su base y su respectivo collarín del mismo diámetro.
- Pistón metálico de operación manual de diámetro de 2" dejando caer el peso de una altura de 18" con una fuerza de 44.5 N.
- Probetas graduadas con cabida de 500 cm³.
- Balanza que soporta un peso aproximado de 30 kg y una exactitud de 1 gr, Marca OHAUS, Modelo R31P30. **Ver anexo 03**

- Balanza que soporta un peso aproximado de 600 g y una exactitud de 0.01 gr, Marca OHAUS Modelo TAJ602. **Ver anexo 03**
- Regla 300 mm de material acero.
- Horno con temperatura máxima controlada de 300°C, Marca PERUTEST, Modelo PT-H76. **Ver anexo 03**
- Tamices de 3/8" y 3/4".
- Recipiente metálico para colocar muestras.
- Martillo de goma.

Procedimiento del ensayo:

1. Este ensayo inicia con el secado de la muestra del suelo, una vez secada se pesó un aproximado de 30 kg, dicha muestra se pasó por el tamiz 3/4", luego se taró la balanza con el recipiente en el cual se colocó la muestra para pesar un aproximado de 6kg, este proceso se realiza para los cuatro especímenes que se utilizó en el ensayo.



Figura 36. Muestra de suelo para ensayo de Proctor modificado

Fuente: Elaboración Propia

2. Luego de pesado y registrado el suelo que paso por el tamiz 3/4", se procedió a añadir agua de tal manera que la mezcla sea uniforme, luego se aplicaron distintos porcentajes de agua los más cercanos para obtener una consistencia óptima, variando entre ellos 2%, para que se forme la curva de compactación.



Figura 37. Muestra de suelo hidratada, ensayo de Proctor modificado.
Fuente: Elaboración Propia.

3. Luego se procedió a pesar el molde cilíndrico de 6" de diámetro y su base, se procedió a armar el molde del ensayo con todos sus componentes, es decir se colocó el cilindro metálico y el collarín sobre la plataforma base, garantizando su fácil desmontaje para retirar la muestra posteriormente.



Figura 38. Peso del molde para el ensayo de Proctor modificado
Fuente: Elaboración Propia

4. Teniendo los materiales y el equipo correspondiente para el ensayo, se procedió a llenar los moldes metálicos con 5 capas de muestra, calculando que todas tengan el mismo espesor, luego se compactaron realizando 56 golpes por cada capa con el pistón manual. El llenado de la última capa del molde no lo realizó hasta la parte superior del collarín, sino que este quedó ligeramente dentro del mismo como lo indica la norma.



Figura 39. Compactación de muestras, Proctor modificado

Fuente: Elaboración Propia

5. Concluida la compactación de los moldes, se removió el collarín y el plato base quedando solamente el cilindro metálico, luego con la ayuda de la regla metálica se procedió a retirar el material excedente de la superficie del molde y posteriormente se registró su peso.



Figura 40. Enrazado del cilindro metálico, Proctor modificado
Fuente: Elaboración Propia.

6. Luego se procedió con el retiro de material del molde metálico y se tomaron las muestras de la parte central del cilindro en las taras, se registró su peso con la muestra húmeda, para luego proceder a ingresarlas en el horno para su secado correspondiente y se volvió a registrar su peso para determinar su peso seco y con la diferencia de pesos se obtuvo el peso del agua lo cual es un dato para calcular la humedad óptima de la muestra.

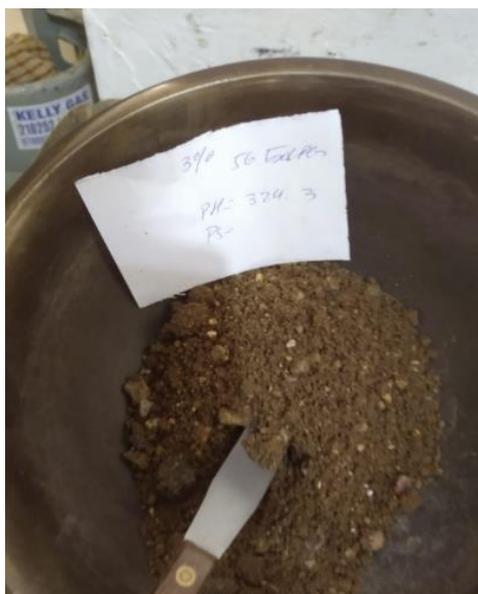


Figura 41. Muestra para determinar la masa seca y humedad óptima
Fuente: Elaboración Propia

E. California Bearing Ratio – CBR (ASTM D 1883, MTC E 132)

El ensayo de CBR se realizó con la finalidad de determinar la resistencia al corte en el laboratorio que posee el suelo de la avenida Pradera donde la humedad y densidad son tomadas del Proctor modificado.

Equipo necesario:

- Prensa de ensayo CBR, Marca HUMBOLDT MFG CO, Modelo 80001. **Ver anexo 3**
- Molde cilíndrico de diámetro interno de 6" y una altura de 7".
- Collarín metálico de 6" de diámetro interno y de 2" de altura y placa perforada en su base de 3/8" de espesor, la cual tendrá guías metálicas para ajustar al molde y al collarín.
- Disco de metal de 5 15/16" de diámetro exterior y 2,416" de espesor, el cual servirá como espaciador entre la muestra del suelo y la placa base.
- Pistón metálico de operación manual, el mismo utilizado en ensayo de Proctor modificado.
- Pesas metálicas utilizadas para simular la carga del asfalto. Pesas anulares de 4,54 kg las cuales tienen un agujero de diámetro 2 1/8" y pesas ranuradas de 2,27 kg de diámetro ligeramente menor al del molde metálico.
- Trípode metálico y deformímetro los cuales se colocaron sobre la parte superior del molde metálico.
- Contenedor de dimensiones tales que pueda contener los moldes metálicos sumergidos bajo agua.
- Balanza que soporta un peso aproximado 600 g y una exactitud de 0.01 gr, Marca OHAUS Modelo TAJ602. **Ver anexo 03**
- Balanza que soporta un peso aproximado 30000 g y una exactitud de 1 gr, Marca OHAUS Modelo R31P30. **Ver anexo 03**

- Regla de acero de 300 mm
- Horno con temperatura máxima controlada 300°C, Marca PERUTEST, Modelo PT-H76. **Ver anexo 3**
- Tamices N°4, 3/4" y 2".
- Martillo de goma, probeta graduada con capacidad de 1 L, papel filtro recortado del diámetro del molde.

Procedimiento de ensayo:

1. El ensayo de CBR se inició utilizando el espécimen de suelo que pasó por el tamiz 3/4", de la cual se obtuvo conocimiento del contenido óptimo de humedad debido a que es la misma muestra estudiada en el ensayo de Proctor modificado.



Figura 42. Material que pasa la malla 3/4", CBR.

Fuente: Elaboración Propia

2. Luego se preparó el espécimen vertiendo la cantidad de agua que se calculó para llegar al contenido óptimo de humedad, luego se pesó al igual que el ensayo del Proctor modificado.



Figura 43. Aplicación del contenido óptimo de humedad
Fuente: Elaboración Propia

3. Se procedió a pesar el molde cilíndrico de 6" de diámetro y su base, luego el disco espaciador se ubicó dentro del molde y por encima del papel filtro con el fin de evitar que el suelo se adhiriera sobre la base después de compactarlo.



Figura 44. Preparación de moldes para el ensayo de CBR
Fuente: Elaboración Propia

4. Teniendo listos los materiales y el equipo se procedió a armar tres moldes para las pruebas, con 5 capas de muestra cada uno, se calculó al momento del llenado que todas tengan el mismo espesor, luego se compactaron con el pistón manual dándoles 56, 25 y 12 golpes para cada molde respectivamente. Se evitó llenar el molde hasta la parte superior del collarín, quedando la muestra ligeramente dentro del collarín evitando que no se exceda en más de 6 mm tal como lo indica la norma.



Figura 45. Compactación de la muestra, CBR

Fuente: Elaboración Propia

5. Antes que se procediera a armar los moldes con la muestra se tomó aproximadamente 320 gr para establecer su contenido de humedad.



Figura 46. Muestras para determinar el contenido de humedad.

Fuente: Elaboración Propia

6. Concluida la compactación, se removió el collarín y con la ayuda de la regla metálica se enrazó la superficie del molde, retirando el material excedente de su superficie, luego se desmonto el molde de la base metálica y se retiró el disco espaciador, para luego montar el molde en forma invertida sobre la base metálica, terminado este proceso, se tomó lectura de su peso.



Figura 47. Enrazado de cilindro metálico, CBR.

Fuente: Elaboración Propia

7. Una vez que se tomó lectura del peso del molde se colocó dentro de él la placa perforada con el vástago y sobre este los anillos metálicos, utilizados para simular la sobrecarga de los suelos que irían sobre él.



Figura 48. Colocación de anillos metálicos, CBR

Fuente: Elaboración Propia

8. Se colocó el trípode y el deformímetro sobre la superficie del molde y se registró cada uno con la ayuda de un plumón, luego se retiró para sumergir los moldes en el agua y se volvió a ubicarlos en la posición determinada, se tomó la primera lectura que arrojó el deformímetro, así como la fecha y hora en que la muestra se sumergió en el pozo con agua cubriendo la superficie. Se dejaron sumergidos los moldes durante 4 días, previo al retiro de los cilindros del agua se tomó nuevamente la medida en el deformímetro para determinar su expansión.



Figura 49. Hidratación de muestras para el ensayo de CBR

Fuente: Elaboración Propia

9. Se retiró del cilindro las pesas y la placa con el vástago, luego nuevamente se colocó las pesas y se procedió a ensayar los cilindros a compresión, en el probador de CBR.



Figura 50. Compresión de cilindros para determinar el CBR

Fuente: Elaboración Propia

Etapas 2

Esta segunda etapa comprende los ensayos realizados a la muestra de afirmado existente en la vía, para establecer sus propiedades físicas y capacidad portante.

El material de afirmado debe cumplir con lo especificado en la EG - 2013 Sección 301.02 donde describe que el material de la superficie de rodadura afirmada tendrá un máximo de 35% del Límite Líquido, además especifica que el suelo de afirmado apropiado para conformar la superficie de rodadura debe obtener un CBR \geq 40% con una penetración de 0,1" de la máxima densidad seca al 100% de compactación.

Los ensayos de laboratorio efectuados al material afirmado son los mismos que se describen en la etapa 1

- Contenido de humedad
- Análisis granulométrico
- Límite líquido
- Límite plástico
- Índice de plasticidad
- Proctor modificado
- CBR.

4.3.3 Ensayos de Laboratorio aplicando cloruro de calcio QUIM KD40 al material afirmado (M1)

El cloruro de calcio QUIM KD40 se aplicó al material afirmado ya que la investigación se centra en la mejora de la superficie de rodadura afirmada, la cantidad de cloruro de calcio empleada en los ensayos de laboratorio comprende los porcentajes del 2% y 3% respecto al peso seco del espécimen de material afirmado, de acuerdo al MTC (2014) y la EG - 2013 recomiendan que el material de afirmado y el cloruro de calcio utilizados deben cumplir con las siguientes características:

- Los porcentajes empleados en la presente investigación se basan en la recomendación de la EG – 2013 en la Sección 301D donde hace referencia que los materiales estabilizados con la mezcla de cloruro de calcio estarán comprendidos entre el 1% y el 3% respecto del peso seco del material.
- Se tendrá en cuenta la gradación del material a estabilizar de acuerdo a lo estipulado en la EG 2013 Sección 301.D.20 donde hace mención que el material empleado para estabilizar con cloruro de calcio debe tener un porcentaje que pase el tamiz N°4 comprendido entre 40 – 55%, además el porcentaje pasante por el tamiz N°200 debe estar comprendido entre 10 – 30%.
- La EG 2013 en su Sección 301.D.20 hace referencia que los materiales empleados para la estabilización con cloruro de calcio tendrán un Índice de plasticidad comprendido en un rango de 4 – 15%.

En el laboratorio se realizaron los ensayos al material afirmado (M1) con la incorporación de cloruro de calcio en porcentajes de 2% y 3% son los siguientes:

- Límite líquido
- Límite plástico
- Índice de plasticidad
- Proctor modificado
- CBR.

Se analizó cada porcentaje de cloruro de calcio añadido al material de la superficie de rodadura para luego determinar el porcentaje que obtuvo un sobresaliente comportamiento en la mejora de sus características físicas y su capacidad portante.

CAPÍTULO V RESULTADOS

Este capítulo comprende los resultados que se obtuvieron del laboratorio de suelos de las muestras de material afirmado y del suelo de la subrasante que se extrajo de las dos calicatas, así como también los resultados que se obtuvo al adicionar el cloruro de calcio QUIM KD40 en el material de afirmado en porcentajes de 2% y 3%.

5.1 Propiedades físicas y capacidad portante de la superficie de rodadura afirmada y de la sub rasante.

Los ensayos que se realizaron tanto al suelo de la subrasante y al material afirmado de la superficie de rodadura para determinar sus propiedades físicas y capacidad portante son: análisis granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad, Proctor modificado y CBR, además se realizó un perfil estratigráfico de ambas calicatas.

En la tabla N°16 se resumen los resultados de la estratigrafía de la calicata N°01, se aprecia que el primer estrato conformado por material afirmado el cual se encuentra de 0.00 – 0.15m de profundidad, el segundo y tercer estrato constituidos por suelo de la sub rasante se encuentran a profundidades de 0.15 – 0.70m y 0.70 – 1.50m respectivamente. **Ver anexo 07**

Tabla 16. Resultados del perfil estratigráfico de la calicata N°01

CALICATA N°01		CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
PROF. (m)	MUESTRA	SUCS	AASHTO	
0.00 - 0.15	M – 01	GC - GM	A-1-b(0)	Grava limo arcillosa con arena
0.15 - 0.70	M – 02	SC	A-2-4(0)	Arena arcillosa
0.70 - 1.50	M – 03	GC	A-2-4(0)	Grava arcillosa con arena

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°17 se observan los resultados de la estratigrafía de la calicata N°02, se aprecia que el primer estrato conformado por material afirmado el cual se encuentra de 0.00 – 0.15m de profundidad, el segundo estrato constituido por suelo de la sub rasante se encuentra a una profundidad de 0.15 – 1.50m. **Ver anexo 07**

Tabla 17. Resultados del perfil estratigráfico de la calicata N°02

CALICATA N°02		CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
PROF. (m)	MUESTRA	SUCS	AASHTO	
0.00 - 0.15	M – 01	GC - GM	A-2-4(0)	Grava limo arcillosa con arena
0.15 - 1.50	M – 02	GS	A-2-4(0)	Grava arcillosa con arena

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°18 se observan los resultados del análisis granulométrico tanto del material afirmado (M1) como del suelo de la subrasante (M2 – M3) de ambas calicatas, donde se verifica la cantidad porcentual de material pasante por la malla N°4 y N°200. **Ver anexo 06**

Tabla 18. Resultados de análisis granulométrico de las calicatas N°1 y N°2

CALICATA	MUESTRA	GRANULOMETRIA	
		PASA % N°4	PASA % N°200
N°1	M1	57.4	14.7
	M2	99.0	35.2
	M3	41.6	16.3
N°2	M1	58.4	28.8
	M2	41.7	16.9

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°19 se visualizan los resultados del contenido de humedad de las muestras del material afirmado (M1) y del suelo de la subrasante (M2 – M3) extraídas de las calicatas N°1 y N°2 que va desde los 0.00m a 1.50m de profundidad. **Ver anexo 05**

Tabla 19. Resultados del Contenido de humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Calicata	Muestra	Profundidad	% Humedad
N°1	M1	0.00 - 0.15m	2.3
	M2	0.15 - 0.70m	4.6
	M3	0.70 - 1.50m	3.5
N°2	M1	0.00 - 0.15m	5.6
	M2	0.15 - 1.50m	7.4

Fuente: Elaboración propia

La tabla N°20 muestra los resultados de los límites de consistencia, de los materiales de afirmado (M1) y del suelo de la subrasante (M2 - M3) extraídos de ambas calicatas; para el material afirmado (M1) el Límite Líquido de la calicata N°1 y N°2 es de 19.6% y 24% respectivamente y el Índice de plasticidad de la calicata N°1 y N°2 es de 4.1% y 6.4% respectivamente. **Ver anexo 08**

Tabla 20. Resultados de los límites de consistencia

Calicata	Muestra	Límites de Consistencia		
		Límite Líquido	Límite plástico	I.P
N°1	M1	19.6	15.5	4.1
	M2	24.3	16.60	7.70
	M3	30.0	19.9	10.1
N°2	M1	24.0	17.5	6.4
	M2	25.9	17.9	8.0

Fuente: Elaboración propia

La figura N°51 muestra los resultados de la densidad máxima seca

obtenidos del ensayo de Proctor modificado realizados al material afirmado (M1) y al suelo de la subrasante (M2) de la calicata N°1. **Ver anexo 10**

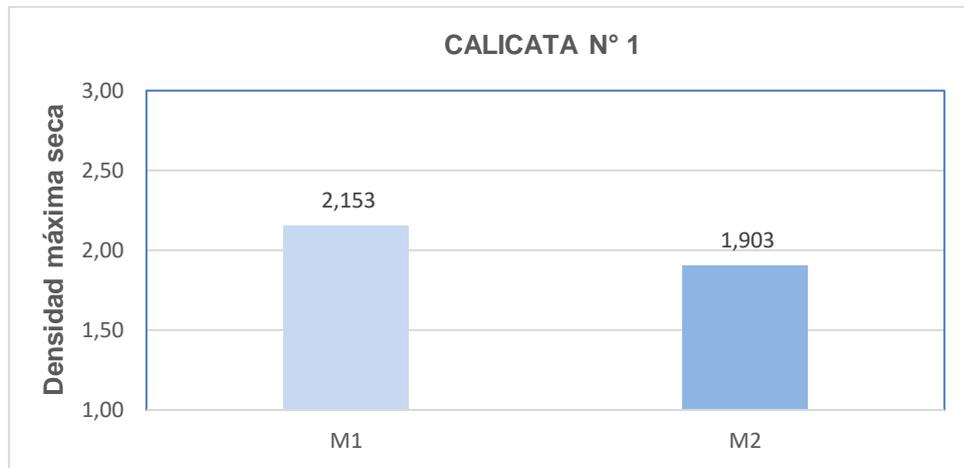


Figura 51. Resultados de la densidad máxima seca - material afirmado calicata N°1

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°52 se observan los resultados de la densidad máxima seca obtenidos del ensayo de Proctor modificado realizados al material afirmado (M1) y al suelo de la subrasante (M2) de la calicata N°2. **Ver anexo 10**

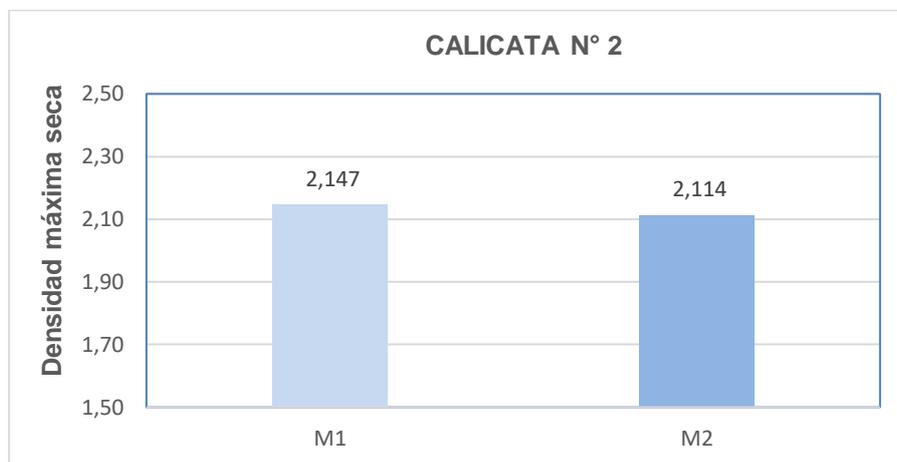


Figura 52. Resultados de la densidad máxima seca - material afirmado calicata N°2

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°53 se muestran los resultados del óptimo contenido de

humedad proporcionados por el ensayo de Proctor modificado realizados al material afirmado (M1) y al suelo de la subrasante (M2) de la calicata N°1. **Ver anexo 10**

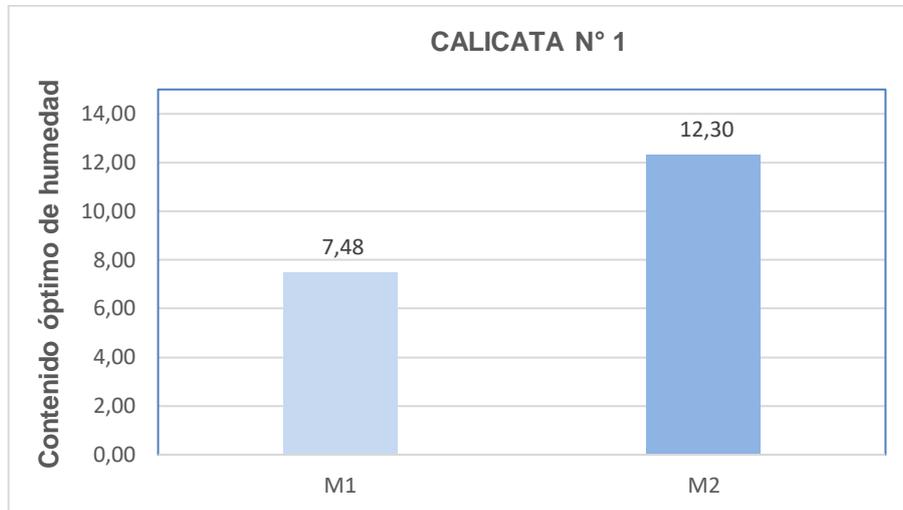


Figura 53. Resultados del contenido óptimo de humedad - material afirmado calicata N°1

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°54 se observan los resultados del contenido óptimo de humedad obtenidos del ensayo de Proctor modificado realizados al material afirmado (M1) y al suelo de la subrasante (M2) de la calicata N°2.

Ver anexo 10

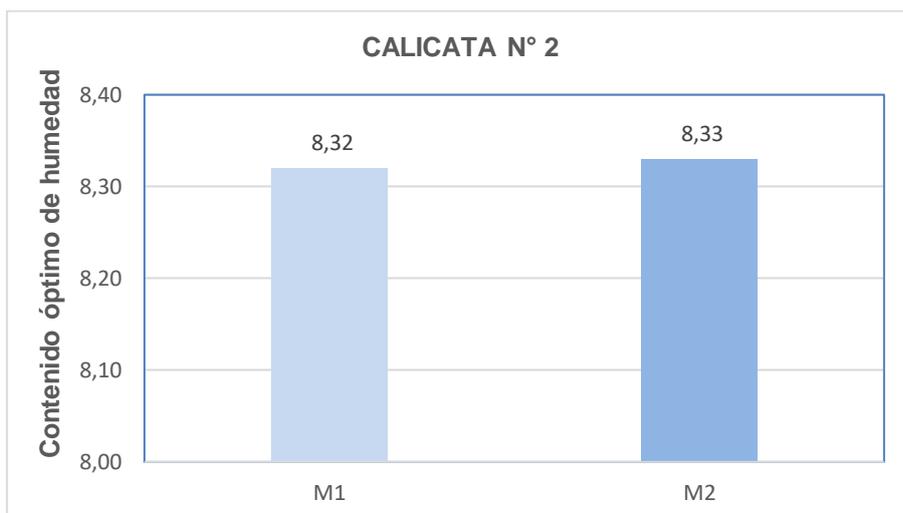


Figura 54. Resultados del óptimo contenido de humedad de la subrasante calicata N°2

Fuente: Elaboración propia

La figura N°55 muestra los resultados del CBR realizados al material

afirmado (M1) y al suelo de la subrasante (M2) de la calicata N°1. **Ver anexo 12.**

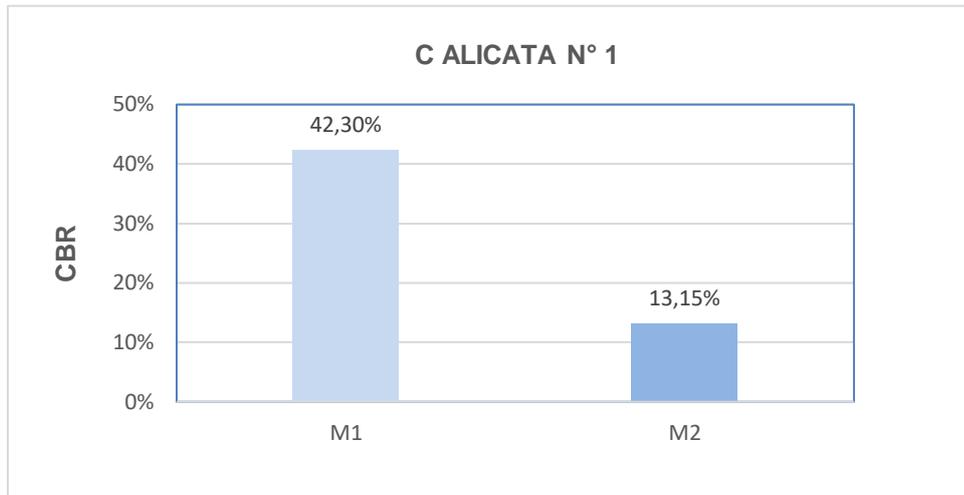


Figura 55. Resultados del CBR del suelo base calicata N°1

Fuente: Elaboración propia

La figura N°56 muestra los resultados del CBR realizados al material afirmado (M1) y al suelo de la subrasante (M2) de la calicata N°2. **Ver anexo 12**

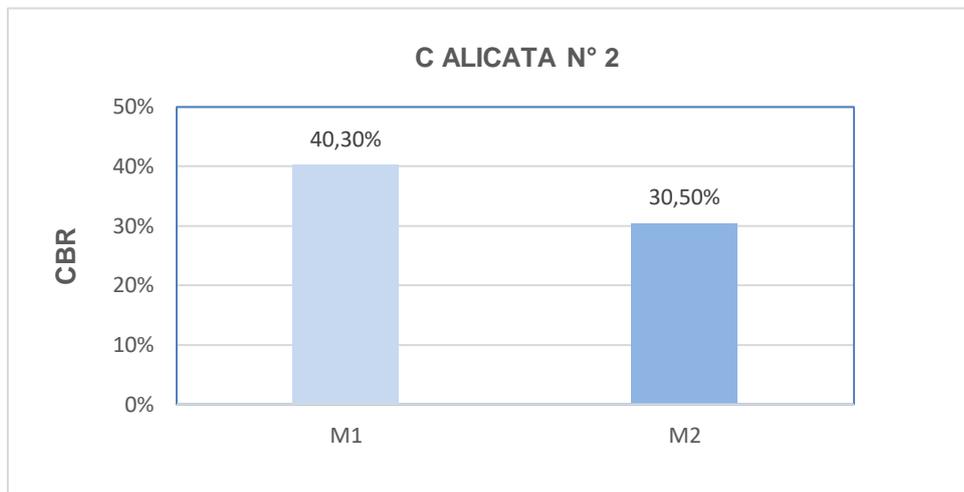


Figura 56. Resultados del CBR del suelo base calicata N°2

Fuente: Elaboración propia

5.2 Influencia del cloruro de calcio sobre la capacidad portante de la superficie de rodadura afirmada.

Propiedades Físicas: Aplicación de cloruro de calcio Quim KD40 en material afirmado (M1)

La figura N°57 muestra los resultados del comportamiento del índice de plasticidad al aplicar el cloruro de calcio Quim KD40 en el material afirmado (M1) de la calicata N°1. **Ver anexo 09**

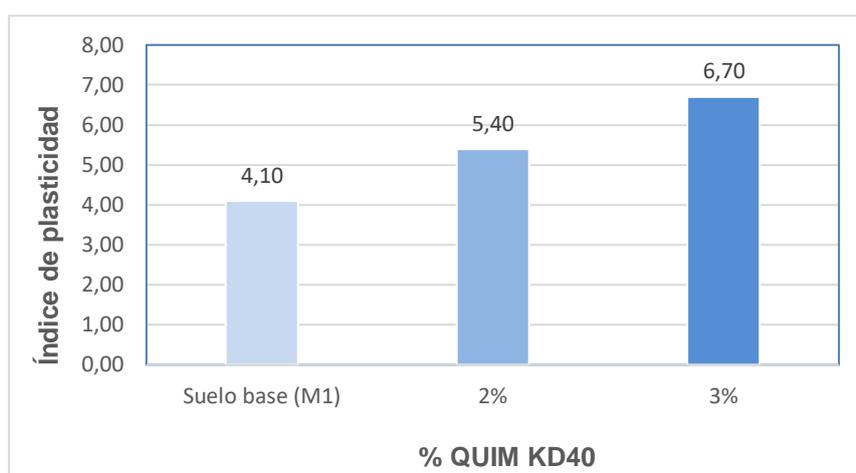


Figura 57. Resultados del índice de plasticidad Calicata N°1 aplicando Quim KD 40

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°58 se aprecia los resultados del comportamiento del Índice de plasticidad al aplicar el cloruro de calcio Quim KD40 en el material afirmado (M1) de la calicata N°2. **Ver anexo 09**

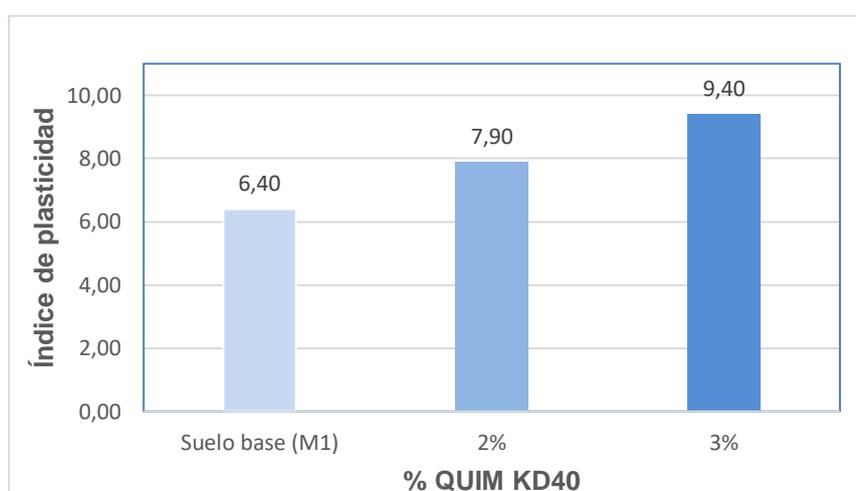


Figura 58. Resultados del Índice de plasticidad Calicata N°2 aplicando Quim KD40

Fuente: Elaboración propia

La figura N°59 muestra los resultados del comportamiento de la densidad máxima seca al aplicar el cloruro de calcio Quim KD40 en el material afirmado (M1) de la calicata N°1. **Ver anexo 11**

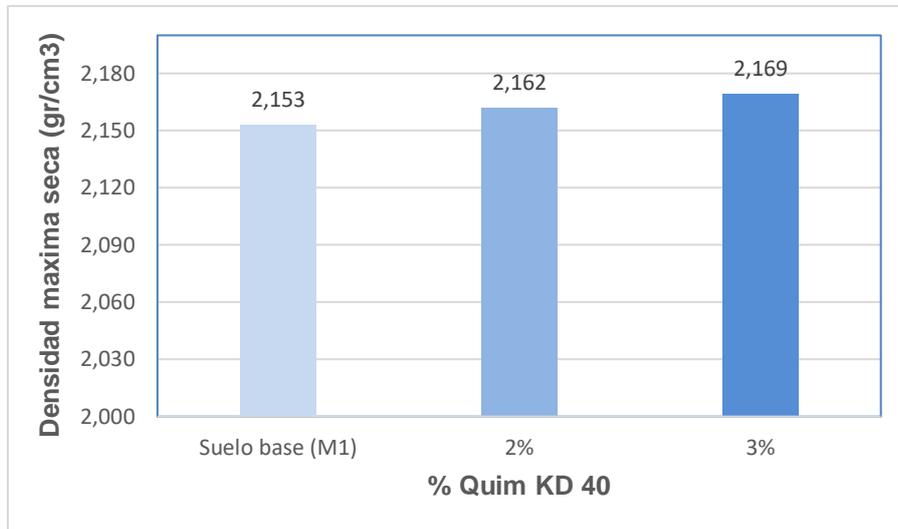


Figura 59. Resultados de la densidad máxima seca Calicata N°1 aplicando Quim KD40

Fuente: Elaboración propia

La figura N°60 muestra los resultados del comportamiento de la densidad máxima seca al aplicar el cloruro de calcio Quim KD40 en el material afirmado (M1) de la calicata N°2. **Ver anexo 11**

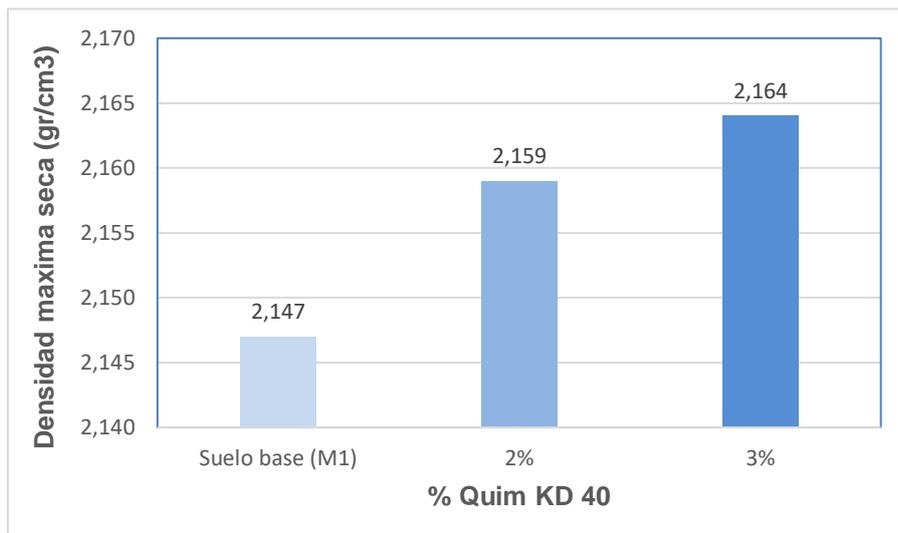


Figura 60. Resultados de la densidad máxima seca Calicata N°2 aplicando Quim KD40

Fuente: Elaboración propia

La figura N°61 muestra los resultados del comportamiento del contenido óptimo de humedad al aplicar el cloruro de calcio Quim KD40 en el material afirmado (M1) de la calicata N°1. **Ver anexo 11**

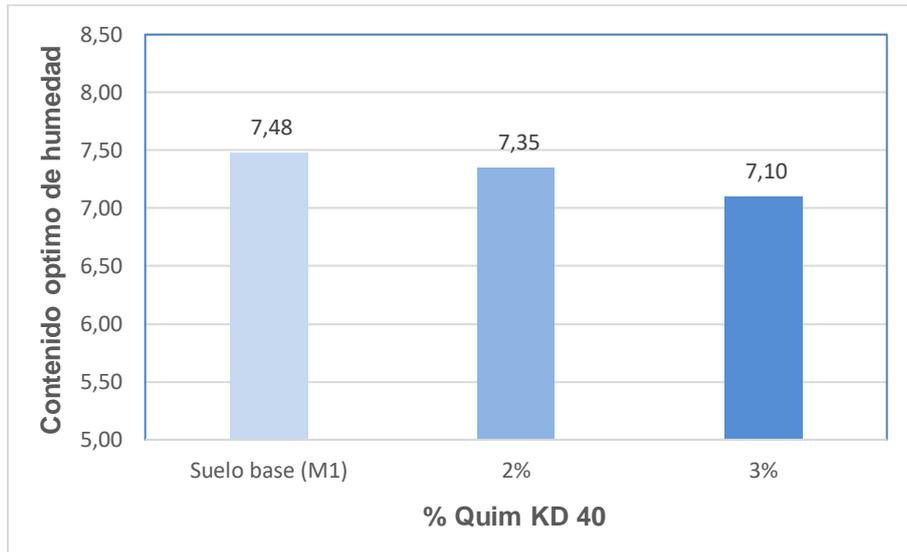


Figura 61. Resultados del contenido óptimo de humedad Calicata N°1 aplicando Quim KD40
Fuente: Elaboración propia

La figura N°62 muestra los resultados del comportamiento del contenido óptimo de humedad al aplicar el cloruro de calcio Quim KD40 en el material afirmado (M1) de la calicata N°2. **Ver anexo 11**

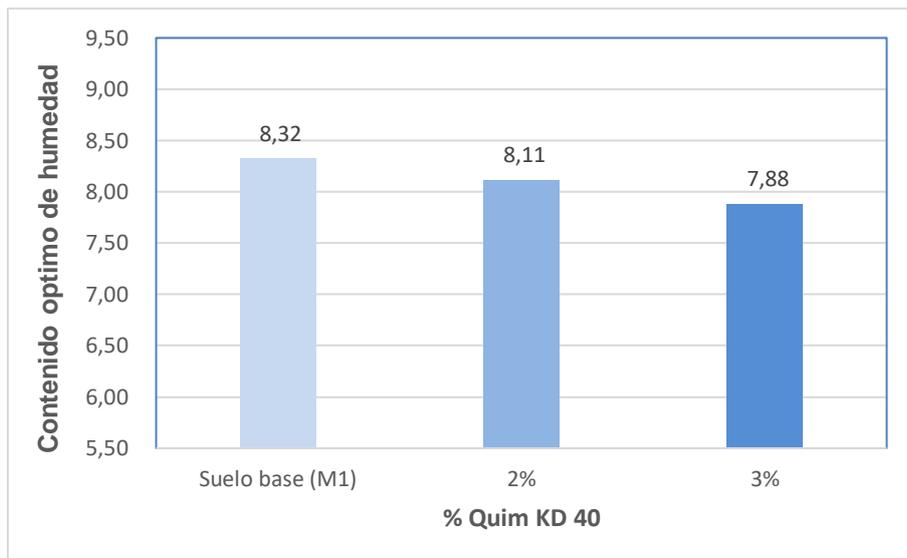


Figura 62. Resultados del contenido óptimo de humedad Calicata N°2 aplicando Quim KD40
Fuente: Elaboración propia

La figura N°63 muestra la relación entre la densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad de la muestra M1 con la adición de los porcentajes de cloruro de calcio.

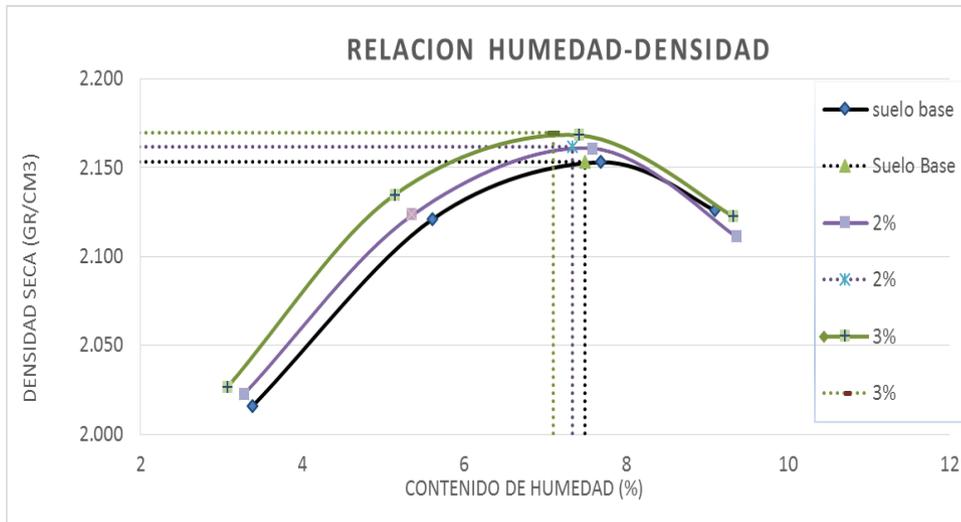


Figura 63. Relación entre la máxima densidad seca y el con contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

Capacidad Portante: Aplicación de cloruro de calcio Quim KD40 en material afirmado (M1)

La figura N°64 muestra los resultados del comportamiento del CBR al aplicar el cloruro de calcio Quim KD40 en el material afirmado (M1) de la calicata N°1. **Ver anexo 12**

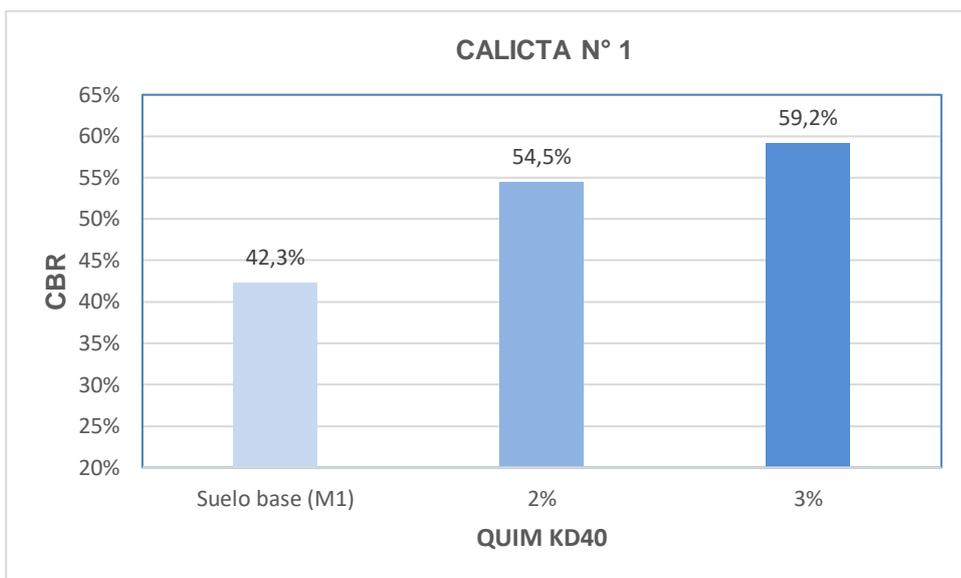


Figura 64. Resultados del CBR de la Calicata N°1 aplicando Quim KD40

Fuente: Elaboración propia

La figura N°65 muestra los resultados del comportamiento del CBR al aplicar el cloruro de calcio Quim KD40 en el material afirmado (M1) de la calicata N°2. **Ver anexo 12**

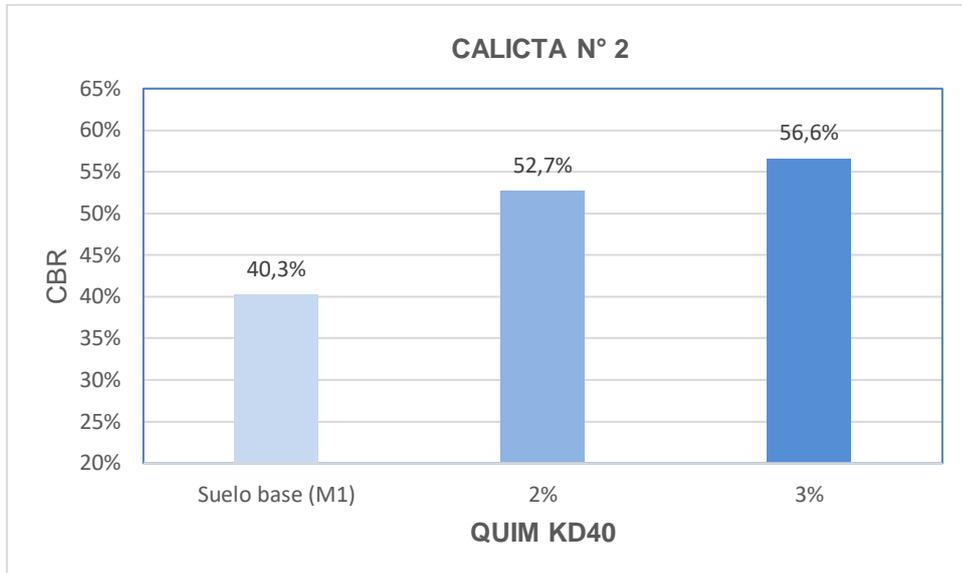


Figura 65. Resultados del CBR de la Calicata N°1 aplicando Quim KD40

Fuente: Elaboración propia

La figura N°66 muestra los resultados del comportamiento del CBR al aplicar el cloruro de calcio Quim KD40 al material afirmado (M1) de la calicata N°1 y calicata N°2. **Ver anexo 12**

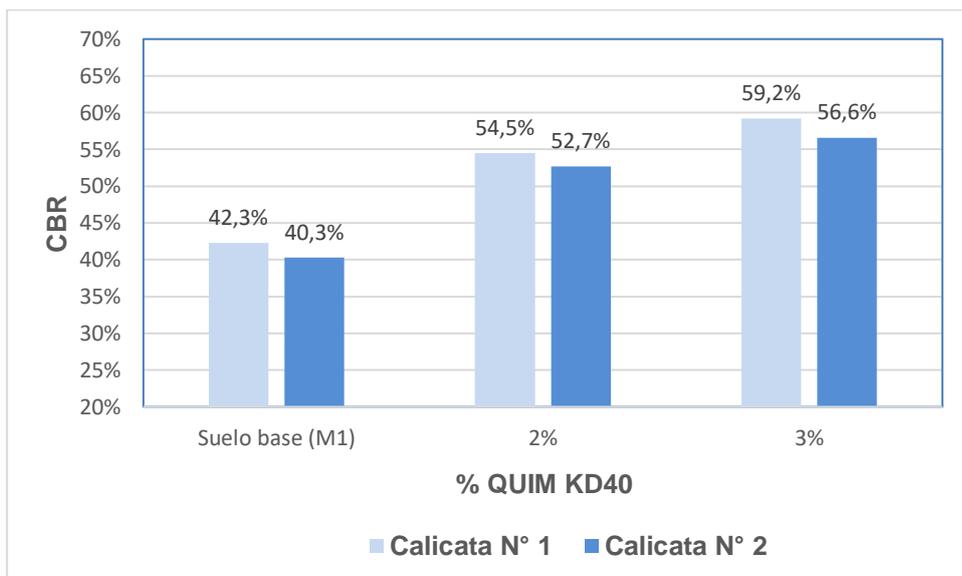


Figura 66. Resultados del CBR de la Calicata N°1 Calicata N°2 aplicando Quim KD40

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Discusión de antecedentes

6.1.1 Antecedentes internacionales

Castillo (2017), en su investigación evalúa como la cal mejora las características de un suelo arcilloso en condiciones desfavorables para ser utilizado como sub rasante de una carretera, el cual tiene un CBR por debajo del 5% y LL mayores a 100%, concluyendo que con cada porcentaje de cal añadida al suelo la humedad se reduce 3.12% y el CBR aumenta 15.8%, llegando el CBR con un 40% de cal a 140%.

El cloruro de calcio tiene buenos resultados mejorando las propiedades del suelo, pero a comparación de la cal este no tiene mucha influencia sobre suelos con humedad alta, por el contrario, trabaja mejor en suelos donde la humedad es escasa, debido a su propiedad higroscópica que posee.

Guamán (2016), evaluó dos estabilizadores químicos, la cal y el cloruro de sodio sobre una muestra arcillosa, determinando que con un 12.5% de cal se redujo el IP de 19.33 a 8.83 y con 12.5% de cloruro de sodio se redujo el IP de 19.33 a 6.54, y para el CBR determinó que con un porcentaje de 12.5% aumentó 4.85% a 26% y con un porcentaje de 2.5% de cloruro de sodio aumentó 4.85% a 9.3%.

Contrastando los resultados que obtuvo Guamán con respecto al índice de plasticidad, en la presente investigación, con cada porcentaje de cloruro de calcio añadido la plasticidad aumenta, surgiendo incógnitas debido que, según el MTC (2014), sección suelos y pavimentos en el capítulo IX, inciso 9.9 menciona que el cloruro de calcio trabaja similar al cloruro de sodio.

Larrea & Rivas (2019), en su investigación realizaron un análisis comparativo de un suelo arcilloso sin aditivo y con la adición de cloruro de sodio y cloruro de calcio en dosificaciones de 1%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, en la que determinaron que la dosificación óptima de cloruro de calcio con la que obtuvieron los mejores resultados reduciendo el índice de plasticidad fue de

20%, variando de 17% a 8.48% , y con el mismo porcentaje de cloruro de calcio evaluaron el CBR obteniendo un deceso crítico de 27,27% a un 5.58% al 95% de compactación.

La presente investigación difiere de la de Larrea y Rivas, pues con la aplicación de cloruro de calcio se obtiene resultados, los cuales determinan que incrementando el porcentaje de cloruro de calcio el CBR aumenta, al igual que la plasticidad incrementándose de 4.1% a 6.7% y 6.4% a 9.4% con el 3% de cloruro de calcio añadido en los especímenes de suelos de las calicatas C 1 y C 2 respectivamente, lo cual está comprendido dentro del rango de 4 – 12 establecido por el MTC (2014), sección suelos y pavimentos en el capítulo XI, inciso 11.9.

6.1.2 Antecedentes Nacionales

Milla (2016), evaluó una muestra de suelo clasificada como arena limosa con cloruro de calcio y mezcla de caña en dosificaciones de 1%, 4% y 6%, obteniendo buenos resultados adicionándole 1% de cloruro de calcio respecto a la masa seca de suelo con lo cual aumento el CBR de 40% a 52.10%, y con respecto a la adición de mezcla de caña obtuvieron un aumento del CBR con el 6%, pero no a comparación con la aplicación de cloruro de calcio, siendo está 40% a 43.40%.

En la investigación realizada se evaluó las muestras de suelos extraídas de la misma área de estudio, las cuales se clasificaron como gravas limo arcilloso con arena con lo cual al igual que Milla, se logró aumentar el CBR pero a diferencia de este se obtuvo mejores resultados al adicionarle un 3% de cloruro de calcio al suelo base.

Pacheco (2019), en su investigación evaluó muestras de suelos clasificadas como gravas limosas, extraídas de las canteras Tres Tomas y la Victoria en la región Lambayeque, con cloruro de calcio en dosificaciones de 10%, 30% y 50%, obteniendo los mejores resultados con el 10% de cloruro de calcio respecto al CBR, incrementando de 58.80% a 73.00% y 48.20% a 74.15% respectivamente

En la presente investigación se evalúa muestras de suelos con características similares a las evaluadas por Pacheco, difiriendo en los porcentajes de cloruro de calcio, evaluando algunas dosificaciones recomendadas por el MTC, siendo estas 2% y 3% de acuerdo a la masa seca del suelo, con las cuales se obtuvo un incremento en el CBR, notando también que se incrementa la plasticidad con cada porcentaje aplicado,

Rosales (2018), aplica el químico Quim KD40, sobre una muestra de suelo clasificada como grava arcillosa con un solo porcentaje del 2%, para evaluar su influencia sobre el CBR, concluyendo que obtuvieron buenos resultados aumentando de 58.10% a 82.00% y además densidad seca presento un incremento de 2.110 gr/cm³ a 2.310 gr/cm³

En la presente investigación se aplica el mismo químico Quim KD40, pero con un tipo de suelo distinto, motivo por el cual varía la resistencia y densidad inicial de la muestra de suelo, pero con la aplicación del 2% y 3% de cloruro de calcio obtenemos un incremento en la densidad y el CBR, obteniendo los mejores resultados con la adición de 3% en el CBR, incrementando de 42.3% a 59.2% y de 40.3% a 56.6% en las muestras de suelos C1 y C2 respectivamente, asimismo la densidad seca aumento de 2.153 gr/cm³ a 2.169 gr/cm³ y 2.147 gr/cm³ a 2.164 gr/cm³ para cada tipo de muestra respectivamente.

6.2 Discusión de hipótesis

6.2.1 Hipótesis general-

La aplicación del cloruro de calcio influye favorablemente en el mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera – urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque.

La evaluación de los resultados que se obtuvo de los ensayos de laboratorio, determinó que tanto las propiedades físicas como la capacidad portante mejoraron con respecto al suelo base, por lo que se verifica que la hipótesis general (HG) es aceptable, ya que, al incrementar el cloruro de calcio añadido en porcentajes de 2% y 3% a las muestras de suelo, este adquiere un

incremento en su resistencia al esfuerzo cortante, obteniendo los mejores resultados con el 3% de cloruro de calcio.

En la tabla N°21 se muestra el resumen de la discusión de la hipótesis general en base a las experiencias obtenidas con la realización de la presente investigación y observaciones en base al conocimiento adquirido.

Tabla 21. Discusión de hipótesis general

Hipótesis planteada	Experiencias obtenidas	Observaciones
La aplicación del cloruro de calcio influye favorablemente en el mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera – urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.	Con el 3% de cloruro de calcio añadido a la muestra de suelos la cual se obtuvo del material afirmado de la avenida Pradera, se evaluó la intensidad de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo.	Las propiedades físicas y la capacidad portante del suelo se alteran, con la aplicación de cloruro de calcio lo cual mejora la cohesión entre partículas, reflejándose en el incremento a la resistencia al corte.

Fuente: Elaboración Propia

6.2.2 Hipótesis específicas

6.2.2.1 Hipótesis específicas 1 (H 1)

- El uso del cloruro de calcio influye favorablemente a las propiedades físicas de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque.

Luego de evaluar los límites de consistencia, contenido de humedad y la densidad seca que se obtuvo de los ensayos de laboratorio se verificó como estos varían de acuerdo al porcentaje de cloruro de calcio añadido a las muestras, es por ello que se concluye que la hipótesis número uno (H 1) es válida, debido a que al incrementar el porcentaje de cloruro de calcio, hay una reducción del óptimo contenido de humedad, un incremento en la densidad seca y la plasticidad se eleva ligeramente, pero se encuentra dentro de los parámetros permitidos por la norma.

La tabla N°22 resume la discusión de la hipótesis número uno (H 1) en base a las experiencias obtenidas con la realización de la presente investigación y observaciones en base al conocimiento adquirido.

Tabla 22. Discusión de hipótesis H 1

Hipótesis planteada	Experiencias obtenidas	Observaciones
El uso del cloruro de calcio influye favorablemente a las propiedades físicas de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.	Existe una variación con el 2% y 3% de cloruro de calcio sobre el contenido óptimo de humedad, reduciéndose para ambas muestras de suelos evaluados, así como un incremento en la densidad seca del suelo y además la plasticidad del suelo presenta un ligero incremento, pero está en el rango aceptable por la norma.	Un incremento brusco en la plasticidad puede influir negativamente en la resistencia del suelo, sin embargo, esta se controla debido a los porcentajes máximos recomendados con los que se trabaja el cloruro de calcio.

Fuente: Elaboración Propia

6.2.2.1 Hipótesis específicas 2 (H 2)

- El uso del cloruro de calcio influye favorablemente en la capacidad portante de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque.

Tanto las muestras de la calceta N°1 y calicata N°2 aumentaron su densidad y ello conlleva a incrementar su resistencia de acuerdo a cada porcentaje de cloruro de calcio, concluyendo que la hipótesis número dos (H 2) es válida mejorando la capacidad portante de la superficie de rodadura de la avenida Pradera.

Se obtuvo los mejores resultados en el incremento del CBR de las calicatas C1 y C2 con el 3% de cloruro de calcio, pasando de 42.3 a 59.2 y 40.3 a 56,6 respectivamente,

La tabla N°23 resume la discusión de la hipótesis número 2 (H 2) en base a las experiencias obtenidas con la realización de la presente

investigación y observaciones en base al conocimiento adquirido.

Tabla 23. Discusión de hipótesis H 2

Hipótesis planteada	Experiencias obtenidas	Observaciones
El uso del cloruro de calcio influye favorablemente a la capacidad portante de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.	El uso de cloruro de calcio influye sobre la densidad del suelo lo cual conlleva al incremento de su resistencia con cada porcentaje de cloruro de calcio añadido, obteniéndose los mejores resultados del CBR con el 3% del químico incorporado de acuerdo a su masa seca	La densidad del suelo está relacionada con la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, es así que su variación influye sobre el CBR

Fuente: Elaboración Propia

6.3 Planteamiento de nuevas hipótesis

- Ante la efectividad del cloruro de calcio sobre la superficie de rodadura afirmada, surge la interrogante sobre su influencia en la sub rasante debido a que esta presenta una mejor granulometría, formulándonos de esta manera la siguiente hipótesis.

La aplicación de cloruro de calcio contribuye a mejorar la sub rasante de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque.

- A medida que se incrementa el CBR del material de afirmado de la avenida Pradera con el 2% y 3%, se incrementa también su plasticidad, de acuerdo a estos resultados se formula la siguiente hipótesis.

La aplicación de porcentajes **mayores a 3% de cloruro de calcio** influye positivamente sobre el CBR de la superficie de rodadura afirmada la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque,

CONCLUSIONES

1. La obtención de los resultados del laboratorio permitió determinar que al adicionar cloruro de calcio al suelo base se incrementa la resistencia de la superficie de rodadura de la avenida Pradera, logrando un incremento en el CBR por cada porcentaje añadido.
2. Las propiedades físicas del suelo mejoraron con cada porcentaje de cloruro de calcio añadido, obteniéndose los mejores resultados con el 3%, reduciéndose de la calicata C 1 y C 2 su contenido de humedad de 7.48% a 7.1% y de 8.32% a 7.88% respectivamente, además con el mismo porcentaje se logró aumentar la densidad del suelo pasando de 2.153 gr/cm³ a 2.169 gr/cm³ y de 2.147 gr/cm³ a 2.164 gr/cm³ respectivamente.
3. La capacidad portante del suelo mejoro considerablemente, obteniéndose los mejores resultados con la aplicación del 3% de cloruro de calcio sobre el CBR de las muestras extraídas de las calicatas C 1 y C 2, incrementando de 42.3% a 59.2% y 40.3% a 56.6% respectivamente.
4. Las muestras de suelo tratados con el 2% y 3% de cloruro de calcio QUIM KD40, evidenciaron que existe una mejora en sus propiedades físicas y capacidad portante, pero además que la plasticidad aumenta, siendo este un punto de investigación sobre su influencia en la resistencia si se trabajase con porcentajes mayores de cloruro de calcio.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un análisis comparativo de costos, entre el mejoramiento de una vía aplicando cloruro de calcio y el mejoramiento de una vía convencional con material de préstamo, para determinar la conveniencia de su uso.
2. Utilizar porcentajes de cloruro de calcio menores a 3%, debido a que a porcentajes mayores la plasticidad aumenta considerablemente, lo cual influiría en la resistencia del suelo.
3. Evaluar nuevas opciones de estabilizadores que sean de fácil acceso y que generen buenos resultados para mejorar la capacidad portante de la superficie de rodadura.
4. Promover los estudios expuestos en la presente investigación sobre el químico Quin KD 40, para evaluar distintos tipos de suelos en el control del material particulado.
5. Utilizar el Manual de Ensayos de Materiales (2016) para la realización de cada ensayo de suelos, en lo que a pavimentación se refiere, ya que en él se estandarizan los procedimientos para la correcta realización de los mismos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Bonifacio, W. M. & Sánchez J. A. (2015). Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque. (Tesis para Titulación), Universidad Señor de Sipán, Lambayeque.
- Cahuana, S. (2016). Dosificación óptima del cloruro de calcio y la melaza de caña para la estabilización de suelos en caminos vecinales no pavimentados del distrito de barranca 2016. (Tesis para Titulación), Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz.
- Castillo, B. F. (2017). Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras. (Tesis para Master en Ingeniería en Viabilidad y Transportes), Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Crespo, V. (2004). Mecánica de suelos y cimentaciones. México: Limusa S.A
Obtenido de <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>
- Dirección Nacional de Viabilidad, (s.f). Normas de Ensayos. Buenos Aires.
- Fiallos, J. T. (2016). Análisis comparativo de la estabilización de un suelo cohesivo (arcilloso) por tres métodos químicos cal, cloruro de calcio y sulfato de calcio (yeso). (Trabajo experimental), Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Ambato, Ecuador.
- Guamán, I. I. (2016). Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio). (Trabajo experimental), Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Ambato, Ecuador.
- Herráez, F. & Moreno, A. (2019). Ingeniería de Vías Agroforestales, Diseño, Cálculo, Construcción y Mantenimiento de Caminos. España.

- Instituto Nacional de Defensa Civil (2005). Mapa de Peligro de la Ciudad de Pimentel. Perú.
- Larrea, B. R. & Rivas J. C. (2019). Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio. (Tesis de titulación), Universidad Católica de Guayaquil, Ecuador.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de carreteras, Especificaciones técnicas generales para construcción EG - 2013. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de ensayo de materiales. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2020). Programa Multianual de Inversiones 2021 – 2023, Documento II. Lima, Perú.
- Pacheco Y. S. (2019). Aplicación del cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas. (Tesis para Titulación), Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo.
- Parras, M. G. (2018). Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. (Trabajo de Grado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Ponce, D. K. (2018). Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la Avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica. (Tesis para Titulación), Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.

Quimpac S.A. Especificaciones Técnicas de cloruro de calcio QUIM KD40.

Recuperado de: <http://quimpac.com.pe/cloruro.html#3>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2012). NORMA CE.020. Pavimentos Estabilización de Suelos y Taludes. Lima, Perú.

Rosales, M. A. (2018). Aplicación del aditivo Quim KD – 40 en la estabilización de suelos para caminos no pavimentados en el anexo de Nahuin, Palca – Tarma – Junín, 2017. (Tesis para Titulación), Universidad Peruana Los Andes, Huancayo.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Anexo 02: Panel fotográfico

Anexo 03: Certificados de calibración de equipos de laboratorio

Anexo 04: Acreditación de laboratorio

Anexo 05: Ensayos de contenido de humedad

Anexo 06: Ensayos de análisis granulométrico – suelo base

Anexo 07: Perfil estratigráfico

Anexo 08: Ensayos de límites de consistencia – suelo base

Anexo 09: Ensayos de límites de consistencia aplicando cloruro de calcio

Anexo 10: Ensayos de Proctor modificado – suelo base

Anexo 11: Ensayos de Proctor modificado aplicando cloruro de calcio

Anexo 12: Ensayos CBR – suelo base

Anexo 13: Ensayos CBR aplicando cloruro de calcio

Anexo 01: Matriz de consistencia

USMP FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA SAN MARTÍN DE PORRES						
MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA AFIRMADA CON LA APLICACIÓN DE CLORURO DE CALCIO EN LA AVENIDA PRADERA, URBANIZACIÓN LA PRADERA - PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE						
AUTORES		CABRERA SERRANO LINO				
		DIOS MURGUIA DEVIS				
FECHA :		30 DE JULIO DEL 2020				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES		METODOLOGÍA
¿Cuál será la influencia de la aplicación del cloruro de calcio en el mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera – urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque?	Determinar la influencia de la aplicación del cloruro de calcio en el mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.	La aplicación del cloruro de calcio influye favorablemente en el mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera – urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.	Aplicación de cloruro de calcio	Tipos de cloruro de calcio	Granulado	DISEÑO
					Líquido	TIPO DE INVESTIGACIÓN La investigación es aplicada porque se utiliza conocimientos previos para realizar los ensayos en un suelo natural y un suelo con la adición de cloruro de calcio y realizar un análisis comparativo para conocer los beneficios que ofrece.
				Porcentaje óptimo de cloruro de calcio	1% - 3%	NIVEL DE INVESTIGACIÓN La investigación es descriptiva , porque permite procesar los datos obtenidos de campo y del laboratorio de manera numérica para un suelo base y con la adición de cloruro de calcio, para determinar y describir las diferencias entre ellos.
						DISEÑO DE INVESTIGACIÓN La investigación es experimental debido a que se manipulan los porcentajes de cloruro de calcio para la obtención de mejores resultados sobre la vía afirmada.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES		MUESTRA
¿En qué medida la aplicación del cloruro de calcio influye en las propiedades físicas de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque?	Determinar la influencia del cloruro de calcio en las propiedades físicas de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.	El uso del cloruro de calcio influye favorablemente en las propiedades físicas de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque	Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada	Propiedades Físicas	Contenido óptimo de humedad	La población de estudio es la Avenida Pradera, ubicada en el distrito de Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
					Límites de Atterberg	La muestra de la investigación es de 2 calicatas sobre la Avenida Pradera, distribuidas entre sus 660 m de longitud.
				Proctor Modificado	INSTRUMENTOS Horno de secado máximo 300 °C., Marca PERUTEST, Modelo PT-H76. Balanza electrónica de 1 g, Marca OHAUS, Modelo R31P30. Balanza electrónica de 0.01 g, Marca OHAUS, Modelo TAJ602.	
					Aparato de límite líquido (Casagrande), acanalador; Espátula de hoja flexible (3" a 4"), tamiz # 40 Tamices de malla cuadrada de 3" hasta el N° 200 (análisis granulométrico) Pistón de penetración metálico, molde de metal cilíndrico (CBR), Marca HUMBOLDT MFG CO, Modelo 80001.	
¿En qué medida la aplicación del cloruro de calcio influye en la capacidad portante de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque?	Evaluar la influencia del cloruro de calcio sobre la capacidad portante de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque	El uso del cloruro de calcio influye favorablemente en la capacidad portante de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		Capacidad Portante	Ensayo de Relación de Soporte de California - CBR	PROCEDIMIENTO Obtención de las muestras de suelo a través de calicatas a cielo abierto. Con la muestra de suelo obtenida de campo se realizan los ensayos de contenido de humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico, proctor modificado y además el ensayo de CBR. Con los datos del ensayo de proctor modificado se realizan las dosificaciones del cloruro de calcio. Con distintas dosificaciones de cloruro de calcio se evalúa nuevamente el suelo con los ensayos de límite líquido, límite plástico índice de plasticidad, proctor modificado y CBR, realizando el análisis comparativo entre un suelo base (sin cloruro) y un suelo aplicando cloruro de calcio.

Anexo 02: Panel fotográfico

Recolección de muestras avenida Pradera

Figura: Avenida Pradera



Figura: Calicata a cielo abierto



Figura: Calicata N°1



Figura: Calicata N°2

Ensayo de Granulometría



Figura: Partículas gruesas y finas de muestra



Figura: resultados de tamizaje



Figura: Partículas gruesas y finas de muestra



Figura: resultados de tamizaje

Límite Líquido



Figura: Saturación de muestra



Figura: Hidratación de muestra



Figura: Uso de aparato de Casagrande



Figura: Muestras para determinar el contenido de humedad

Límite Plástico



Figura: Toma de muestra representativa



Figura: Moldeado de muestra



Figura: Moldeado de cilindro hasta romperse



Figura: Muestras resultandos del moldeo

Ensayo de Proctor Modificado



Figura: Toma de muestra



Figura: Cilindro metálico de 6" de diámetro



Figura: Compactado de muestra



Figura: Enrazado de cilindro

Ensayo de Relación de Soporte California- CBR



Figura: Saturación de la muestra



Figura: Peso del cilindro



Figura: Preparación de cilindros



Figura: Penetración -CBR

Anexo 03: Certificados de calibración de equipos de laboratorio

Balanza electrónica - Modelo R31P30 – Marca OHAUS



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS- MATERIALES- CONCRETOS- ASFALTO- ROCAS- FISICA- QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 39 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	039-2020	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).
2. Solicitante	Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C.	
3. Dirección	Juan Pablo II 682 - Urb. Las Brisas - Chiclayo	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	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. PERUTEST 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.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336330442	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NINGUNA	
5. Fecha de Calibración	2020-03-10	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-03-10

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
✉ ventas@perutest.com.pe
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz E lote 14 Urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS- MATERIALES- CONCRETOS- ASFALTO- ROCAS- FISICA- QUIMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 39 - 2020

Página 1 de 4

1. Expediente	039-2020	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).
2. Solicitante	Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C.	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.
3. Dirección	Juan Pablo II 682 - Urb. Las Brisas - Chiclayo	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	600 g	
División de escala (d)	0.01 g	
Div. de verificación (e)	10 g	PERUTEST 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.
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	TAJ602	
Número de Serie	B450358631	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	10 g	
Identificación	NINGUNA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2020-07-10	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2020-07-10	 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	

☎ 913028621 - 913028622
 913028623 - 913028624
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz E lote 14 urb Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 065 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	909-2020	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. PERUTEST 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 aqui declarados.
2. Solicitante	Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C.	
3. Dirección	Juan Pablo II 682 - Urb. Las Brisas - Chiclayo	
4. Equipo	HORNO	
Alcance Máximo	300 °C	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-H76	
Número de Serie	114	
Procedencia	PERU	
Identificación	NO INDICA	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.
Ubicación	NO INDICA	

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	-50 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2020-06-09

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología Sello

2020-06-09

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
✉ ventas@perutest.com.pe
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz E lote 14 Urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - La Victoria - Chiclayo

Prensa de ensayo CBR - Modelo 80001 – Marca HUMBOLDT MFG CO



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA
 RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 999 - 2020

Área de Metrología
 Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	023-2020	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).
2. Solicitante	Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C.	
3. Dirección	Juan Pablo II 682 - Urb. Las Brisas - Chiclayo	
4. Equipo	PRENSA DE ENSAYO CBR	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. PERUTEST 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.
Capacidad	10000 lbf	
Marca	HUMBOLDT MFG CO	
Modelo	80001	
Número de Serie	F614003	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	NO INDICA	
Modelo	315	
Número de Serie	PSP70504	
Resolución	0.1 lbf	

0

5. Fecha de Calibración 2020-02-29

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

2020-02-30

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Calle: Yahuar Huaca 215 - Urb San Agustin - Comas - Lima
 email: ventasperutest@gmail.com celulares: 955618013 - 982337399 - #947419158

Anexo 04: Acreditación de laboratorio

 *Indecopi*

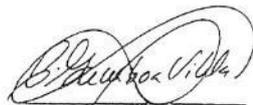


Registro de la Propiedad Industrial Dirección de Signos Distintivos

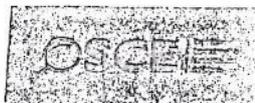
CERTIFICADO N° 00171245

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 019717-2010/DSD - INDECOPI de fecha 22 de Diciembre de 2010, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Producto, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación EMP ASFALTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo adjunto
Distingue	:	Asfalto, pavimentos comprendidos en la clase
Clase	:	19 de la Clasificación Internacional.
Solicitud	:	0430160-2010
Titular	:	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
País	:	Perú
Vigencia	:	22 de Diciembre de 2020
Tomo	:	856
Folio	:	155


PATRICIA GAMBOA VILELA
Directora
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI





RUC N° 20487357465

REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES

CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Domiciliado en: CALLE JUAN PABLO II 682 URBANIZACION LAS
BRISAS /LAMBAYEQUE-CHICLAYO (Según información declarada en la
SUNAT)

Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:

PROVEEDOR DE BIENES

Vigencia : Desde 04/02/2017
Socios en común con (RUCs): : 20561378313

PROVEEDOR DE SERVICIOS

Vigencia : Desde 04/02/2017
Socios en común con (RUCs): : 20561378313

EJECUTOR DE OBRAS

Vigencia para ser participante,
postor y contratista : Desde 21/05/2016
Capacidad Máxima de Contratación : 900,000.00 (NOVECIENTOS MIL Y 00/100)
Socios en común con (RUCs): : 20561378313

FECHA IMPRESIÓN: 11/05/2017

Nota:

* Para mayor información la Entidad deberá verificar el estado actual de la vigencia de inscripción del proveedor en la página web del RNP: www.rnp.gob.pe - opción [Verifique su Inscripción](#).

[Retornar](#)

[Imprimir](#)

Anexo 05: Ensayos de contenido de humedad

Contenido de humedad - material afirmado (M1) calicata N°1

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CONTENIDO DE HUMEDAD
 (NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".	
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque	
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB. : S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA : 07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DEL ENSAYO				
MUESTRA		1	2	
N° DE TARA	:	7	19	
PESO DE LA TARA	:			
TARA + SUELO HÚMEDO	:	1200	1000	
TARA + SUELO SECO	:	1172	978	
PESO DEL AGUA	:	28	22	
PESO DEL SUELO SECO	:	1172	978	
% DE HUMEDAD	:	2.4	2.2	2.3

Observaciones :


 SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Barba Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP 169278



Contenido de humedad – suelo de la sub rasante (M2) calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N°682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CONTENIDO DE HUMEDAD
 (NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".	
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque	
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB. : S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA : 07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.15-0.70

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	1	2		
N° DE TARA	: 21	14		
PESO DE LA TARA	:			
TARA + SUELO HÚMEDO	: 1200	1000		
TARA + SUELO SECO	: 1149	955		
PESO DEL AGUA	: 51	45		
PESO DEL SUELO SECO	: 1149	955		
% DE HUMEDAD	: 4.4	4.7		4.6

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Búnga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



Contenido de humedad – suelo de la sub rasante (M3) calicata N°1

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
Email: servicios_lab@hotmail.com
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CONTENIDO DE HUMEDAD
(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".	
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque	
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB. : S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA : 07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-03
PROF. (m)	: 0.70-1.50

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	1	2		
N° DE TARA	: 13	16		
PESO DE LA TARA	:			
TARA + SUELO HÚMEDO	: 1200	1000		
TARA + SUELO SECO	: 1158	968		
PESO DEL AGUA	: 42	32		
PESO DEL SUELO SECO	: 1158	968		
% DE HUMEDAD	: 3.7	3.3		3.5

Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
César A. Díaz Saavedra
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



Contenido de humedad – material afirmado (M1) calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CONTENIDO DE HUMEDAD
 (NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".	
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque	
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB. : S.B.F.
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA : 07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	1	2		
N° DE TARA	: 11	19		
PESO DE LA TARA	:			
TARA + SUELO HÚMEDO	: 1200	1000		
TARA + SUELO SECO	: 1138	945		
PESO DEL AGUA	: 62	55		
PESO DEL SUELO SECO	: 1138	945		
% DE HUMEDAD	: 5.4	5.8		5.6

Observaciones :



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buzza Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 169278



Contenido de humedad – suelo de la sub rasante (M2) calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emlaboratorios.com

CONTENIDO DE HUMEDAD
 (NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB. :	S.B.F.
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA :	07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.15-1.50

DATOS DEL ENSAYO				
MUESTRA		1	2	
N° DE TARA	:	2	6	
PESO DE LA TARA	:			
TARA + SUELO HÚMEDO	:	1200	1000	
TARA + SUELO SECO	:	1116	932	
PESO DEL AGUA	:	84	68	
PESO DEL SUELO SECO	:	1116	932	
% DE HUMEDAD	:	7.6	7.3	7.4

Observaciones :



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Bodega Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 169278

Anexo 06: Ensayos de análisis granulométrico – suelo base

Análisis granulométrico - material afirmado (M1) calicata N°01

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com



ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB. :	S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA :	07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 01
 MUESTRA : M-01
 PROF. (m) : 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO						
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	88.900					PESO TOTAL = 30854.0 gr
3"	76.200					
2 1/2"	63.500				100.0	PESO FRACCIÓN FINC = 500.0 gr
2"	50.800	646.0	2.1	2.1	97.9	LÍMITE LÍQUIDO = 19.6 %
1 1/2"	38.100	1537.0	5.0	7.1	92.9	LÍMITE PLÁSTICO = 15.5 %
1"	25.400	1517.0	4.9	12.0	88.0	ÍNDICE PLÁSTICO = 4.1 %
3/4"	19.100	928.0	3.0	15.0	85.0	CLASF AASHTO = A-1-b [0]
1/2"	12.700	1560.0	5.1	20.1	79.9	CLASF SUCS = GC - GM
3/8"	9.520	1910.0	6.2	26.3	73.8	
1/4"	6.350					
# 4	4.760	5056.0	16.4	42.6	57.4	
# 8	2.360	31.0	3.6	46.2	53.8	
# 10	2.000	9.5	1.1	47.3	52.7	
# 16	1.190	35.0	4.0	51.3	48.7	
# 20	0.840	24.0	2.8	54.1	45.9	
# 30	0.590	26.0	3.2	57.3	42.7	
# 40	0.420	26.0	3.0	60.3	39.8	CONT. DE HUMEDAD = 2.3 %
# 50	0.300	29.0	3.3	63.6	36.4	
# 80	0.177	58.0	6.7	70.2	29.8	
# 100	0.149	79.0	9.1	79.3	20.7	
# 200	0.074	52.0	6.0	85.3	14.7	
< # 200	FONDO	128.5	14.7	100.0		

Coef. Uniformidad

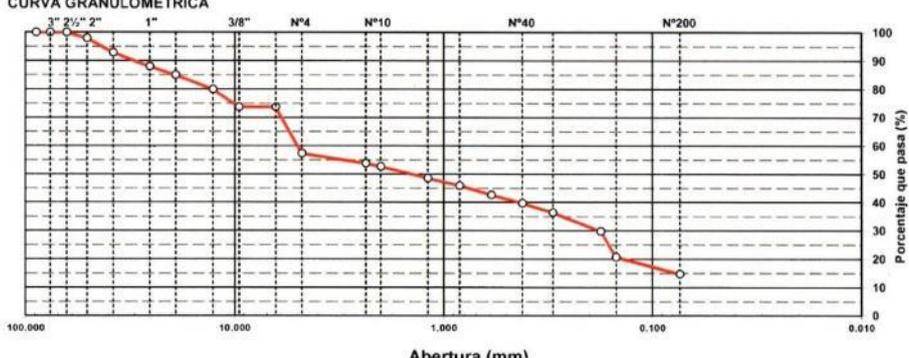
Coef. Curvatura

Pot. de expansión

Índice de Consistencia

Descripción suelo: **GRAVA LIMO ARCILLOSA CON ARENA**

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buzza Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



Análisis granulométrico – suelo de la sub rasante (M2) calicata N°01

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP

Calle Juan Pablo II N°682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO : "Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".
UBICACIÓN : Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
MATERIAL : Terreno Existente
COORDENADAS : E 0623069 - N 9250651
SOLICITANTE : Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : C.A.D.S.
FECHA : 07/08/2020

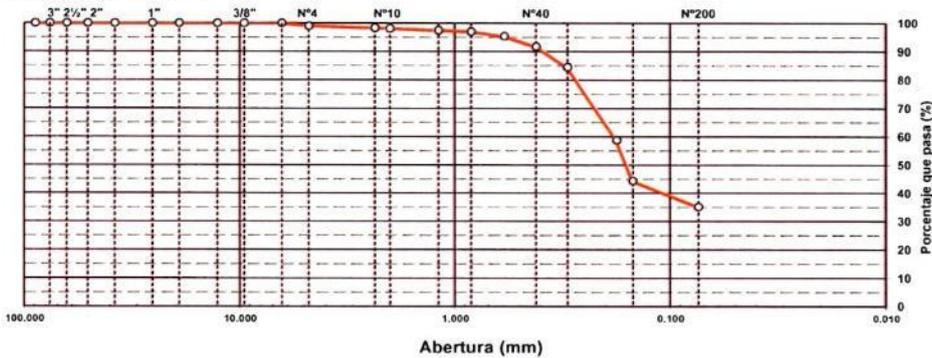
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 01
MUESTRA : M-02
PROF. (m) : 0.15-0.70

DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	88.900					PESO TOTAL = 500.0 gr
3"	76.200					PESO FRACCIÓN FINC = 500.0 gr
2 1/2"	63.500					LÍMITE LÍQUIDO = 24.3 %
2"	50.800					LÍMITE PLÁSTICO = 16.6 %
1 1/2"	38.100					ÍNDICE PLÁSTICO = 7.7 %
1"	25.400					CLASF. AASHTO = A-2-4 [0]
3/4"	19.100					CLASF. SUCS = SC
1/2"	12.700					
3/8"	9.520				100.0	
1/4"	6.350					
# 4	4.760	5.0	1.0	1.0	99.0	
# 8	2.360	3.5	0.7	1.7	98.3	
# 10	2.000	1.0	0.2	1.9	98.1	
# 16	1.190	3.0	0.6	2.5	97.5	
# 20	0.840	2.5	0.5	3.0	97.0	
# 30	0.590	8.0	1.6	4.6	95.4	
# 40	0.420	18.0	3.6	8.2	91.8	CONT. DE HUMEDAD = 4.6 %
# 50	0.300	36.0	7.2	15.4	84.6	
# 80	0.177	129.0	25.8	41.2	58.8	
# 100	0.149	72.0	14.4	55.6	44.4	
# 200	0.074	46.0	9.2	64.8	35.2	
< # 200	FONDO	176.0	35.2	100.0		
						Coef. Uniformidad
						Coef. Curvatura
						Pot. de expansión
Descripción suelo: ARENA ARCILLOSA						Indice de Consistencia

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones :

E.M.P. ASALFUS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Bases Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 189278



Análisis granulométrico – suelo de la sub rasante (M3) calicata N°01

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		RESP. LAB.:	S.B.F.
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		TEC. LAB.:	C.A.D.S.
MATERIAL	Terreno Existente		FECHA:	07/08/2020
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651			
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis			

DATOS DE LA MUESTRA

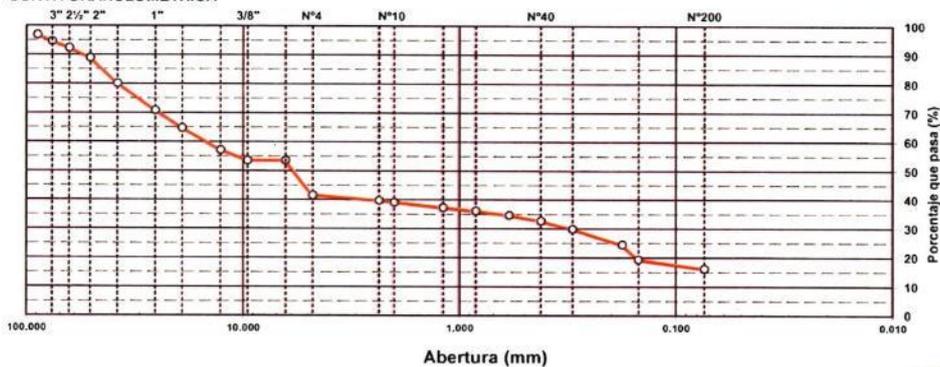
CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-03
PROF. (m)	: 0.70-1.50

DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% O' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	88.900	969.3	3.2	3.2	96.8	PESO TOTAL = 30630.7 gr
3"	76.200	687.3	2.2	5.4	94.6	PESO FRACCIÓN FINC = 500.0 gr
2 1/2"	63.500	688.2	2.3	7.7	92.4	LÍMITE LÍQUIDO = 30.0 %
2"	50.800	1054.0	3.4	11.1	88.9	LÍMITE PLÁSTICO = 19.9 %
1 1/2"	38.100	2699.0	8.8	19.9	80.1	ÍNDICE PLÁSTICO = 10.1 %
1"	25.400	2844.0	9.3	29.2	70.8	CLASF. AASHTO = A-2-4 (0)
3/4"	19.100	1861.5	6.1	35.3	64.7	CLASF. SUCS = GC
1/2"	12.700	2316.2	7.6	42.8	57.2	
3/8"	9.520	1089.4	3.6	46.4	53.6	
1/4"	6.350					
# 4	4.760	3692.1	12.1	58.4	41.6	
# 8	2.360	22.0	1.8	60.3	39.7	
# 10	2.000	7.0	0.6	60.8	39.2	
# 16	1.190	22.0	1.8	62.7	37.3	
# 20	0.840	13.5	1.1	63.8	36.2	
# 30	0.590	18.0	1.5	65.3	34.7	
# 40	0.420	24.0	2.0	67.3	32.7	CONT. DE HUMEDAD = 3.5 %
# 50	0.300	33.5	2.8	70.1	29.9	
# 80	0.177	65.0	5.4	75.5	24.5	
# 100	0.149	61.5	5.1	80.6	19.4	
# 200	0.074	38.0	3.2	83.8	16.3	
< # 200	FONDO	195.5	16.3	100.0		

Descripción suelo: GRAVA ARCILLOSA CON ARENA

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Balsa Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 169278



Análisis granulométrico – material afirmado (M1) calicata N°02

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emlaboratorios.com

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente		
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	RESP. LAB.:	S.B.F.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
		FECHA:	07/08/2020

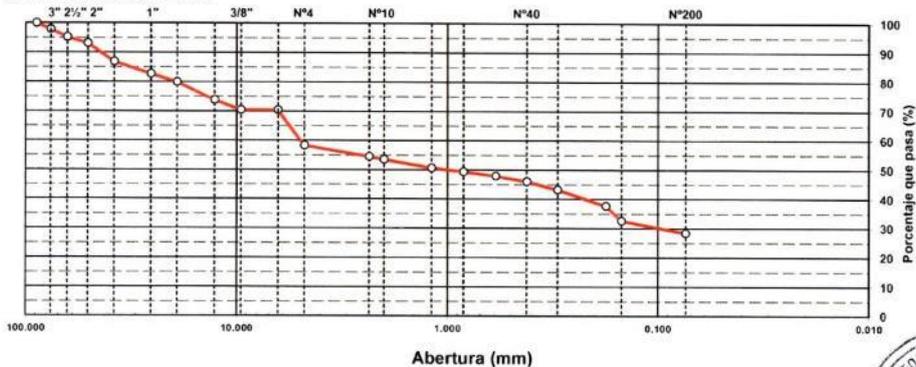
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3 1/2"	88.900				100.0	PESO TOTAL = 49585.0 gr	
3"	76.200	1040.1	2.1	2.1	97.9		
2 1/2"	63.500	1311.3	2.6	4.7	95.3	PESO FRACCIÓN FINC = 500.0 gr	
2"	50.800	1054.8	2.1	6.9	93.1	LÍMITE LÍQUIDO = 24.0 %	
1 1/2"	38.100	3083.0	6.2	13.1	86.9	LÍMITE PLÁSTICO = 17.5 %	
1"	25.400	2049.9	4.1	17.2	82.8	ÍNDICE PLÁSTICO = 6.4 %	
3/4"	19.100	1409.0	2.8	20.1	79.9	CLASF. AASHTO = A-2-4 [0]	
1/2"	12.700	3010.0	6.1	26.1	73.9	CLASF. SUCS = GC - GM	
3/8"	9.520	1696.0	3.4	29.6	70.5		
1/4"	6.350						
# 4	4.760	5980.0	12.1	41.6	58.4		
# 8	2.360	33.0	0.9	45.5	54.5		
# 10	2.000	8.0	0.9	46.4	53.6		
# 16	1.190	24.5	2.9	49.3	50.8		
# 20	0.840	11.5	1.3	50.6	49.4		
# 30	0.590	12.5	1.5	52.1	48.0		
# 40	0.420	16.0	1.9	53.9	46.1	CONT. DE HUMEDAD = 5.6 %	
# 50	0.300	24.0	2.8	56.7	43.3		
# 80	0.177	48.0	5.6	62.3	37.7		
# 100	0.149	43.5	5.1	67.4	32.6		
# 200	0.074	35.5	4.1	71.6	28.4		
< # 200	FONDO	243.5	28.4	100.0			
Descripción suelo: GRAVA LIMO ARCILLOSA CON ARENA						Coef. Uniformidad	Índice de Consistencia
						Coef. Curvatura	
						Pot. de expansión	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Danga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



Análisis granulométrico – suelo de la sub rasante (M2) calicata N°02

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente		
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	RESP. LAB.:	S.B.F.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Devis	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
		FECHA:	07/08/2020

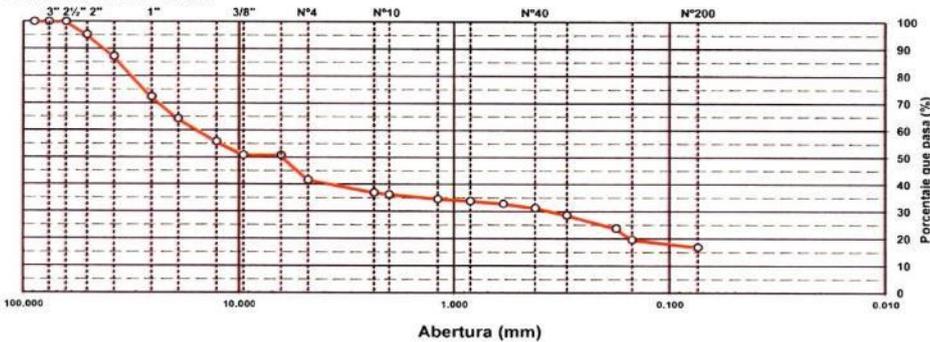
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.15-1.50

DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3 1/2"	88.900					PESO TOTAL = 36673.0 gr	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500				100.0	PESO FRACCIÓN FINC = 500.0 gr	
2"	50.800	1758.0	4.8	4.8	95.2	LÍMITE LÍQUIDO = 25.9 %	
1 1/2"	38.100	2914.0	8.0	12.7	87.3	LÍMITE PLÁSTICO = 17.9 %	
1"	25.400	5446.0	14.9	27.6	72.4	ÍNDICE PLÁSTICO = 8.0 %	
3/4"	19.100	2979.0	8.1	35.7	64.3	CLASF. AASHTO = A-2-4 [0]	
1/2"	12.700	3095.0	8.4	44.2	55.9	CLASF. SUCS = GC	
3/8"	9.520	1834.0	5.0	49.2	50.9		
1/4"	6.350						
# 4	4.760	3347.0	9.1	58.3	41.7		
# 8	2.360	56.5	0.2	63.0	37.0		
# 10	2.000	8.0	0.2	63.7	36.3		
# 16	1.190	21.0	0.6	65.4	34.6		
# 20	0.840	8.5	0.2	66.1	33.9		
# 30	0.590	12.0	0.3	67.1	32.9		
# 40	0.420	16.5	0.4	68.7	31.3	CONT. DE HUMEDAD = 7.4 %	
# 50	0.300	32.0	0.9	71.3	28.7		
# 80	0.177	59.0	0.2	76.3	23.8		
# 100	0.149	49.0	0.1	80.3	19.7		
# 200	0.074	33.0	0.1	83.1	16.9		
< # 200	FONDO	202.5	0.5	100.0			
						Coef. Uniformidad	
						Coef. Curvatura	
						Pot. de expansión	
Descripción suelo: GRAVA ARCILLOSA CON ARENA						Índice de Consistencia	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



Anexo 07: Perfil estratigráfico

Perfil estratigráfico calicata N°01

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

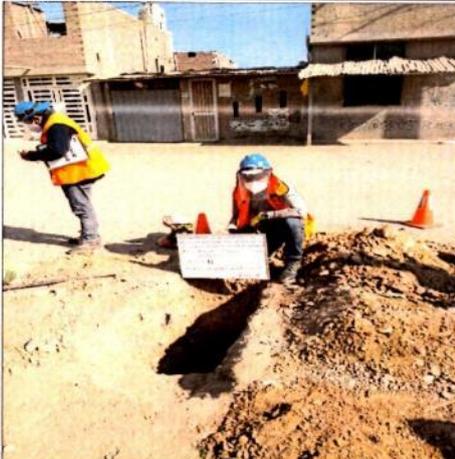
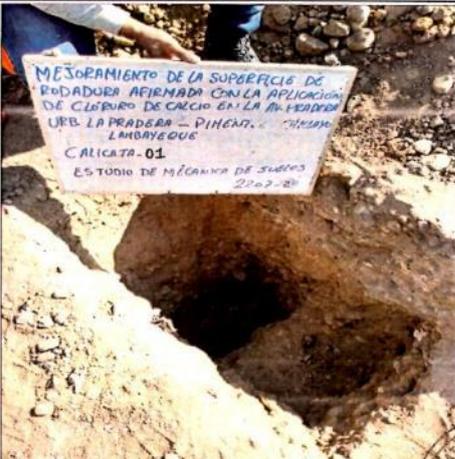
REGISTRO DE EXCAVACIÓN
 (CLASIFICACIÓN VISUAL MANUAL - NTP 339.150)
CALICATA N°01

PROYECTO	Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente	FECHA DE EXCAVACIÓN	07/08/2020
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.50
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FILTRACIÓN DE AGUA (m)	No presenta

PROF. (m)	M U R S A T	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.00			Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.		
0.15	M-01		Grava limo arcillosa con arena de color marrón claro, presenta una plasticidad de 4.1%, con una humedad de 2.3% y es de consistencia semi compacta.	GC - GM	A-1-b(0)
0.70	M-02		Arena arcillosa de color marrón claro, presenta una plasticidad de 7.7%, con una humedad de 4.6% y es de consistencia semi compacta.	SC	A-2-4(0)
1.50	M-03		Grava arcillosa con arena de color marrón claro, presenta una plasticidad de 10.1%, con una humedad de 3.5% y es de consistencia semi compacta.	GC	A-2-4(0)

Observaciones :

PANEL FOTOGRAFICO

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

Secundino Boga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 169278



Perfil estratigráfico calicata N°02

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
Email: servicios_lab@hotmail.com
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

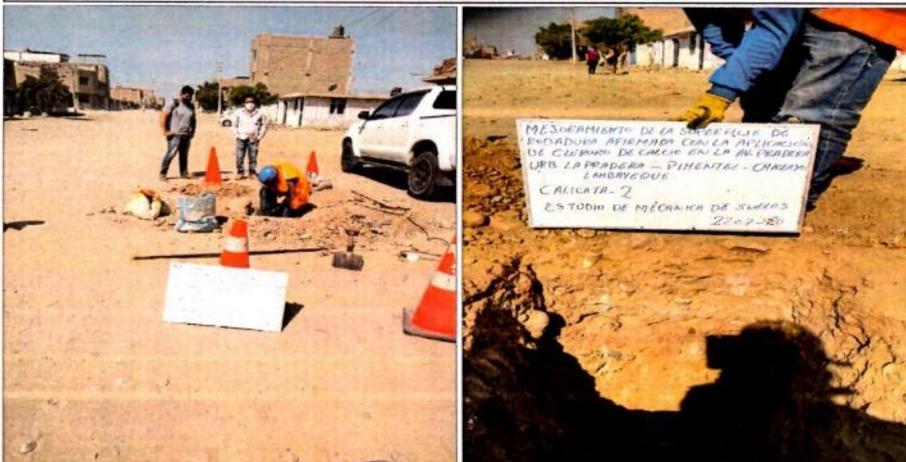
REGISTRO DE EXCAVACIÓN
(CLASIFICACIÓN VISUAL MANUAL - NTP 339.150)
CALICATA N°02

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente	FECHA DE EXCAVACIÓN	07/08/2020
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.50
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FILTRACIÓN DE AGUA (m)	No presenta

PROF. (m)	M U R E S T	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones, y material orgánico; porcentaje estimado de botecos / cantos, etc.	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.00					
0.15	M-01		Grava limo arcillosa con arena de color marrón claro, presenta una plasticidad de 6.4%, con una humedad de 5.6% y es de consistencia semi compacta.	GC - GM	A-2-4(0)
1.50	M-02		Grava arcillosa con arena de color marrón claro, presenta una plasticidad de 8.0%, con una humedad de 7.4% y es de consistencia semi compacta.	GC	A-2-4(0)

Observaciones :

PANEL FOTOGRAFICO



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barriga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



Anexo 08: Ensayos de límites de consistencia – suelo base

Límite de consistencia - material afirmado (M1) – calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com



ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
 (NTP 339.129, MTC E 110, MTC E 111)

PROYECTO : "Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".

UBICACIÓN : Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque

MATERIAL : Terreno Existente **RESP. LAB. :** S.B.F.

COORDENADAS : E 0623069 - N 9250651 **TEC. LAB. :** C.A.D.S.

SOLICITANTE : Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis **FECHA :** 07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 01

MUESTRA : M-01

PROF. (m) : 0.00-0.15

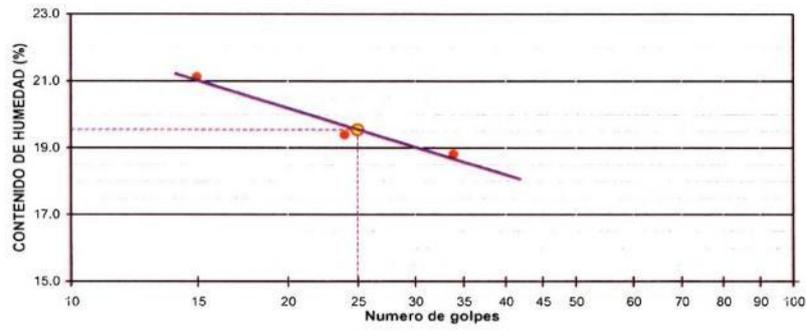
DATOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	34	7	21	
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.40	34.36	31.06	
TARRO + SUELO SECO	33.76	31.87	29.23	
AGUA	2.64	2.49	1.83	
PESO DEL TARRO	21.27	19.04	19.51	
PESO DEL SUELO SECO	12.49	12.83	9.72	
% DE HUMEDAD	21.14	19.41	18.83	
N° DE GOLPES	15	24	34	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	17	7		
TARRO + SUELO HÚMEDO	15.31	16.53		
TARRO + SUELO SECO	14.35	15.45		
AGUA	0.96	1.08		
PESO DEL TARRO	8.08	8.56		
PESO DEL SUELO SECO	6.27	6.89		
% DE HUMEDAD	15.31	15.67		

LL : 19.6 % LP : 15.5 % IP : 4.1 %

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.


César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burgos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278

Límite de consistencia – suelo de la sub rasante (M2) – calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N°682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

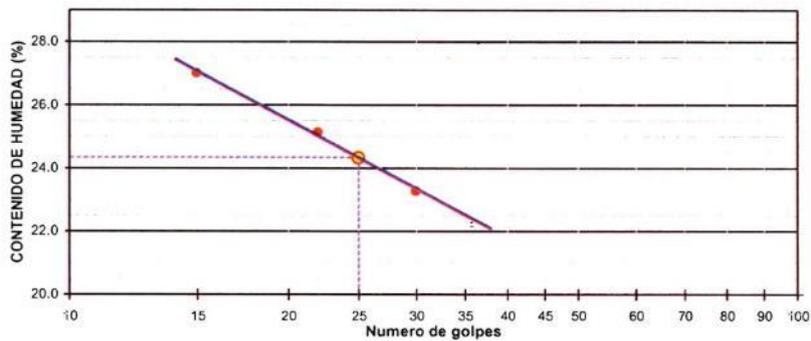
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
 (NTP 339.129, MTC E 110, MTC E 111)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB.	S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB.	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA	07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.15-0.70

DATOS DE ENSAYO					
LÍMITE LÍQUIDO					
N° TARRO	78	13	60		
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.37	17.68	29.18		
TARRO + SUELO SECO	36.23	15.27	27.20		
AGUA	2.14	2.41	1.98		
PESO DEL TARRO	28.31	5.69	18.70		
PESO DEL SUELO SECO	7.92	9.58	8.50		
% DE HUMEDAD	27.02	25.16	23.29		
N° DE GOLPES	15	22	30		
LÍMITE PLÁSTICO					
N° TARRO	20	5			
TARRO + SUELO HÚMEDO	14.80	16.23			
TARRO + SUELO SECO	13.75	15.16			
AGUA	1.05	1.07			
PESO DEL TARRO	7.87	8.23			
PESO DEL SUELO SECO	5.88	6.93			
% DE HUMEDAD	17.86	15.44			
LL :	24.3 %	LP :	16.6 %	IP :	7.7 %

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

Secundino Durán Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 169278



Límite de consistencia – suelo de la sub rasante (M3) – calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emlaboratorios.com

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
 (NTP 339.129, MTC E 110, MTC E 111)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB.	S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB.	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA	07/08/2020

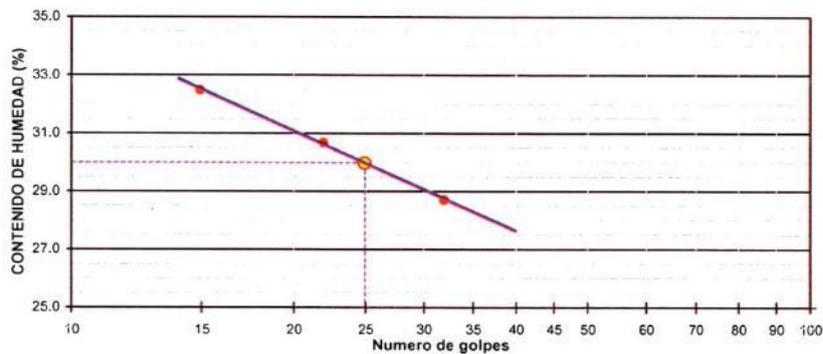
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-03
PROF. (m)	: 0.70-1.50

DATOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO					
N° TARRO	29	11	98		
TARRO + SUELO HÚMEDO	17.03	30.91	18.93		
TARRO + SUELO SECO	14.70	28.62	15.98		
AGUA	2.33	2.29	2.95		
PESO DEL TARRO	7.53	21.16	5.71		
PESO DEL SUELO SECO	7.17	7.46	10.27		
% DE HUMEDAD	32.50	30.70	28.72		
N° DE GOLPES	15	22	32		
LÍMITE PLÁSTICO					
N° TARRO	7	5			
TARRO + SUELO HÚMEDO	16.44	17.48			
TARRO + SUELO SECO	15.06	16.17			
AGUA	1.38	1.31			
PESO DEL TARRO	8.13	9.56			
PESO DEL SUELO SECO	6.83	6.61			
% DE HUMEDAD	19.91	19.82			
LL :	30.0 %	LP :	19.9 %	IP :	10.1 %

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burgos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



Límite de consistencia – material afirmado (M1) – calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

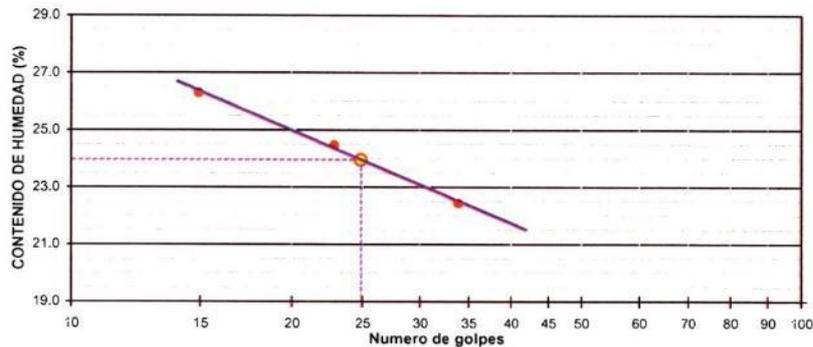
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
 (NTP 339.129, MTC E 110, MTC E 111)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB. :	S.B.F.
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA :	07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO					
LÍMITE LÍQUIDO					
N° TARRO	8	32	82		
TARRO + SUELO HÚMEDO	17.11	33.43	32.42		
TARRO + SUELO SECO	14.70	31.15	30.15		
AGUA	2.41	2.28	2.27		
PESO DEL TARRO	5.54	21.84	20.04		
PESO DEL SUELO SECO	9.16	9.31	10.11		
% DE HUMEDAD	26.31	24.49	22.45		
N° DE GOLPES	15	23	34		
LÍMITE PLÁSTICO					
N° TARRO	25	21			
TARRO + SUELO HÚMEDO	13.21	14.26			
TARRO + SUELO SECO	12.19	13.38			
AGUA	1.02	0.88			
PESO DEL TARRO	6.26	8.45			
PESO DEL SUELO SECO	5.93	4.93			
% DE HUMEDAD	17.20	17.85			
LL :	24.0 %	LP :	17.5 %	IP :	6.4 %

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Balsa Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 109278



Límite de consistencia – suelo de la sub rasante (M2) – calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emlaboratorios.com

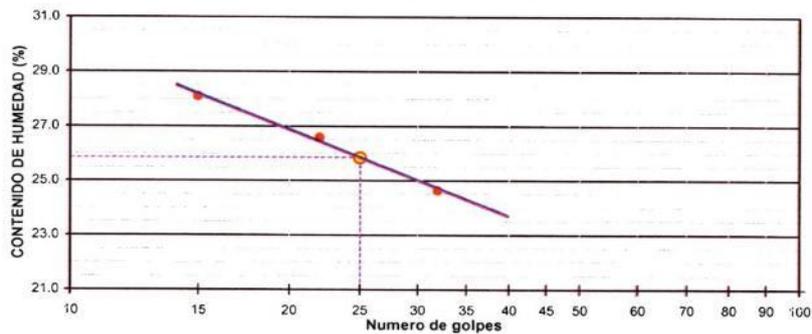
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
 (NTP 339.129, MTC E 110, MTC E 111)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB. :	S.B.F.
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA :	07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.15-1.50

DATOS DE ENSAYO					
LÍMITE LÍQUIDO					
N° TARRO	40	46	18		
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.14	28.15	20.66		
TARRO + SUELO SECO	26.13	26.20	18.20		
AGUA	2.01	1.95	2.46		
PESO DEL TARRO	18.98	18.87	8.22		
PESO DEL SUELO SECO	7.15	7.33	9.98		
% DE HUMEDAD	28.11	26.60	24.65		
N° DE GOLPES	15	22	32		
LÍMITE PLÁSTICO					
N° TARRO	1	7			
TARRO + SUELO HÚMEDO	16.39	17.45			
TARRO + SUELO SECO	15.16	16.20			
AGUA	1.23	1.25			
PESO DEL TARRO	8.26	9.23			
PESO DEL SUELO SECO	6.90	6.97			
% DE HUMEDAD	17.83	17.93			
LL :	25.9 %	LP :	17.9 %	IP :	8.0 %

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino López Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 16927R



Anexo 09: Ensayos de límites de consistencia aplicando cloruro de calcio

Límite de consistencia + 2% CaCl₂ – material afirmado (M1) – calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N°682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emlaboratorios.com



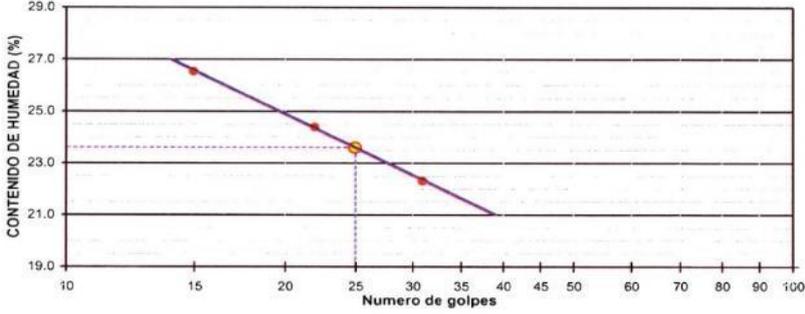
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
(NTP 339.129, MTC E 110, MTC E 111)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente + 2% Cloruro de Calcio		RESP. LAB. : S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651		TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis		FECHA : 21/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO					
LÍMITE LÍQUIDO					
N° TARRO	13	9	3		
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.17	38.16	35.75		
TARRO + SUELO SECO	33.10	34.68	32.80		
AGUA	3.07	3.48	2.95		
PESO DEL TARRO	21.54	20.42	19.59		
PESO DEL SUELO SECO	11.56	14.26	13.21		
% DE HUMEDAD	26.56	24.40	22.33		
N° DE GOLPES	15	22	31		
LÍMITE PLÁSTICO					
N° TARRO	2	11			
TARRO + SUELO HÚMEDO	14.42	13.11			
TARRO + SUELO SECO	13.40	12.00			
AGUA	1.02	1.11			
PESO DEL TARRO	7.87	5.84			
PESO DEL SUELO SECO	5.53	6.16			
% DE HUMEDAD	18.44	18.02			
LL :	23.6 %	LP :	18.2 %	IP :	5.4 %

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Butas Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 169278



Límite de consistencia + 3% CaCl2 – material afirmado (M1) – calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
 (NTP 339.129, MTC E 110, MTC E 111)

PROYECTO : "Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".
UBICACIÓN : Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
MATERIAL : Terreno Existente + 3% Cloruro de Calcio **RESP. LAB.** : S.B.F.
COORDENADAS : E 0623069 - N 9250651 **TEC. LAB.** : C.A.D.S.
SOLICITANTE : Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis **FECHA** : 21/08/2020

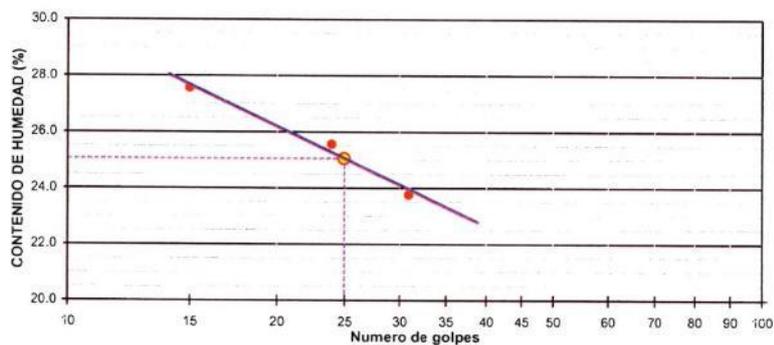
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 01
MUESTRA : M-01
PROF. (m) : 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	11	11	4	
TARRO + SUELO HÚMEDO	31.16	33.68	37.88	
TARRO + SUELO SECO	27.74	30.12	34.10	
AGUA	3.42	3.56	3.78	
PESO DEL TARRO	15.34	16.20	18.20	
PESO DEL SUELO SECO	12.40	13.92	15.90	
% DE HUMEDAD	27.58	25.57	23.77	
Nº DE GOLPES	15	24	31	
3				
Nº TARRO	3	20		
TARRO + SUELO HÚMEDO	11.76	15.38		
TARRO + SUELO SECO	10.78	14.09		
AGUA	0.98	1.29		
PESO DEL TARRO	5.40	7.11		
PESO DEL SUELO SECO	5.38	6.98		
% DE HUMEDAD	18.22	18.48		
LL : 25.1 % LP : 18.3 % IP : 6.7 %				

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burgos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



Límite de consistencia + 2% CaCl₂ – material afirmado (M1) – calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

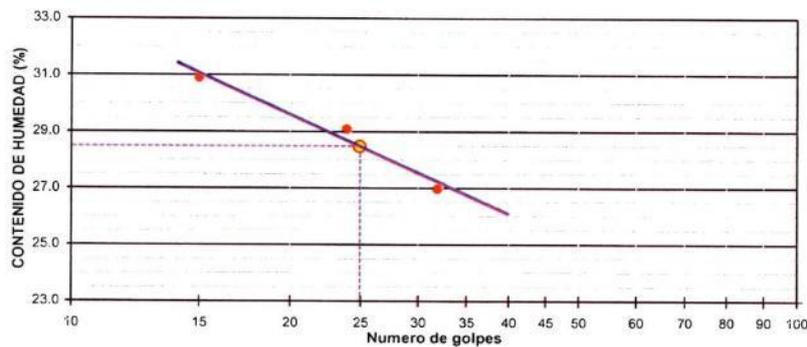
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
 (NTP 339.129, MTC E 110, MTC E 111)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente + 2% Cloruro de Calcio	RESP. LAB. :	S.B.F.
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA :	21/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO					
LÍMITE LÍQUIDO					
N° TARRO	5	2	6		
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.72	32.07	35.86		
TARRO + SUELO SECO	25.62	28.47	32.40		
AGUA	3.10	3.60	3.46		
PESO DEL TARRO	14.13	16.10	21.21		
PESO DEL SUELO SECO	11.49	12.37	11.19		
% DE HUMEDAD	26.98	29.10	30.92		
N° DE GOLPES	32	24	15		
LÍMITE PLÁSTICO					
N° TARRO	4	8			
TARRO + SUELO HÚMEDO	13.40	12.88			
TARRO + SUELO SECO	12.32	11.62			
AGUA	1.08	1.26			
PESO DEL TARRO	7.11	5.48			
PESO DEL SUELO SECO	5.21	6.14			
% DE HUMEDAD	20.73	20.52			
LL :	28.5 %	LP :	20.6 %	IP :	7.9 %

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino B. Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIR. 169278



Límite de consistencia + 3% CaCl₂ – material afirmado (M1) – calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

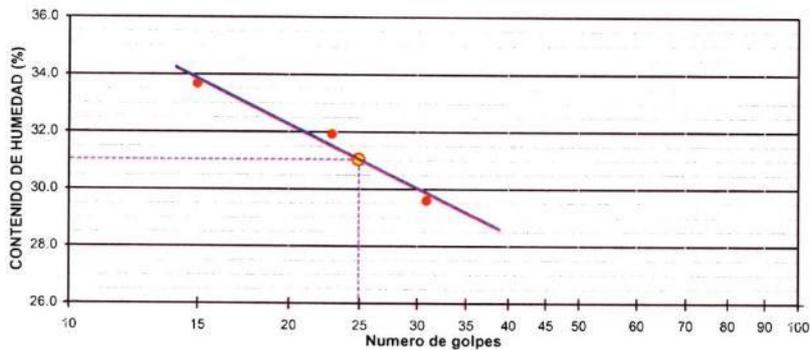
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
 (NTP 339.129, MTC E 110, MTC E 111)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente + 3% Cloruro de Calcio	RESP. LAB.	S.B.F.
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB.	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA	21/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO					
LÍMITE LÍQUIDO					
N° TARRO	12	4	3		
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.96	33.83	34.13		
TARRO + SUELO SECO	31.66	29.54	30.69		
AGUA	4.30	4.29	3.44		
PESO DEL TARRO	17.14	16.11	20.48		
PESO DEL SUELO SECO	14.52	13.43	10.21		
% DE HUMEDAD	29.61	31.94	33.69		
N° DE GOLPES	31	23	15		
3					
N° TARRO	13	17			
TARRO + SUELO HÚMEDO	14.64	14.48			
TARRO + SUELO SECO	13.31	12.93			
AGUA	1.33	1.55			
PESO DEL TARRO	7.11	5.81			
PESO DEL SUELO SECO	6.20	7.12			
% DE HUMEDAD	21.45	21.77			
LL :	31.1 %	LP :	21.6 %	IP :	9.4 %

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Borja Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIR. 169278



Anexo 10: Ensayos de Proctor modificado – suelo base

Proctor modificado - material afirmado (M1) – calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(NTP 339.141, MTC E 115)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".	
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque	
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB. : S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA : 07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 01
MUESTRA : M-01
PROF. (m) : 0.00-0.15

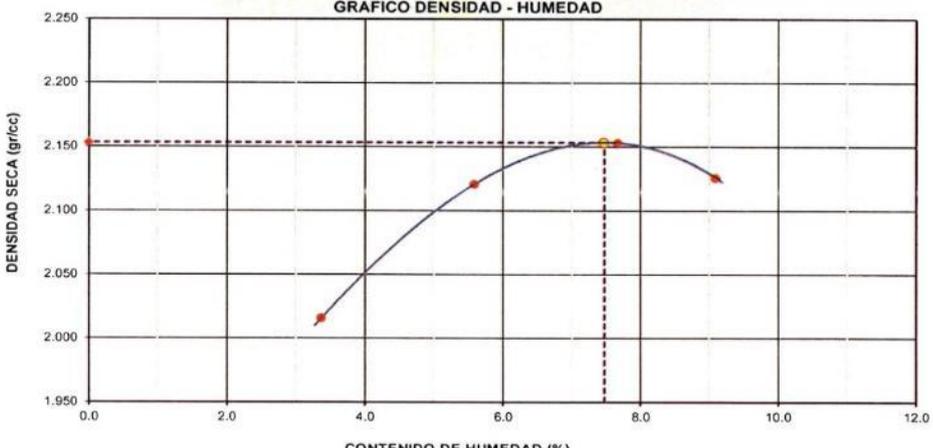
DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMETRICA						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO DEL MOLDE (gr.) :				METODO	"C"
2110	1	2	3	4		
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE	10845	11174	11340	11342		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4397	4726	4892	4894		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.084	2.240	2.318	2.319		

CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	357.8	359.9	302.6	369.4	
PESO SUELOS SECO + TARA	346.1	340.8	281.0	338.6	
PESO DE LA TARA					
PESO DE AGUA	11.7	19.1	21.6	30.8	
PESO DE SUELO SECO	346.1	340.8	281.0	338.6	
CONTENIDO DE AGUA	3.38	5.60	7.69	9.10	
PESO VOLUMETRICO SECO	2.016	2.121	2.153	2.126	

DENSIDAD MAXIMA SECA: 2.153 gr/cm³ **HUMEDAD OPTIMA:** 7.48 %

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



DENSIDAD SECA (gr/cc) vs. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

Observaciones :


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Brusa Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 169278

Proctor modificado – suelo de la sub rasante (M2) – calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emlaboratorios.com

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(NTP 339.141, MTC E 115)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB. :	S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA :	07/08/2020

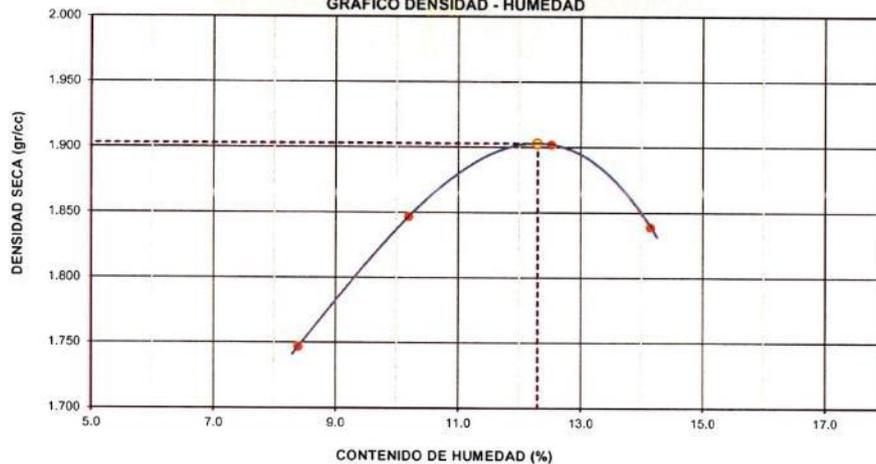
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.15-0.70

DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMETRICA							
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2121	PESO DEL MOLDE (gr.) :			6358	METODO	"C"
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE		10375	10675	10898	10812		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO		4017	4317	4540	4454		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO		1.894	2.035	2.140	2.100		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE Nro.		1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO + TARA		400.0	316.4	386.0	416.8		
PESO SUELOS SECO + TARA		369.0	287.1	343.0	365.1		
PESO DE LA TARA							
PESO DE AGUA		31.0	29.3	43.0	51.7		
PESO DE SUELO SECO		369.0	287.1	343.0	365.1		
CONTENIDO DE AGUA		8.40	10.21	12.54	14.16		
PESO VOLUMETRICO SECO		1.747	1.847	1.902	1.839		
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.903	gr/cm³		HUMEDAD OPTIMA:	12.30	%	

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



Observaciones :



E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barba Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278

Proctor modificado – material afirmado (M1) – calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N°682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
 (NTP 339.141, MTC E 115)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB.	S.B.F.
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB.	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA	07/08/2020

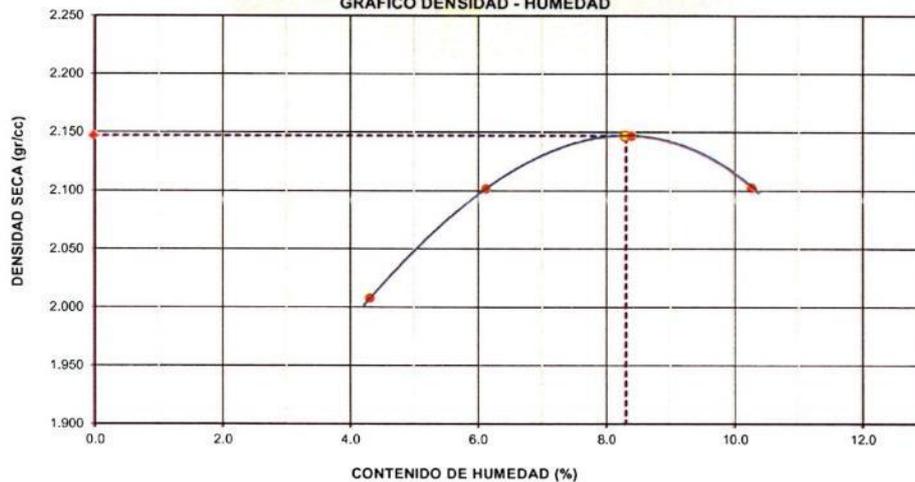
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMETRICA						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2110	PESO DEL MOLDE (gr.)		6448	METODO	"C"
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE	10868	11156	11359	11342		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4420	4708	4911	4894		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.095	2.231	2.327	2.319		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO + TARA	374.5	332.2	485.7	397.5		
PESO SUELOS SECO + TARA	359.0	313.0	448.0	360.4		
PESO DE LA TARA						
PESO DE AGUA	15.5	19.2	37.7	37.1		
PESO DE SUELO SECO	359.0	313.0	448.0	360.4		
CONTENIDO DE AGUA	4.32	6.13	8.42	10.29		
PESO VOLUMETRICO SECO	2.008	2.102	2.147	2.103		
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.147	gr/cm³	HUMEDAD OPTIMA:	8.32	%	

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 E.M.P. ASFALTOS
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



Proctor modificado - material afirmado (M2) – calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



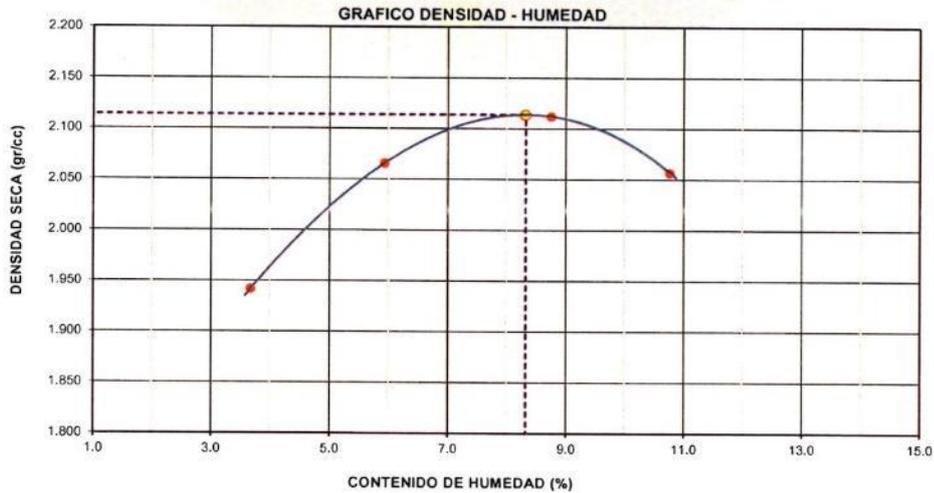
Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
 (NTP 339.141, MTC E 115)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	: Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	: Terreno Existente	RESP. LAB.	: S.B.F.
COORDENADAS	: E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB.	: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA	: 07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.15-1.50

DATOS DE ENSAYO						
DENSIDAD VOLUMETRICA						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2050	PESO DEL MOLDE (gr.) :		6771	METODO	"C"
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE		10898	11259	11480	11442	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO		4127	4488	4709	4671	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO		2.013	2.189	2.297	2.279	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.		1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO + TARA		456.2	393.6	452.8	431.8	
PESO SUELOS SECO + TARA		440.0	371.5	416.3	389.8	
PESO DE LA TARA						
PESO DE AGUA		16.2	22.1	36.5	42.0	
PESO DE SUELO SECO		440.0	371.5	416.3	389.8	
CONTENIDO DE AGUA		3.68	5.95	8.77	10.77	
PESO VOLUMETRICO SECO		1.942	2.066	2.112	2.057	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.114	gr/cm³		HUMEDAD OPTIMA:	8.33	%



Observaciones :

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Barga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



Anexo 11: Ensayos de Proctor modificado aplicando cloruro de calcio
 Proctor modificado + 2% CaCl₂ – material afirmado (M1) – calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N°682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

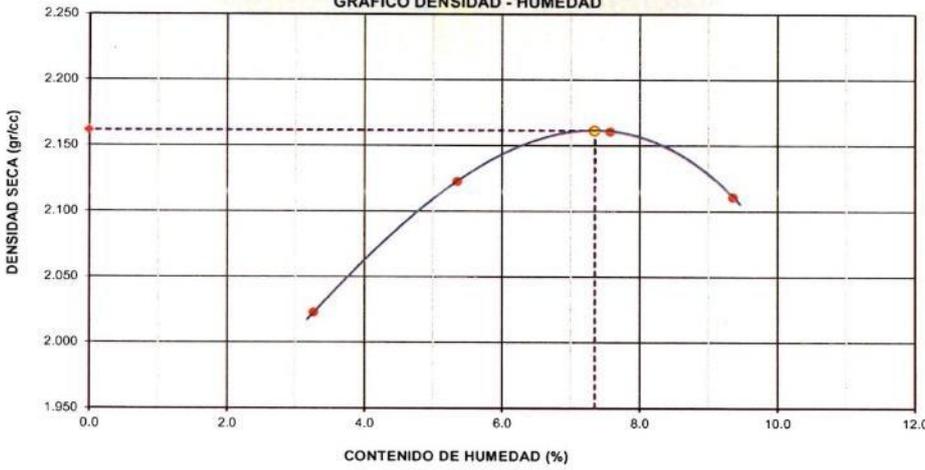
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(NTP 339.141, MTC E 115)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente + 2% Cloruro de Calcio	RESP. LAB. :	S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA :	21/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO						
DENSIDAD VOLUMETRICA						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2110	PESO DEL MOLDE (gr.) :		6448	METODO	"C"
NÚMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE		10856	11168	11353	11320	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO		4408	4720	4905	4872	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO		2.089	2.237	2.325	2.309	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.		1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO + TARA		410.0	387.7	455.5	300.0	
PESO SUELOS SECO + TARA		397.0	368.0	423.4	274.3	
PESO DE LA TARA						
PESO DE AGUA		13.0	19.7	32.1	25.7	
PESO DE SUELO SECO		397.0	368.0	423.4	274.3	
CONTENIDO DE AGUA		3.27	5.35	7.58	9.37	
PESO VOLUMETRICO SECO		2.023	2.123	2.161	2.111	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.162	gr/cm³		HUMEDAD OPTIMA:	7.35	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



Observaciones :

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Buitrago Fernández
 ING. CIVIL
 REG. C.I.P. 169278



Proctor modificado + 3% CaCl₂ – material afirmado (M1) – calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N°682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
 (NTP 339.141, MTC E 115)

PROYECTO	: "Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".	RESP. LAB. :	S.B.F.
UBICACIÓN	: Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
MATERIAL	: Terreno Existente + 3% Cloruro de Calcio	FECHA :	21/08/2020
COORDENADAS	: E 0623069 - N 9250651		
SOLICITANTE	: Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis		

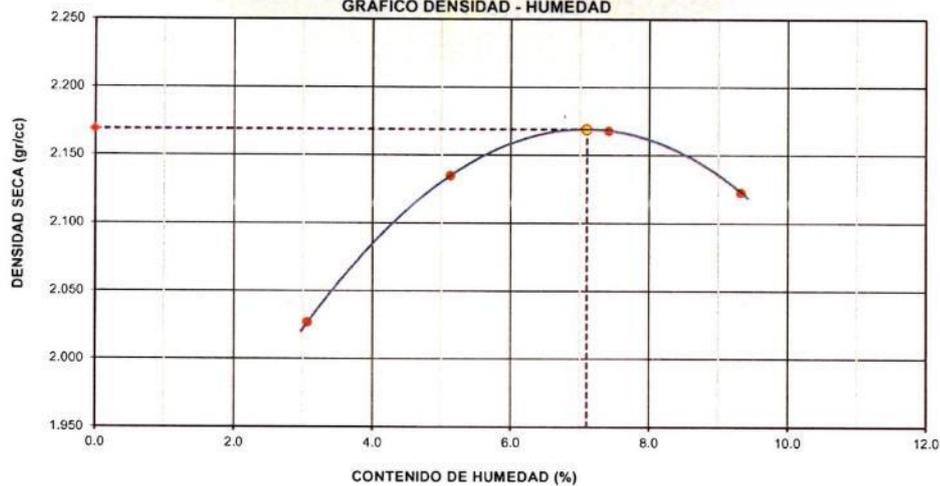
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMETRICA							
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2110	PESO DEL MOLDE (gr.) :			6448	METODO	"C"
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE		10856	11184	11362	11346		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO		4408	4736	4914	4898		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO		2.089	2.245	2.329	2.321		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE Nro.		1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO + TARA		472.4	423.5	425.5	475.8		
PESO SUELOS SECO + TARA		458.3	402.8	396.1	435.2		
PESO DE LA TARA							
PESO DE AGUA		14.1	20.7	29.4	40.6		
PESO DE SUELO SECO		458.3	402.8	396.1	435.2		
CONTENIDO DE AGUA		3.08	5.14	7.42	9.33		
PESO VOLUMETRICO SECO		2.027	2.135	2.168	2.123		
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.169	gr/cm³		HUMEDAD OPTIMA:	7.10	%	

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buitrago Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 163278



Proctor modificado + 2% CaCl₂ – material afirmado (M1) – calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N°682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
 (NTP 339.141, MTC E 115)

PROYECTO	Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente + 2% Cloruro de Calcio	RESP. LAB. :	S.B.F.
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA :	21/08/2020

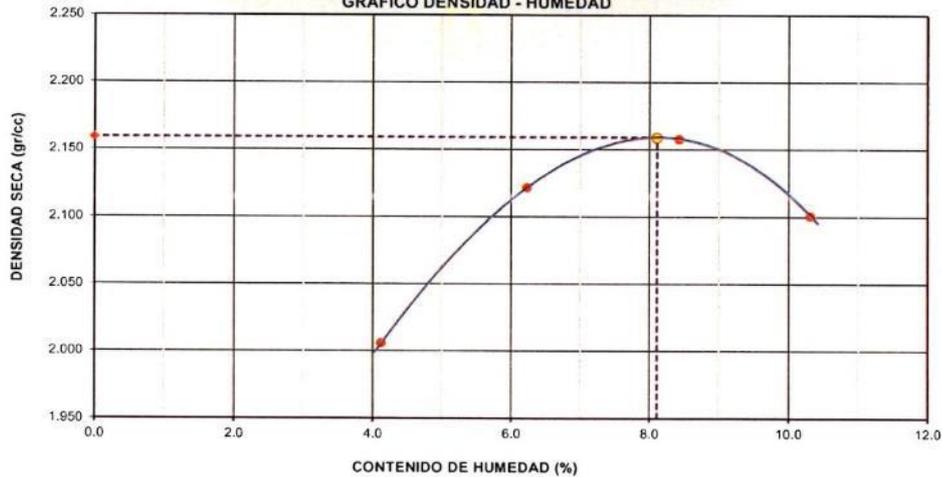
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMETRICA						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO DEL MOLDE (gr.) :				METODO	"C"
2110	1	2	3	4		
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE	10856	11205	11385	11339		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4408	4757	4937	4891		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.089	2.255	2.340	2.318		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO + TARA	427.8	406.9	435.9	387.8		
PESO SUELOS SECO + TARA	410.8	383.0	402.0	351.5		
PESO DE LA TARA						
PESO DE AGUA	17.0	23.9	33.9	36.3		
PESO DE SUELO SECO	410.8	383.0	402.0	351.5		
CONTENIDO DE AGUA	4.14	6.24	8.43	10.33		
PESO VOLUMETRICO SECO	2.006	2.122	2.158	2.101		
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.159	gr/cm³	HUMEDAD OPTIMA:	8.11	%	

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



Observaciones :

E.M.P. **ASFALTOS**
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 169276



Proctor modificado + 3% CaCl₂ – material afirmado (M1) – calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(NTP 339.141, MTC E 115)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente + 3% Cloruro de Calcio	RESP. LAB.:	S.B.F.
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA:	21/08/2020

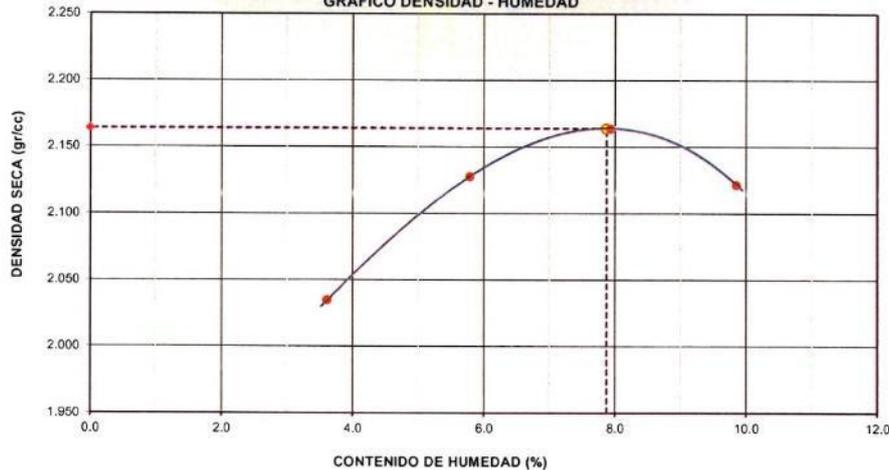
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMETRICA						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2110	PESO DEL MOLDE (gr.): 6448			METODO	"C"
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE	10898	11198	11377	11368		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4450	4750	4929	4920		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.109	2.251	2.336	2.332		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO + TARA	400.0	477.9	324.9	472.4		
PESO SUELOS SECO + TARA	386.0	451.7	301.0	430.0		
PESO DE LA TARA						
PESO DE AGUA	14.0	26.2	23.9	42.4		
PESO DE SUELO SECO	386.0	451.7	301.0	430.0		
CONTENIDO DE AGUA	3.63	5.80	7.94	9.86		
PESO VOLUMETRICO SECO	2.035	2.128	2.164	2.122		
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.164	gr/cm³		HUMEDAD OPTIMA:	7.88	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



Observaciones :

E.M.P. ASPALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



Anexo 12: Ensayos CBR – suelo base

CBR - material afirmado (M1) – calicata N°1

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 (NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.				
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque				
MATERIAL	Terreno Existente		RESP. LAB. : S.B.F.		
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651		TEC. LAB. : C.A.D.S.		
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis		FECHA : 07/08/2020		

DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA	: 01					
MUESTRA	: M-01					
PROF. (m)	: 0.00-0.15					

DATOS DE ENSAYO													
DENSIDAD VOLUMETRICA													
N° DE MOLDE	26		15		21								
N° CAPA	5		5		5								
GOLPES POR CAPA N°	56		25		12								
COND. DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	12153	12240	12320	12500	12347	12603							
PESO DE MOLDE	7230	7230	7576	7576	7781	7781							
PESO DEL SUELO HÚMEDO	4914	5001	4753	4924	4566	4822							
VOLUMEN DEL MOLDE	2123	2123	2123	2123	2111	2111							
DENSIDAD HÚMEDA	2.315	2.356	2.239	2.319	2.163	2.284							
% DE HUMEDAD	7.53	9.52	7.48	11.18	7.43	13.59							
DENSIDAD SECA	2.153	2.151	2.083	2.086	2.013	2.011							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
N° DE TARRO	-		-		-								
TARRO + SUELO HÚMEDO (GR.)	351.0	351.0	351.0	351.0	351.0	351.0							
TARRO + SUELO SECO	326.4	320.5	326.6	315.7	326.7	309.0							
PESO DEL AGUA	24.6	30.5	24.4	35.3	24.3	42.0							
PESO DEL TARRO													
PESO DEL SUELO SECO	326.4	320.5	326.6	315.7	326.7	309.0							
% DE HUMEDAD	7.53	9.52	7.48	11.18	7.43	13.59							
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION				
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%		
NO EXPANSIVO													
PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 26				MOLDE N° 15				MOLDE N° 21			
		CARGA Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		49.6	3			31.6	2			16.8	1		
0.050		112.4	6			81.5	4			56.9	3		
0.075		185.6	9			139.8	7			115.4	6		
0.100	70.3	321.8	16	29.8	42.3	221.1	11	23.1	32.8	181.7	9	18.0	25.5
0.125		466.5	24			328.1	17			261.3	13		
0.150		637.4	32			444.3	23			386.5	20		
0.200	105.5	876.6	44	57.2	54.2	652.5	33	45.4	43.1	517.6	26	33.8	32.1
0.300		1295.8	66			1056.9	54			742.2	38		
0.400		1680.8	85			1316.8	67			886.9	45		
0.500													

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buzza Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

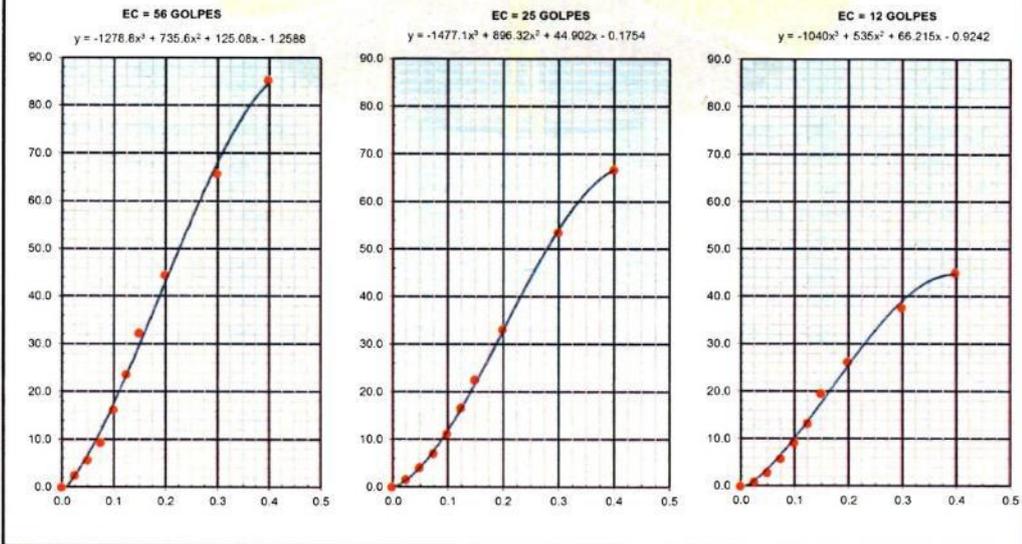
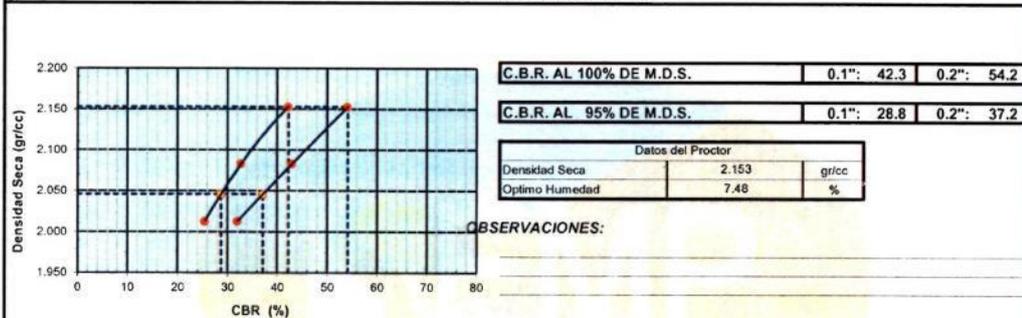
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 (NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	: "Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".	RESP. LAB.	: S.B.F.
UBICACIÓN	: Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB.	: C.A.D.S.
MATERIAL	: Terreno Existente	FECHA	: 07/08/2020
COORDENADAS	: E 0623069 - N 9250651		
SOLICITANTE	: Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis		

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Observaciones :

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Daga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIR. 169278



CBR – suelo de la sub rasante (M2) – calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 (NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB. :	S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA :	07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.15-0.70

DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMETRICA						
N° DE MOLDE	2		5		13	
N° CAPA	5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°	56		25		12	
COND. DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	11562	11609	12484	12613	11889	12092
PESO DE MOLDE	7127	7127	8125	8125	7690	7690
PESO DEL SUELO HÚMEDO	4435	4482	4359	4488	4199	4402
VOLUMEN DEL MOLDE	2072	2072	2114	2114	2116	2116
DENSIDAD HÚMEDA	2.140	2.163	2.062	2.123	1.984	2.080
% DE HUMEDAD	12.46	14.25	12.47	16.44	12.53	18.64
DENSIDAD SECA	1.903	1.893	1.833	1.823	1.763	1.753
CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° DE TARRO	-		-		-	
TARRO + SUELO HÚMEDO (GR.)	575.8	575.8	455.5	455.5	382.6	382.6
TARRO + SUELO SECO	512.0	504.0	405.0	391.2	340.0	322.5
PESO DEL AGUA	63.8	71.8	50.5	64.3	42.6	60.1
PESO DEL TARRO	-	-	-	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO	512.0	504.0	405.0	391.2	340.0	322.5
% DE HUMEDAD	12.46	14.25	12.47	16.44	12.53	18.64

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
07/08/2020	14:30	0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0
08/08/20	14:30	22	0.0	0.00	0.0	13.6	0.35	0.3	22.0	0.56	0.5
09/08/20	14:30	42	11.9	0.30	0.3	27.8	0.71	0.6	41.1	1.04	0.9
10/08/20	14:30	65	27.8	0.71	0.6	45.6	1.16	1.0	56.7	1.40	1.3
11/08/20	14:30	95	41.5	1.05	0.9	63.8	1.62	1.4	78.8	2.00	1.7

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 2					MOLDE N° 5				MOLDE N° 13			
		CARGA		CORRECCION			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0			
0.025		26.9	1			17.8	1			12.3	1			
0.050		51.4	3			27.8	1			21.3	1			
0.075		75.6	4			51.6	3			31.1	2			
0.100	70.3	112.3	6	0.2	13.1	72.9	4	7.0	9.9	46.8	2	5.1	7.2	
0.125		159.8	8			102.4	5			67.8	3			
0.150		208.9	11			145.6	7			96.5	5			
0.200	105.5	296.7	15	17.8	16.9	213.2	11	13.3	12.6	151.2	8	9.7	9.2	
0.300		411.2	21			291.5	15			213.3	11			
0.400		551.6	28			364.8	19			261.3	13			
0.500														

Observaciones :

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burea Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N°682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

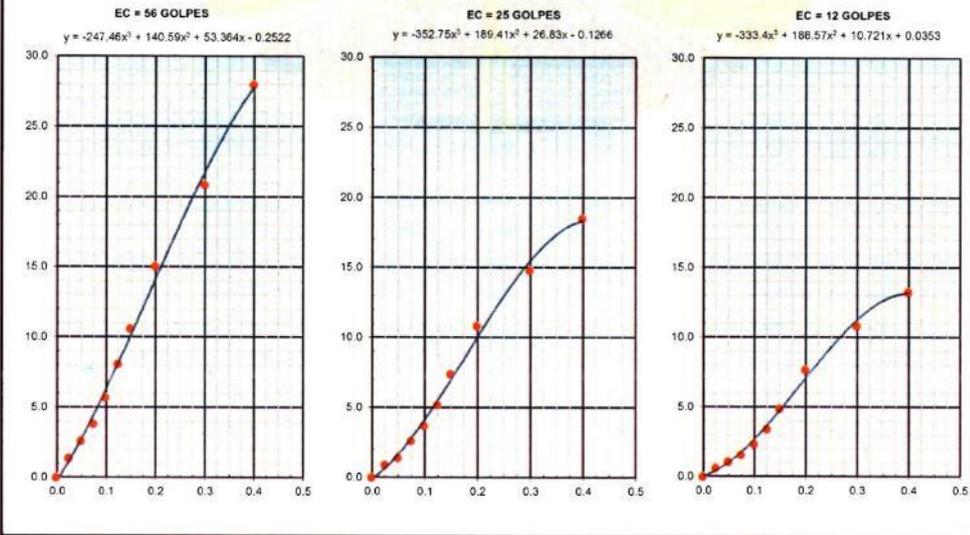
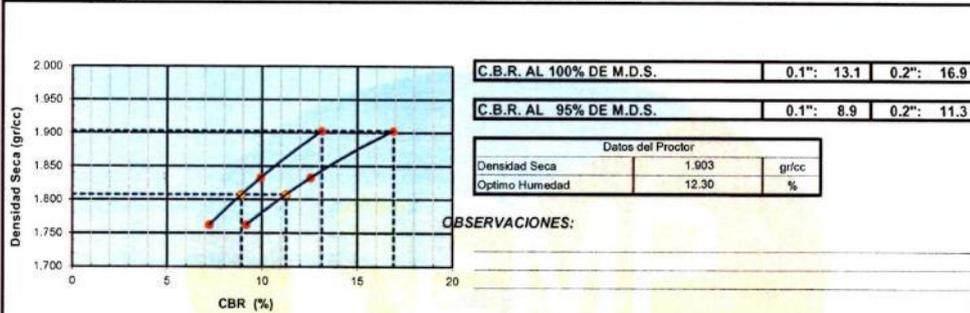
(NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	: Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	: Terreno Existente	RESP. LAB.:	: S.B.F.
COORDENADAS	: E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB.:	: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA:	: 07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.15-0.70

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Observaciones :

E.M.P. ANALISIS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Buitrago Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



CBR – material afirmado (M1) – calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N°682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
Email: servicios_lab@hotmail.com
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente		
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693		RESP. LAB. : S.B.F.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis		TEC. LAB. : C.A.D.S.
	FECHA : 07/08/2020		

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMETRICA						
N° DE MOLDE	7		16		21	
N° CAPA	5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°	56		25		12	
COND. DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	12355	12416	12578	12736	12366	12626
PESO DE MOLDE	7426	7426	7807	7807	7781	7781
PESO DEL SUELO HÚMEDO	4929	4990	4771	4929	4585	4845
VOLUMEN DEL MOLDE	2119	2119	2121	2121	2111	2111
DENSIDAD HÚMEDA	2.326	2.355	2.249	2.324	2.172	2.295
% DE HUMEDAD	8.34	10.22	8.29	12.46	8.24	14.92
DENSIDAD SECA	2.147	2.137	2.077	2.067	2.007	1.997
CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° DE TARRO	-		-		-	
TARRO + SUELO HÚMEDO (GR.)	414.3	414.3	414.3	414.3	414.3	414.3
TARRO + SUELO SECO	382.4	375.9	382.6	368.4	382.8	360.5
PESO DEL AGUA	31.9	38.4	31.7	45.9	31.6	53.8
PESO DEL TARRO	-		-		-	
PESO DEL SUELO SECO	382.4	375.9	382.6	368.4	382.8	360.5
% DE HUMEDAD	8.34	10.22	8.29	12.46	8.24	14.92

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
07/08/2020	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
08/08/20	14:30	22	0.0	0.00	0.0	11.5	0.29	0.3	19.5	0.50	0.4
09/08/20	14:30	42	0.0	0.00	0.0	24.1	0.61	0.5	41.2	1.05	0.9
10/08/20	14:30	65	21.5	0.55	0.5	42.7	1.08	0.9	59.5	1.51	1.3
11/08/20	14:30	96	41.7	1.06	0.9	58.7	1.49	1.3	76.9	1.95	1.7

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 16				MOLDE N° 21			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0		
0.025		53.6	3			36.9	2			29.6	2		
0.050		96.6	5			105.5	5			48.7	2		
0.075		191.5	10			203.6	10			81.5	4		
0.100	70.3	334.5	17	28.3	40.3	332.5	17	21.8	31.0	124.5	6	16.9	24.1
0.125		481.1	24			451.2	23			203.6	10		
0.150		626.6	32			551.9	28			321.2	16		
0.200	105.5	847.5	43	54.5	51.6	707.4	36	42.0	39.8	461.4	23	31.8	30.1
0.300		1248.7	63			965.6	51			681.9	35		
0.400		1623.0	82			1245.7	63			857.7	44		
0.500													

Observaciones :



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
(César A. Díaz Saavedra)
César A. Díaz Saavedra
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
(Secundino Burga Fernández)
Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

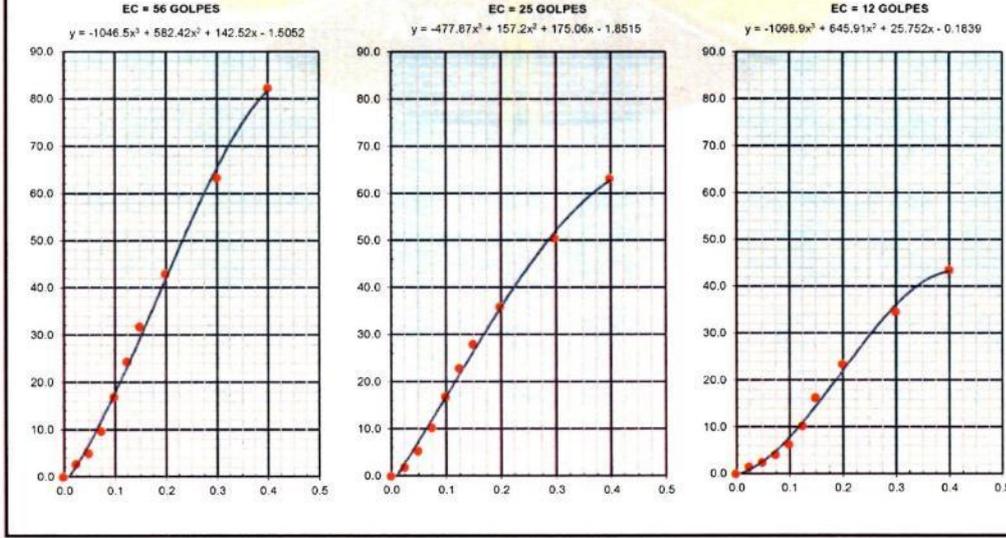
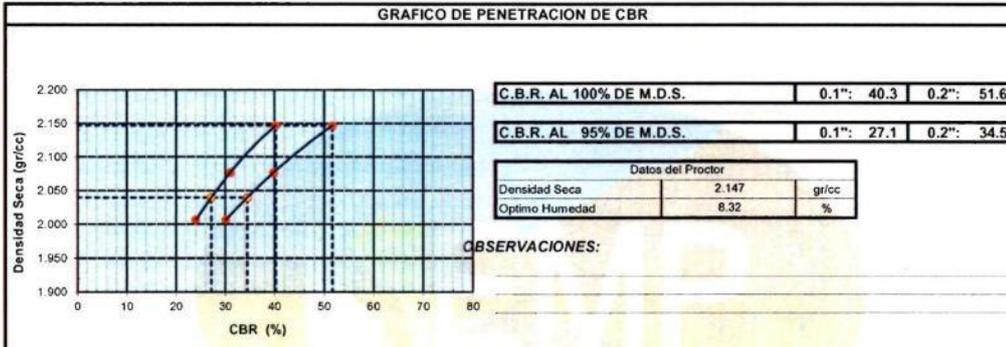
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 (NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO : "Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".
UBICACIÓN : Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
MATERIAL : Terreno Existente
COORDENADAS : E 0622813 - N 9250693
SOLICITANTE : Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : C.A.D.S.
FECHA : 07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 02
MUESTRA : M-01
PROF. (m) : 0.00-0.15

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Observaciones :



E.M.P. ASFALTOS SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burgos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278

CBR – suelo de la sub rasante (M2) – calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 (NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	: "Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".	RESP. LAB. :	S.B.F.
UBICACIÓN	: Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
MATERIAL	: Terreno Existente	FECHA :	07/08/2020
COORDENADAS	: E 0622813 - N 9250693		
SOLICITANTE	: Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis		

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.15-1.50

DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMETRICA							
N° DE MOLDE	1		3		34		
N° CAPA	5		5		5		
GOLPES POR CAPA N°	56		25		12		
COND. DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	12420	12484	12728	12678	12316	12531	
PESO DE MOLDE	7535	7535	8031	8031	7760	7760	
PESO DEL SUELO HÚMEDO	4885	4949	4697	4647	4547	4762	
VOLUMEN DEL MOLDE	2123	2123	2110	2110	2110	2110	
DENSIDAD HÚMEDA	2.301	2.331	2.226	2.207	2.155	2.257	
% DE HUMEDAD	8.43	10.38	8.48	12.48	6.71	14.43	
DENSIDAD SECA	2.122	2.112	2.052	2.042	1.982	1.972	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° DE TARRO	-	-	-	-	-	-	
TARRO + SUELO HÚMEDO (GR.)	400.0	400.0	457.8	457.8	366.6	360.6	
TARRO + SUELO SECO	368.9	362.4	422.0	407.0	340.0	323.0	
PESO DEL AGUA	31.1	37.6	35.8	50.8	29.6	46.6	
PESO DEL TARRO							
PESO DEL SUELO SECO	368.9	362.4	422.0	407.0	340.0	323.0	
% DE HUMEDAD	8.43	10.38	8.48	12.48	8.71	14.43	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
07/08/2020	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
08/08/20	14:30	22	12.2	0.31	0.3	29.5	0.75	0.6	59.4	1.51	1.3
09/08/20	14:30	42	26.5	0.67	0.6	42.5	1.08	0.9	51.4	1.31	1.1
10/08/20	14:30	65	36.0	0.94	0.8	68.9	1.75	1.5	69.0	1.75	1.5
11/08/20	14:30	95	57.8	1.47	1.3	75.4	1.92	1.7	86.9	2.21	1.9

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 3				MOLDE N° 34			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		46.6	2			26.9	1			18.9	1		
0.050		94.8	5			82.7	4			46.9	2		
0.075		165.7	8			146.5	7			85.7	4		
0.100	70.3	242.5	12	21.5	30.5	226.3	11	16.2	23.1	145.5	7	11.8	16.8
0.125		381.1	19			338.7	17			181.4	9		
0.150		503.6	26			416.1	21			278.9	14		
0.200	105.5	652.4	33	41.8	39.6	517.9	26	31.9	30.3	354.5	18	22.9	21.8
0.300		987.8	50			800.0	41			534.8	27		
0.400		1265.2	64			952.6	48			651.2	33		
0.500													

Observaciones :



E.M.P. ASFALTOS SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burga Fernández
 ING CIVIL
 REG. CIP. 069278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



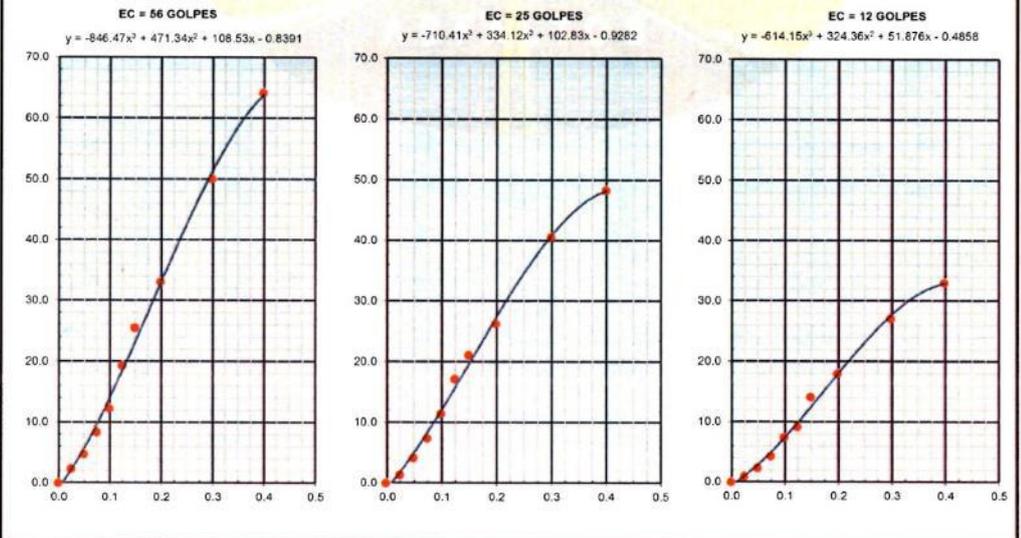
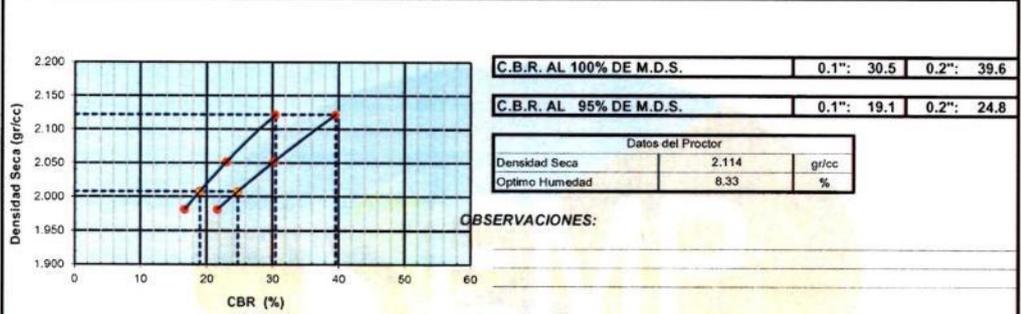
Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 (NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente	RESP. LAB.	S.B.F.
COORDENADAS	E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB.	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA	07/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.15-1.50

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Díaz Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.P. 169278



Anexo 13: Ensayos CBR aplicando cloruro de calcio

Proctor modificado + 2% CaCl₂ – material afirmado (M1) – calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
Email: servicios_lab@hotmail.com
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
Pág. WEB: www.emlaboratorios.com

SEMP
SUELOS Y PAVIMENTOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO : Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".

UBICACIÓN : Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque

MATERIAL : Terreno Existente + 2% Cloruro de Calcio

COORDENADAS : E 0623069 - N 9250651

SOLICITANTE : Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis

RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : C.A.D.S.
FECHA : 21/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 01

MUESTRA : M-01

PROF. (m) : 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMETRICA						
N° DE MOLDE	28		2		4	
N° CAPA	5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°	56		25		12	
COND. DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	12974	13044	11772	11623	12795	13033
PESO DE MOLDE	8076	8076	7119	7119	8215	8215
PESO DEL SUELO HÚMEDO	4898	4968	4653	4804	4580	4818
VOLUMEN DEL MOLDE	2111	2111	2072	2072	2111	2111
DENSIDAD HÚMEDA	2.320	2.353	2.246	2.319	2.170	2.262
% DE HUMEDAD	7.31	9.34	7.36	11.40	7.34	13.46
DENSIDAD SECA	2.162	2.152	2.092	2.082	2.022	2.011
CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° DE TARRO	375.6		455.2		481.3	
TARRO + SUELO HÚMEDO (GR.)	375.6	375.6	455.2	455.2	481.3	481.3
TARRO + SUELO SECO	350.0	343.5	424.0	406.6	448.4	424.2
PESO DEL AGUA	25.6	32.1	31.2	46.6	32.9	57.1
PESO DEL TARRO	350.0	343.5	424.0	406.6	448.4	424.2
PESO DEL SUELO SECO	350.0	343.5	424.0	406.6	448.4	424.2
% DE HUMEDAD	7.31	9.34	7.36	11.40	7.34	13.46

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
21/08/2020	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22/08/20	14:30	22	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	16.4	0.42	0.4	0.4
23/08/20	14:30	42	0.0	0.0	14.4	0.37	0.3	28.9	0.73	0.6	0.6
24/08/20	14:30	65	13.6	0.35	0.3	24.6	0.62	0.5	42.6	1.06	0.9
25/08/20	14:30	95	23.5	0.60	0.5	38.9	0.99	0.9	58.0	1.47	1.3

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 28				MOLDE N° 2				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		62.3	3			42.6	2			32.6	2		
0.050		145.6	7			72.6	4			45.9	2		
0.075		263.9	13			126.9	6			79.0	4		
0.100	70.3	411.0	21	38.3	54.5	203.2	10	28.9	41.1	119.3	6	21.3	30.3
0.125		575.8	29			312.6	16			174.5	9		
0.150		800.0	41			495.5	25			291.9	15		
0.200	105.5	1148.6	58	73.0	60.2	772.2	39	55.0	52.2	519.3	26	41.8	39.6
0.300		1629.6	83			1186.9	60			882.8	45		
0.400		2045.9	104			1458.2	74			1083.3	55		
0.500													

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buzza Fernández
 ING. CIVIL
 REG. C.I.P. 169278

171

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



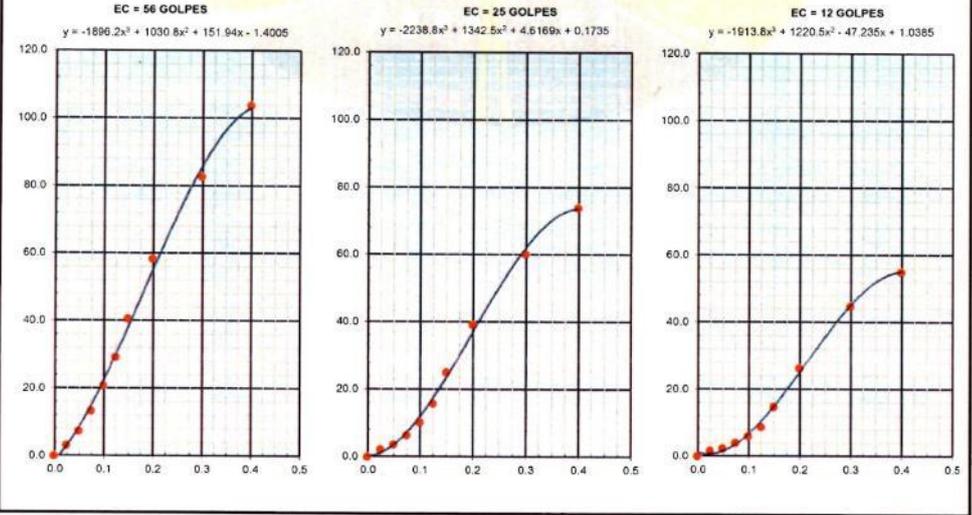
Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 (NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente + 2% Cloruro de Calcio	RESP. LAB.:	S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA:	21/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Observaciones :

E.M.P. ASALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Díaz Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 169278



Proctor modificado + 3% CaCl₂ – material afirmado (M1) – calicata N°1

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 (NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		RESP. LAB. : S.B.F.
UBICACIÓN	: Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		TEC. LAB. : C.A.D.S.
MATERIAL	: Terreno Existente + 3% Cloruro de Calcio		FECHA : 21/08/2020
COORDENADAS	: E 0623069 - N 9250651		
SOLICITANTE	: Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis		

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMETRICA						
N° DE MOLDE	8		11		7	
N° CAPA	5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°	56		25		12	
COND. DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	13302	13380	11040	11106	12012	12256
PESO DE MOLDE	8419	8419	6276	6276	7416	7416
PESO DEL SUELO HÚMEDO	4883	4961	4764	4920	4596	4840
VOLUMEN DEL MOLDE	2103	2103	2118	2118	2116	2116
DENSIDAD HÚMEDA	2.322	2.359	2.249	2.323	2.172	2.287
% DE HUMEDAD	7.07	9.27	7.13	11.22	7.04	13.27
DENSIDAD SECA	2.169	2.159	2.099	2.089	2.029	2.019
CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° DE TARRO	-	-	-	-	-	-
TARRO + SUELO HÚMEDO (GR.)	324.3	324.3	342.1	342.1	346.5	346.5
TARRO + SUELO SECO	302.9	296.8	319.3	307.6	323.7	305.9
PESO DEL AGUA	21.4	27.5	22.8	34.5	22.8	40.6
PESO DEL TARRO	-	-	-	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO	302.9	296.8	319.3	307.6	323.7	305.9
% DE HUMEDAD	7.07	9.27	7.13	11.22	7.04	13.27

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
21/08/2020	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22/08/20	14:30	22	0.0	0.00	0.0	14.2	0.36	0.3	28.9	0.73	0.6
23/08/20	14:30	42	15.6	0.40	0.3	29.9	0.76	0.7	42.5	1.08	0.9
24/08/20	14:30	65	26.8	0.68	0.6	41.1	1.04	0.9	58.9	1.50	1.3
25/08/20	14:30	95	38.7	0.98	0.9	54.7	1.39	1.2	72.3	1.84	1.6

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 8				MOLDE N° 11				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		76.9	4			54.8	3			35.6	2		
0.050		226.5	11			118.9	6			75.6	4		
0.075		349.1	18			187.4	10			164.3	8		
0.100	70.3	531.2	27	41.6	59.2	290.2	15	31.9	45.4	226.9	12	26.0	37.0
0.125		721.4	37			431.1	22			331.4	17		
0.150		981.1	50			662.3	34			478.9	24		
0.200	105.5	1325.2	67	80.2	76.1	912.5	46	60.8	57.7	756.5	38	48.3	45.8
0.300		1861.7	94			1345.5	68			1023.3	52		
0.400		2292.3	116			1712.2	87			1349.0	66		
0.500													

Observaciones :



E.M.P. LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burgos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



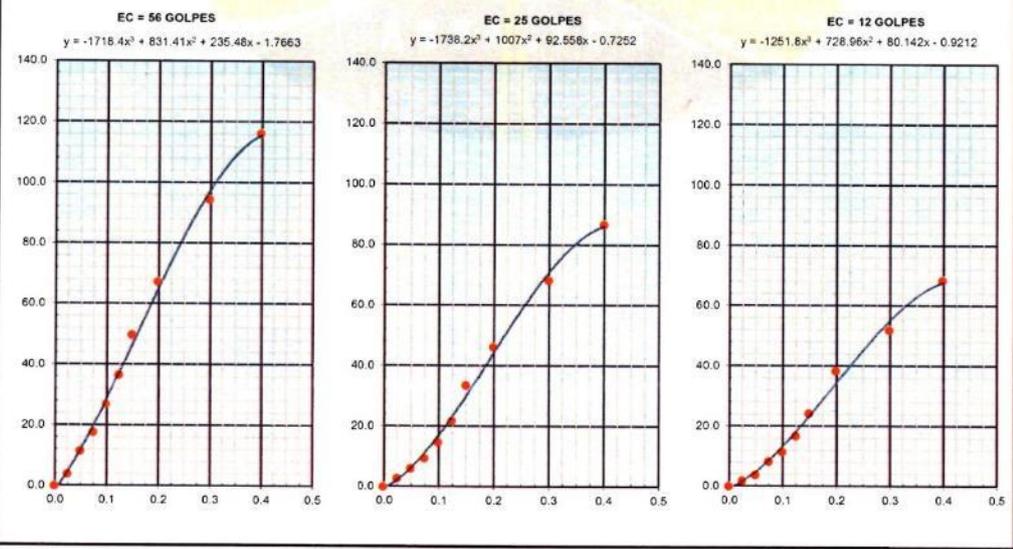
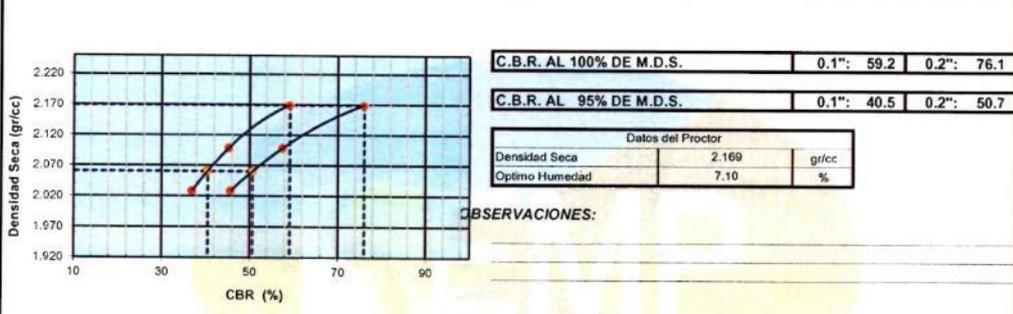
Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 (NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente + 3% Cloruro de Calcio	RESP. LAB. :	S.B.F.
COORDENADAS	E 0623069 - N 9250651	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA :	21/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Observaciones :

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Buzza Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 169278



Proctor modificado + 2% CaCl₂ – material afirmado (M1) – calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 (NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	: "Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".	RESP. LAB. :	S.B.F.
UBICACIÓN	: Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
MATERIAL	: Terreno Existente + 2% Cloruro de Calcio	FECHA :	21/08/2020
COORDENADAS	: E 0622813 - N 9250693		
SOLICITANTE	: Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis		

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMETRICA							
N° DE MOLDE	3		20		8		
N° CAPA	5		5		5		
GOLPES POR CAPA N°	56		25		12		
COND. DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	12296	12374	11826	11988	12576	12819	
PESO DE MOLDE	7446	7446	7071	7071	7078	7978	
PESO DEL SUELO HÚMEDO	4852	4928	4757	4917	4598	4841	
VOLUMEN DEL MOLDE	2079	2079	2106	2106	2105	2105	
DENSIDAD HÚMEDA	2.334	2.370	2.250	2.335	2.184	2.300	
% DE HUMEDAD	8.13	10.28	8.14	12.31	8.15	14.48	
DENSIDAD SECA	2.159	2.149	2.089	2.079	2.019	2.009	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° DE TARRO	-	-	-	-	-	-	
TARRO + SUELO HÚMEDO (GR.)	388.2	388.2	324.0	324.0	477.6	477.6	
TARRO + SUELO SECO	359.0	352.0	299.6	288.5	441.6	417.2	
PESO DEL AGUA	29.2	36.2	24.4	35.5	36.0	60.4	
PESO DEL TARRO							
PESO DEL SUELO SECO	359.0	352.0	299.6	288.5	441.6	417.2	
% DE HUMEDAD	8.13	10.28	8.14	12.31	8.15	14.48	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
21/08/2020	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22/08/20	14:30	22	0.0	0.00	0.0	14.4	0.37	0.3	34.6	0.88	0.8
23/08/20	14:30	42	16.9	0.43	0.4	28.8	0.73	0.6	49.0	1.24	1.1
24/08/20	14:30	65	25.6	0.65	0.6	42.3	1.07	0.9	64.5	1.64	1.4
25/08/20	14:30	95	38.9	0.99	0.9	59.8	1.52	1.3	83.4	2.12	1.8

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 3				MOLDE N° 20				MOLDE N° 8			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		85.9	3			45.6	2			19.6	1		
0.050		182.7	9			119.6	6			81.5	4		
0.075		321.1	16			223.5	11			124.5	6		
0.100	70.3	496.9	25	37.1	52.7	330.9	17	26.3	37.4	192.3	10	21.5	30.5
0.125		698.6	35			488.2	25			291.1	15		
0.150		911.2	46			612.3	31			412.5	21		
0.200	105.5	1175.9	60	71.7	88.0	827.7	42	50.8	48.2	623.6	32	39.7	37.7
0.300		1891.5	86			1192.8	61			842.7	43		
0.400		2092.6	106			1584.7	80			1045.7	53		
0.500													

Observaciones :



E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Baza Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 159278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



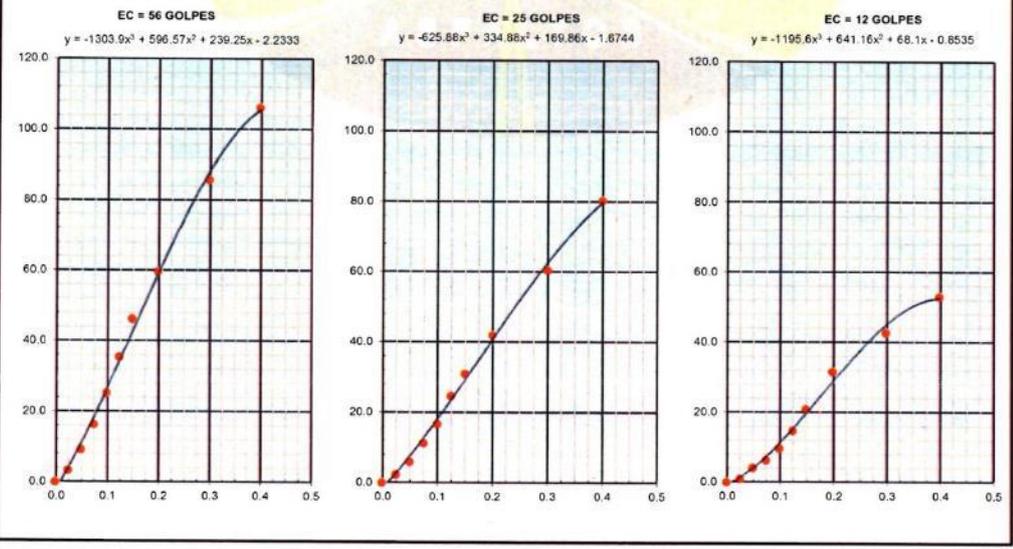
Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 (NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	: "Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".	
UBICACIÓN	: Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque	
MATERIAL	: Terreno Existente + 2% Cloruro de Calcio	RESP. LAB. : S.B.F.
COORDENADAS	: E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA : 21/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Observaciones :

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Buitrago Fernández
 ING. CIVIL
 REG. C.I.P. 169278



Proctor modificado + 3% CaCl₂ – material afirmado (M1) – calicata N°2

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 (NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	*Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque*.		
UBICACIÓN	: Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	: Terreno Existente + 3% Cloruro de Calcio	RESP. LAB. :	S.B.F.
COORDENADAS	: E 0622813 - N 9250693	TEC. LAB. :	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis	FECHA :	21/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

DATOS DE ENSAYO						
DENSIDAD VOLUMETRICA						
N° DE MOLDE	2		9		17	
N° CAPA	5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°	56		25		12	
COND. DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	12967	13029	11939	12092	12652	12803
PESO DE MOLDE	8115	8115	7145	7145	8053	8053
PESO DEL SUELO HÚMEDO	4852	4914	4794	4947	4599	4840
VOLUMEN DEL MOLDE	2079	2079	2123	2123	2108	2108
DENSIDAD HÚMEDA	2.334	2.364	2.256	2.330	2.182	2.296
% DE HUMEDAD	7.67	9.74	7.83	11.79	7.82	13.98
DENSIDAD SECA	2.164	2.154	2.094	2.084	2.024	2.014
CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° DE TARRO	-		-		-	
TARRO + SUELO HÚMEDO (GR.)	403.2	403.2	338.6	338.6	344.8	344.8
TARRO + SUELO SECO	373.8	367.4	314.0	302.9	319.8	302.5
PESO DEL AGUA	29.4	35.8	24.6	35.7	25.0	42.3
PESO DEL TARRO						
PESO DEL SUELO SECO	373.8	367.4	314.0	302.9	319.8	302.5
% DE HUMEDAD	7.87	9.74	7.83	11.79	7.82	13.98

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION			
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	
21/08/2020	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22/08/20	14:30	22	13.6	0.35	0.3	29.8	0.76	0.7	47.8	1.21	1.1	
23/08/20	14:30	42	26.6	0.68	0.6	42.3	1.07	0.9	62.3	1.58	1.4	
24/08/20	14:30	65	41.2	1.05	0.9	61.8	1.57	1.4	79.5	2.02	1.8	
25/08/20	14:30	95	58.7	1.49	1.3	75.4	1.92	1.7	98.0	2.40	2.2	

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 2				MOLDE N° 9				MOLDE N° 17			
		CARGA Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		72.6	4			51.5	3			35.6	2		
0.050		169.9	9			121.3	6			65.9	3		
0.075		291.5	15			190.6	10			115.4	6		
0.100	70.3	481.7	24	39.8	56.6	292.5	15	31.3	44.6	191.2	10	25.7	36.6
0.125		712.2	36			400.1	20			312.2	16		
0.150		926.5	47			555.6	28			475.2	24		
0.200	105.5	1212.3	61	76.7	72.7	882.5	45	61.8	58.6	681.9	35	49.5	47.0
0.300		1780.7	90			1427.8	72			1091.5	55		
0.400		2242.1	114			1912.3	97			1426.3	72		
0.500													

Observaciones :



E.M.P. ASPALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Buzza Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 169278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
 Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
 Email: servicios_lab@hotmail.com
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
 Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

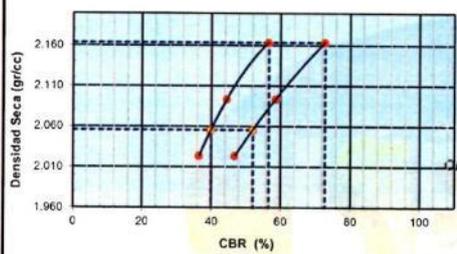
(NTP 339.145, MTC E 132)

PROYECTO	"Mejoramiento de la Superficie de Rodadura Afirmada con la Aplicación de Cloruro de Calcio en la Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque".		
UBICACIÓN	Av. Pradera, Urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo - Lambayeque		
MATERIAL	Terreno Existente + 3% Cloruro de Calcio		RESP. LAB. : S.B.F.
COORDENADAS	: E 0622813 - N 9250693		TEC. LAB. : C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Cabrera Serrano, Lino - Dios Murguía, Deivis		FECHA : 21/08/2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00-0.15

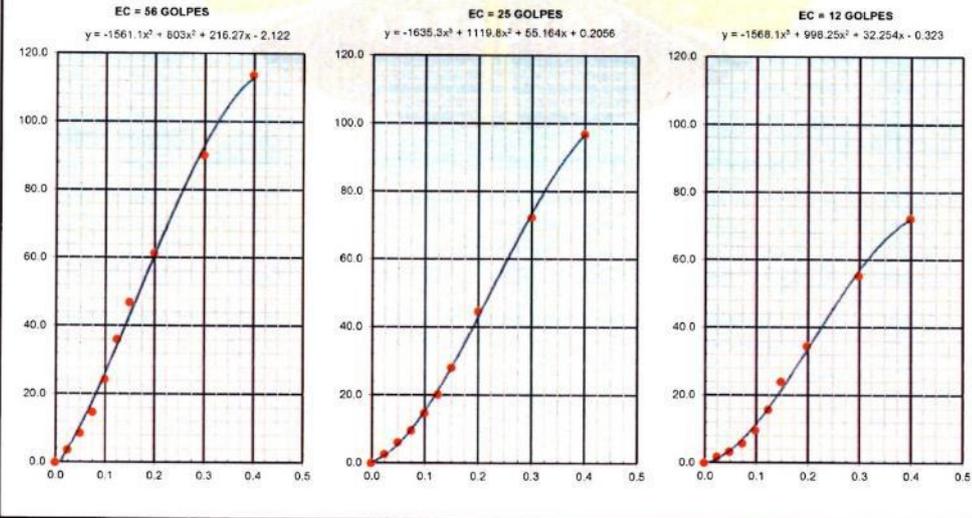
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1": 56.6	0.2": 72.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1": 39.9	0.2": 52.0

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.164	gr/cc
Optimo Humedad	7.86	%

OBSERVACIONES:



Observaciones :

E.M.P. LABORATORIOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Borja Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 169278

