



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo
usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

López Curay, Olga Marlene (ORCID: 0000-0001-8813-0181)

Zapata Fassio, Juan Carlos (ORCID: 0000-0003-0967-3212)

ASESOR:

Mg. Saldarriaga Castillo, María del Rosario (ORCID: 0000-0002-0566-6827)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

PIURA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la fuerza e iluminarme siempre en las mejores decisiones de mi vida; así también va dedicado a mi madre Eliana Fassio Naquiche, a mi padre José Alfredo Zapata Sandoval y mis hermanos por el apoyo que me han brindado siempre.

A Dios que me ayuda y me protege.

A mi hijo Cristhofer que es mi motivación para salir adelante y me ha impulsado a lograr una de mis metas.

A mis padres, Eduardo López Silva y Marlene Curay Alburqueque y a mis hermanos.

A mi esposo Jhonatan que ha sido mi apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la sabiduría para lograr mis objetivos que me propongo. Agradezco también a mis padres por brindarme el apoyo, comprensión incondicional y finalmente a mi asesora Mg. María del Rosario Saldarriaga Castillo, comprometida en pulir este proyecto de investigación, a mi compañera Olga López Curay por su apoyo y a Yennifert Daniela Pintado Silupu por su apoyo durante esta investigación.

A la facultad de ingeniería civil por los conocimientos brindados durante este tiempo.

A mi asesora Mg. María del Rosario Saldarriaga Castillo, comprometida en pulir esta tesis y a mi compañero Juan Carlos Zapata Fassio.

A mi familia por todo el apoyo y paciencia brindada.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	i
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Indice de contenido	viii
Indice de tablas	ix
Indice de gráficos y figuras.....	x
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN	49
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos.¡	Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Matriz de consistencia.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Clasificación <i>AASHTO</i>	69
Tabla 5. Simbología de Clasificación <i>AASHTO</i>	105
Tabla 6. Clasificación <i>SUCS</i>	106
Tabla 7. Categorías de Subrasante.	107
Tabla 8. Presupuesto Monetario Detallado.....	108
Tabla 9. Cronograma de Actividades.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1. Tipo de suelo del terreno natural.	24
Gráfico 2. Índice de Plasticidad de Terreno natural.....	25
Gráfico 3. Contenido de humedad de terreno natural.	26
Gráfico 4. Densidad Máxima Seca de terreno natural.....	27
Gráfico 5. Humedad óptima del terreno natural.....	28
Gráfico 6. Relación de Capacidad de Soporte (CBR) en terreno natural.	29
Gráfico 7. Tipo de cal utilizada	31
Gráfico 8. Índice de Plasticidad para suelo CL con la aplicación de cal.....	32
Gráfico 9. Índice de Plasticidad para suelo CH con la aplicación de cal	34
Gráfico 10. Densidad Máxima Seca para suelo CL con la aplicación de cal.....	36
Gráfico 11. Densidad Máxima Seca para suelo CH con la aplicación de cal.	38
Gráfico 12. Contenido de Humedad Óptimo para suelo CL con la aplicación de cal.....	40
Gráfico 13. Contenido de Humedad Óptimo para suelo CH con la aplicación de cal.....	42
Gráfico 14. California Bearing Ratio (CBR) para suelo CL con la aplicación con cal.....	45
Gráfico 15. California Bearing Ratio (CBR) para suelo CH con la aplicación con cal.....	47
Fotografía N° 1. Ficha Documental de las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural.	59
Fotografía N° 2. Ficha Documental de las propiedades físicas y mecánicas del suelo - cal.....	60
Fotografía N° 3. Ficha Documental de la Capacidad de Soporte de suelo – cal..	61
Fotografía N° 4. Constancia de Validación de las propiedades del suelo natural.	62
Fotografía N° 5. Análisis Documental del suelo natural de T - 1.	63
Fotografía N° 6. Análisis Documental del suelo natural de T - 2.	64
Fotografía N° 7. Análisis Documental del suelo natural de T – 3 (CL).	65
Fotografía N° 8. Análisis Documental del suelo natural de T – 4.	66
Fotografía N° 9. Análisis Documental del suelo natural de T – 5.	67

Fotografía N° 10. Análisis Documental del suelo natural de T – 6.	68
Fotografía N° 11. Análisis Documental del suelo natural de T – 7.	69
Fotografía N° 12. Análisis Documental del suelo natural de T – 8.	70
Fotografía N° 13. Análisis Documental del suelo natural de T – 9.	71
Fotografía N° 14. Análisis Documental del suelo natural de T – 10.	72
Fotografía N° 15. Análisis Documental del suelo natural de AC - 1.	73
Fotografía N° 16. Análisis Documental del suelo natural de AC – 2.....	74
Fotografía N° 17. Análisis Documental del suelo natural de AC – 3.....	75
Fotografía N° 18. Constancia de validación de las propiedades del suelo - cal...	76
Fotografía N° 19. Análisis Documental del suelo - cal de T – 1.	77
Fotografía N° 20. Análisis Documental del suelo - cal de T – 2.	78
Fotografía N° 21. Análisis Documental del suelo - cal de T – 3.	79
Fotografía N° 22. Análisis Documental del suelo - cal de T – 4.	80
Fotografía N° 23. Análisis Documental del suelo - cal de T – 5.	81
Fotografía N° 24. Análisis Documental del suelo - cal de T – 6.	82
Fotografía N° 25. Análisis Documental del suelo - cal de T – 7.	83
Fotografía N° 26. Análisis Documental del suelo - cal de T – 8.	84
Fotografía N° 27. Análisis Documental del suelo - cal de T – 8.	85
Fotografía N° 28. Análisis Documental del suelo - cal de T – 10.....	86
Fotografía N° 29. Análisis Documental del suelo - cal de AC - 1.....	87
Fotografía N° 30. Análisis Documental del suelo - cal de AC - 2.....	88
Fotografía N° 31. Análisis Documental del suelo - cal de AC - 3.....	89
Fotografía N° 32. Constancia de validación de la capacidad de soporte del suelo - cal.	90
Fotografía N° 34. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 1.....	91
Fotografía N° 34. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 2.....	92
Fotografía N° 35. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 3.....	93
Fotografía N° 36. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 4.....	94
Fotografía N° 37. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 5.....	95
Fotografía N° 38. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 6.....	96
Fotografía N° 40. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 7.....	97
Fotografía N° 40. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 8.....	98
Fotografía N° 41. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 9.....	99

Fotografía N° 42. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 10.....	100
Fotografía N° 43. Análisis Documental de la proporción de cal del AC - 1.....	101
Fotografía N° 44. Análisis Documental de la proporción de cal del AC - 2.....	102
Fotografía N° 45. Análisis Documental de la proporción de cal del AC - 3.....	103

RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo general el análisis de trabajos previos sobre la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020. La metodología de este estudio consistió en ser de tipo básica, diseño no experimental, enfoque cuantitativo y de tipo descriptiva, para la que se usó una población de 13 investigaciones y una muestra de dos tesis de postgrado, ocho tesis de pregrado y tres artículos científicos. Para el recojo de resultados, se usó como instrumento tres formatos de hojas de Excel, uno de las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural, la segunda de las propiedades físicas y mecánicas del suelo-cal, con la finalidad de conocer el efecto del suelo frente a la adición de la cal y la tercera es de la proporción óptima de cal, con el propósito de conocer la proporción que brinde los mejores resultados al suelo. La técnica utilizada en esta investigación es la Recolección de datos, pues se adquirió los resultados de cada una de las investigaciones para compararlas y así llegar a obtener el porcentaje adecuado de cal para estabilizar y en qué tipo de suelo aplicar. Como resultado general se obtuvo 4 tipos de suelos los cuales no fueron aptos para soportar una plataforma, se les aplicaron distintos porcentajes de cal, para mejorar sus propiedades de ingeniería. Finalmente se llegó a la conclusión al analizar el ensayo California Bearing ratio (CBR) de todas las investigaciones, se infirió que el porcentaje que más se utilizó y que dio mejores resultados fue de 6% de cal, cabe indicar que este porcentaje se encuentra dentro del límite que estipula en manual CE:020 y puede ser utilizado en suelos que tengan propiedades similares.

Palabras Claves: Estabilización, subrasante, suelo, proporción, cal.

ABSTRACT

The present research had as general objective the analysis of previous works on the stabilization of a soil using lime at the subgrade level. Piura. 2020. The methodology of this study consisted of being of the basic type, non-experimental design, quantitative and descriptive type, for which a population of 13 investigations and a sample of two postgraduate theses, eight undergraduate theses and three Scientific articles. About of the collection of results, three formats of Excel were used as an instrument, one of the physical and mechanical properties of natural soil, the second of the physical and mechanical properties of lime-soil, in order to know the effect of the soil compared to the addition of lime and the third is the optimal proportion of lime, in order to know the proportion that provides the best results to the soil. The technique used in this research is Data Collection, since we have acquired the results of each of the investigations to compare them and obtain the appropriate percentage of lime to stabilize and in which type of soil I apply. As a general result, 4 types of soil were obtained which were not suitable to support a platform, different percentages of lime were applied to them, to improve their engineering properties. Finally, the conclusion was reached when analyzing the California Bearing ratio (CBR) trial of all the investigations, we infer that the percentage that was used the most and that gave the best results was 6% of lime, it should be noted that this percentage is within the limit stipulated in manual CE: 020 and can be used in soils that have similar properties.

Keywords: Stabilization, subgrade, soil, proportion, lime.

I. INTRODUCCIÓN

Es sabido que la base de todo proyecto vial son los suelos, los que muchas veces no se encuentran aptos o no cumplen con las características necesarias que demanda llevar una subrasante, subbase, base o superficie de rodadura del pavimento; y es por ello que a lo largo del tiempo se han implementado tecnologías en la construcción vial para mejorar las características de dichas capas, como es la estabilización de los suelos, que permite mejorar el mismo para aumentar la vida útil del pavimento, ya que este cumple la función de soportar las cargas de transitabilidad, sin embargo, muchas veces se presentan fallas ya sea por la mala compactación de dicho suelo o por la falta de estabilización del mismo, y esto conlleva a grandes costos tanto en la construcción como en el mantenimiento.

Según el foro económico internacional indica que en países latinoamericanos con economías exitosas afrontan problemas para mantener sus vías, mientras que en países que no cuentan con muchos recursos han conseguido tener mejores resultados, es fundamental enfatizar que la estabilización de suelo a nivel de subrasante en otros países ha dado buenos resultados, como es el caso de Chile que se hace mención que es uno de los países en tener una mejor calidad de su infraestructura de transporte, seguido se encuentra México y Panamá.

La importancia de las vías radica con respecto al crecimiento de los países, se ve en un reporte de competitividad global donde se hace mención que el Perú ha bajado con respecto a otros países, esto se da a que no se tiene en cuenta diversos factores al momento de construir un pavimento, y esto genera que dichos pavimentos fallen, sin embargo, existen vías importantes en el Perú como la carretera Sausacocha un corredor vial que une el departamento de la Libertad y Áncash donde se ha empleado la estabilización de suelo para mejorar sus características y pueda tener una larga vida útil que hasta el momento se ve reflejado.

En el departamento de Piura la situación no es diferente a los demás departamentos del Perú ya que se producen precipitaciones muy fuertes donde especialistas indican que esto conlleva a que se produzca el deterioro de las vías no solo generando malestar a la población sino grandes gastos económicos en su

reconstrucción o mantenimiento, un ejemplo claro es la Av. Guardia Civil una vía muy transitada de la ciudad que sufrió daños muy graves en su capa de rodadura a consecuencias de las aguas pluviales lo cual demostró que no tenía una plataforma estructural adecuada haciendo que se produzcan estas patologías, para su construcción especialistas optaron por estabilizar dicho suelo teniendo en cuenta el tipo de suelo y se pueda elegir el estabilizador adecuado para así poder mejorar sus características dando buenos resultados hasta ahora, cabe recalcar que en los distritos de Piura como Castilla y Veintiséis de Octubre donde se aprecian vías que presentan fallas y esto se asume que no solo se pudo generar por la mala aplicación del asfalto sino que el problema pudo ser originado desde la capa de subrasante, porque esta no fue bien compactada o estabilizada para poder evitar dichos daños.

Por dichas fallas que se producen en los pavimentos generadas por suelos inadecuados y la mala práctica al momento de construir es que se realizó esta investigación al hacer una evaluación de los resultados de trabajos previos ya sea tanto a nivel nacional e internacional, donde se vio que parámetros se deben tener en cuenta para poder estabilizar con cal a nivel de subrasante, y que proporción de la misma se tomó, la forma de aplicación y su comportamiento para lograr buenos resultados. Se pretende resolver con esta investigación un análisis que sirva como antecedente donde se indique datos estudiados de otras investigaciones y esto conlleve a generar un nuevo conocimiento sobre la estabilización con cal,

En lo que respecta a los problemas de la presente investigación, el problema general que se presenta es ¿cuál es el análisis de los trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020? y la formulación de los problemas específicos serían: ¿cuál es la evaluación en los diversos trabajos previos de las condiciones de los tipos de suelos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020?; ¿cuál es el análisis de la mecánica de suelos en trabajos previos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020?; ¿cuál es la proporción de la cal más aplicada en el resultado del análisis de los trabajos previos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020?

En la presente investigación se justifica teniendo en cuenta los diferentes campos de aplicación, los suelos de Piura han presentado grandes obstáculos que han

generado que proyectos viales de gran envergadura fallen debido a que muchas veces no se tienen en cuenta los parámetros al momento de construir un pavimento o los suelos son inadecuados y no se hizo un mejoramiento con algún estabilizador.

Se justifica técnicamente porque está establecido en la normativa del MTC, ya que toma como referencia normativa de las instituciones técnicas reconocidas internacionalmente tales como AASHTO y ASTM, los cuales dan a conocer los procedimientos a seguir en la estabilización de suelos, así mismo se toman los resultados de trabajos previos con el propósito de adquirir resultados óptimos al momento de estabilizar con cal y que genere un mayor conocimiento, seguidamente en el aspecto metodológico se justifica esta investigación porque su desarrollo servirá como antecedente para futuras investigaciones relacionadas al tema abordado, las cuales pretendan estabilizar suelos aplicando cal para aumentar la capacidad de soporte del mismo, se justifica científicamente por ser de suma importancia en lo que concierne a la infraestructura vial, se justifica económicamente porque al usar la cal como un estabilizador generará que la población tenga vías duraderas que permitirá que no solo el comercio sino también el turismo aumenten en la localidad, y en el aspecto socioeconómico, se justifica porque al realizar la evaluación de la estabilización de un suelo usando cal se logrará aumentar la capacidad de soporte del mismo, lo que conlleva a incrementar la vida útil del pavimento y a la vez esto generará una disminución de costos en su mantenimiento.

También se justifica en el aspecto social, porque al analizar la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante esto conllevará a que se tenga en cuenta dichos parámetros al momento de estabilizar un pavimento y así este no falle, trayendo consigo una sociedad más satisfecha.

Finalmente, en el presente capítulo se indican las metas que se pretenden obtener con esta investigación y para ello se formulan los objetivos de este trabajo de investigación. En lo que respecta al objetivo general se presenta: Analizar los trabajos previos la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020 y en cuanto a la formulación de los objetivos específicos se tienen: evaluar en los diversos trabajos previos las propiedades física y mecánica del suelo natural para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura.

2020; analizar la mecánica de suelos en trabajos previos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020; analizar la capacidad de soporte, de acuerdo a la proporción de la cal más aplicada en los trabajos previos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En el presente trabajo de investigación se ha recurrido a investigaciones internacionales, las cuales se muestran a continuación: en la tesis de RODRIGUEZ URIBE, J. (2018), titulada *Abatimiento de la expansión mediante la modificación de suelos y aplicación de cargas*, en la ciudad de Querétaro - México, con la finalidad de obtener el título de Máster en Ciencias Mecánica de Suelos de la Universidad Autónoma de Querétaro, tuvo como objetivo principal, abatir la expansión del suelo combinando la estabilización del suelo con cal y la carga sobrepuesta. La metodología utilizada en dicha investigación es de enfoque cualitativa, de nivel Descriptivo. Llegó a la conclusión, que para los suelos expansivos los cuales corresponden a arcillas la proporción de cal sin considerar carga, que abate la expansión de dicho suelo es del 6%, respecto a su peso seco, por otro lado la sobrecarga para disminuir la expansión del suelo es de 10 toneladas, que disminuye en valores menores a 1% la expansión de dicho suelo, no obstante la combinación tanto de la estabilización con cal y la sobrecarga, esto hace que disminuya la proporción de cal del 6% quedando arreglos de 2 toneladas con 4% de cal respecto al peso seco del suelo y 4 toneladas con 2% de cal con respecto al peso seco del suelo.

En la tesis del ingeniero CASTILLO PARRA. Byron (2017), titulada *Estabilización de suelos arcillosos de macas con valores de CBR inferiores al 5% y límites líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como subrasante en carreteras*, con la finalidad de obtener el título de Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transporte, tuvo como objetivo aplicar la cal viva en suelos arcillosos encontrados en el km 3+000 del paso lateral de Macas donde el CBR tiene valores menores al 5% y el límite líquido mayor al 100% donde se utilizarán a nivel de subrasante estabilizada para un pavimento flexible. La metodología utilizada en dicha investigación es de enfoque cualitativa, de nivel Descriptivo. Llegó a la conclusión, que el suelo el cual fue materia de estudio, según el método SUCS lo determinó como un suelo OH el cual contenía un LL hasta de 100%, por otro lado la aplicación de cal logró que se redujera significativamente la humedad natural del suelo haciendo que pueda estar sometida a procesos de compactación, cuya reducción fue del 3.12% de humedad por cada porcentaje de cal que se añadió y la reducción del LL al aplicarle un 20% de cal, con dicha proporción se logró una reducción del 169% al 153.9% en el LL, en lo

que concierne al CBR, este aumentó de una manera apreciable al ser tratado el suelo con cal este aumento fue de un 15.8% por cada porcentaje de cal que se aplicó, dicho estudio señala trabajar estos tipos de suelos con proporción de cal viva de hasta el 20%.

En la tesis de HERNÁNDEZ LARA, J. ; MEJÍA RAMÍREZ, D. y ZELAYA AMAYA, C. (2016), titulada *Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la Universidad de El Salvador*, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad de El Salvador, departamento de Ingeniería Civil y Arquitectura, tuvo como objetivo principal analizar los progresos del comportamiento de un suelo arcilloso mediante la utilización de cal como agente estabilizador, para ser manipulado como subrasante de pavimentos rígidos en la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador. La metodología utilizada en dicha investigación es de tipo no experimental, de enfoque cuantitativo, de nivel Descriptivo. Llegó a la conclusión, de que el suelo que se analizó no era considerado apto como capa de subrasante el cual su CBR era de 1.93, pero dicha investigación opto por estabilizar el suelo con cal para aumentar su capacidad de soporte (CBR), y así pueda ser usado como una capa de subrasante, lo cual se añadió 5% de cal al suelo en su estado natural y como resultado se obtuvo que de 1.93% que tenía aumento a 54% se hace mención que la relación suelo-cal al 5% es factible para que aumente las propiedades a dicha subrasante, también se vio que la adición de cal redujo el índice de plasticidad de 45% a 0% y también redujo en un 88% su hinchamiento.

En la tesis de ALTAMIRANO NAVARRO, G. y DIAZ SANDINO, A. (2015), titulada *Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí - Rivas*, en la ciudad de Nicaragua, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ingeniería; tuvo como objetivo principal estabilizar los suelos cohesivos de las vías en la comunidad San Isidro del Pegón, Municipio de Potosí departamento Rivas, con una composición de suelo natural y cal hidratada. La metodología utilizada en dicha investigación es de tipo no experimental, de enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo. Llegó a la conclusión, Al

establecer las propiedades con estos porcentajes se logró una mejora significativa en cuanto a la plasticidad, densidad de compactación; se aumentó la humedad requerida en este proceso debido a la reacción exotérmica producida entre la cal y la arcilla, se aumentó significativamente la capacidad de soporte del suelo. Aunque no se cumplió con el parámetro de expansión propuesto, se logró un resultado aceptable.

En la tesis de SÁNCHEZ ALBÁN, M.(2014), titulada *Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del Cantón Tosagua Provincia de Manabí*, en la ciudad de Quito - Ecuador, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero civil de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil; tuvo como objetivo principal estabilizar el suelo expansivo a través de la aplicación de cal y cemento, para disminuir su potencial de expansión. La metodología utilizada en dicha investigación es de tipo Experimental, de enfoque cuantitativo, de nivel Descriptivo y de clase transversal. Llegó a la conclusión, de que la cal viva y el cemento reducen el porcentaje de hinchamiento al utilizarlo como agente estabilizador y es así como reduce el potencial de expansión de alto a muy bajo.

En el Artículo Científico de P. Indiramma, Ch. Sudharani y S. Needhidasan (2019). Titulado *Utilization of fly ash and lime to stabilize the expansive soil and to sustain pollution free environment – An experimental study*, Andhra Pradesh – India, tuvo como objetivo principal estudiar efecto del suelo ante la estabilización con cal y cenizas volantes. La metodología utilizada en este ensayo científico es de tipo Experimental, de enfoque cuantitativo, de nivel Descriptivo y de clase transversal. Llegó a la conclusión, de que la cal como estabilizante tiene resultados efectivos para suelos expansivos al igual que los suelos estabilizados con cal y cenizas volantes, ya que incrementa la capacidad de soporte en comparación con el suelo sin estabilizar.

En el Artículo Científico de BISRAT GISSILA, Giday y SATYENDRA, Mittal (2020). Titulado *Improving the characteristics of dispersive subgrade soils using lime*, Uttarakhand, India, se enfocó en mejorar la subrasante a estabilizar de un suelo dispersivo con cal de la carretera Wozeka Gidole, India. La metodología utilizada en este ensayo científico es de tipo Experimental, de enfoque cuantitativo, de nivel

Descriptivo y de clase transversal. Llegó a la conclusión, que la cal hidratada proporciona resultados favorables para mejorar las propiedades de la subrasante del suelo, aplicando 7% y 9% en esta investigación se obtuvo un cambio de suelo de MH y CH a GC y GM en el suelo dispersivo.

Finalmente, en el Artículo Científico de LÓPEZ LARA, T.; HERNÁNDEZ ZARAGOZA, J. B.; HORTA RANGEL, J.; ROJAS GONZÁLEZ, E.; LÓPEZ AYALA, S.; CASTAÑO, V. M. (2017). Titulado *Expansion reduction of clayey soils through surcharge application and lime treatment.*, Querétaro - México, se enfocó en determinar la disminución de la expansión de los suelos arcillosos naturales o los suelos no tratados con tratamiento con cal para observar la disminución de la expansión. La metodología utilizada en este ensayo científico es de tipo Experimental, de enfoque cuantitativo, de nivel Descriptivo y de clase transversal. Llegó a la conclusión, que el suelo sometido a una estabilización con 6% de cal, obtuvo el valor más bajo de índice de plasticidad y de expansión.

A nivel nacional se presentan las siguientes investigaciones en la tesis de MOALE QUISPE, A. y RIVERA JUSTO, E. (2019), titulada *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica*, en la ciudad de Lima - Perú, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, programa académico de Ingeniería Civil; tuvo como objetivo principal mejorar la capacidad de soporte de la subrasante, mediante la estabilización química del suelo en estudio, con el óptimo porcentaje de cal. La metodología utilizada en dicha investigación es de tipo experimental – aplicada, de enfoque cuantitativo, de nivel Descriptivo. Llegó a la conclusión de que se los valores obtenidos de los ensayos en la condición del suelo natural, el cual se estimó el valor del CBR que fue igual a 3.3% al 95% de la máxima densidad seca, por lo que se entiende que es de aja capacidad de soporte, y de los estudios realizados se comprobó que con una adición del 15% de cal al suelo natural, el CBR incrementó en 78.8%, lo cual significó que el valor del CBR al 95% de la MDS para ese suelo estabilizado fue de 5.9%.

En la tesis de CHÁVEZ ARBAYZA, D. (2019), titulada *Propuesta de estabilización con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su*

influencia en el pavimento rígido bajo la metodología de diseño AASHTO 93 aplicado al tramo 1 de la carretera Oyón-Ambo, en la ciudad de Lima - Perú, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería Civil; tuvo como objetivo principal Evaluar a través de un análisis comparativo las mejoras en el comportamiento de un suelo arcilloso de baja plasticidad mediante la utilización de cal como agente estabilizador para ser empleado en la carretera Oyón-Ambo.. La metodología utilizada en dicha investigación es de tipo experimental, de enfoque cuantitativo, de nivel Descriptivo. Llegó a la conclusión, de que el suelo estudiado no es considerado apto para ser utilizado como una capa de subrasante ya que tenía un valor de CBR de 6%, lo cual se adicionó 10% de cal haciendo que aumente la capacidad de soporte (CBR) a 43.3%.

En la tesis de CUADROS SURICHAQUI, C (2016). *titulada Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016*, con el propósito de obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana los Andes, la cual tuvo como objetivo general determinar la influencia de la estabilización química mediante la añadidura de distintos porcentajes de óxido de calcio en el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín. La metodología utilizada en dicha investigación es de diseño experimental de tipo aplicada - tecnológica, de enfoque cuantitativo, de nivel Descriptivo - explicativo. Llegó a la conclusión, que al aplicar diversas proporciones (1%, 3%, 5% y 7%) la proporción optima que resultó fue de 3% respecto al peso del suelo, mejorando las propiedades de la subrasante, reduciendo el índice de plasticidad de suelo natural de IP de 19.08% a IP de 4.17%, posteriormente redujo el contenido de humedad de 18.3% a 15.6% además aumentó significativamente el valor de CBR de un 4.85% a 15.64%.

En la tesis de RAMOS HINOJOSA, G. (2014), titulada *Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014*, en la ciudad de Huancayo - Perú, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional del Centro del Perú,

Facultad de Ingeniería Civil; tuvo como objetivo principal mejorar la subrasante de baja capacidad portante mediante la utilización de polímeros reciclados en carreteras. La metodología utilizada en dicha investigación es de tipo pre experimental, de enfoque cuantitativo, de nivel Descriptivo. Llegó a la conclusión que los polímeros reciclados aumentaron levemente el CBR en un 26%, ya que es un material resistente y hace que el suelo tenga una mayor fricción lo que hará que tenga mayor resistencia al corte, pero siguiendo lo recomendado en lo que se estipula en el Manual de Carreteras del (MTC) para mejorar subrasantes se recomienda añadir cal, cuya investigación añadió 5.5% de cal con respecto al peso seco del suelo, dicho porcentaje se logró por el diseño de mezcla del método de Eades y Grim, el resultado logrado fue que el CRB aumentará 350% de la capacidad de soporte.

En la tesis de JARA ANYAYPOMA, R. (2014), titulada *Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso*, en la ciudad de Cajamarca - Perú, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería Civil; tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso. La metodología utilizada en dicha investigación es de tipo experimental, de enfoque cuantitativo, de nivel Descriptivo y transversal. Llegó a la conclusión que de la adición de cal al 2%, 4% y 6% para aumentar las propiedades de dicho suelo, el cual era de tipo de suelo arcillas inorgánicas de elevada plasticidad (CH), la proporción óptima para estabilizar con cal fue de 4% con respecto al peso del suelo seco, ya que se tenía un CBR de diseño de 2.55% aumentando a 11.48% el CBR de diseño al añadir 4% de cal es decir a 450.20% de variación de CBR, por otro lado al añadir 6% de cal a dicho suelo natural el CBR aumentó a 10.75% el CBR de diseño teniendo así un variación de 421.60%, generándose una variación entre 4% y 6%, así mismo el índice de plasticidad del terreno con adición de 4% de cal de 36.87% bajo a 9.56% y al añadir 6% de cal bajo a 9.23%.

En lo concerniente a las teorías relacionadas a la presente investigación se han tomado en cuenta los conceptos necesarios para el estudio de este proyecto entre los cuales se habla de la cal, químicamente conocido como óxido de calcio (CaO). La cal que más se utiliza para la estabilización de suelos es la que tiene un alto

porcentaje de calcio, es decir, un máximo de 5% de óxido o hidróxido de magnesio, pero en algunas ocasiones se utiliza la cal dolomítica la cual contiene entre 35 % a 46 % de óxido o hidróxido de magnesio. La norma CE-020 sobre estabilización de suelos y taludes, estipula que la aplicación de la cal influye el tipo de arcilla a mejorar es por ello que se debe, no debe aplicarse cal mayor al 8% en el suelo a mejorar, esto ocasionaría que incremente la resistencia, pero también la plasticidad del suelo, es por ello que se pretende en esta investigación ver a través del análisis de los trabajos previos la proporción al momento de utilizar la cal como un estabilizante. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (2014)

Por otra parte, se debe conocer los tipos de cal entre las que se tienen: cal viva , ésta se obtiene por la calcinación de la piedra caliza al transformarla en óxido de calcio y la cal hidratada o apagada, se les denomina también cales aéreas ya que se obtiene cuando se produce una reacción química entre la cal viva y el agua, esto conlleva a que se endurezca una vez que se ha mezclado con el agua, por otro lado las ventajas de estabilizar con cal hidratada es que se puede aplicar más rápido y es utilizada para secar arcillas con poca humedad, con respecto a la ventaja de la cal viva es económicamente mejor porque es más concentrada obteniendo entre 20 a 24 por ciento de óxido de calcio, se infiere que la cal viva es 3 por ciento equivalente a 4 por ciento de cal hidratada. En lo que respecta a las desventajas de la cal hidratada es que sus partículas son más finas y esto genera polvo lo cual es inadecuado en áreas pobladas, y en lo que respecta a la cal viva se requiere un 32 por ciento de su peso en agua para transformarse en cal hidratada y se puede generar pérdida adicional por la evaporación. HERZ (2004)

Se debe tener consideraciones importantes en los suelos estabilizados con cal, se busca garantizar un mejoramiento adecuado del suelo, la cal que se utiliza para el tratamiento de los suelos puede ser cal viva o cal hidratada el cual debe satisfacer los requerimientos establecidos y especificaciones técnicas generales para fines de pavimentos del MTC, al mezclar el suelo con la cal, se genera una reacción inmediata de intercambio iónico, seguidamente también de tipo puzolánico y los efectos que genera la cal al ser mezclado al suelo es el de modificar apreciablemente su plasticidad, ya sean suelos con un IP menores de 12, aumentan tanto el límite líquido como el límite plástico y ligeramente su IP y para suelos con

IP mayores a 12 al ser mezclados con cal este hará que disminuya dicho IP, por otro lado aumenta la humedad óptima de compactación, los suelos que generalmente se estabilizan con cal son aquellos con granulometría fina y con cierta plasticidad. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (2014)

En lo que concierne a la debida clasificación de la subrasante, lo primero que se debe tener en cuenta son las calicatas con una profundidad de 1.50 m las cuales se deben ejecutar de forma alternada y con distancias iguales entre ellas. Luego, se procede a realizar los estudios a las muestras obtenidas con la finalidad de conocer las características del suelo, así como también su clasificación, la cual será según American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (2014)

Se debe saber que una buena subrasante influye considerablemente en la calidad de la estructura de un pavimento, es por ello, que se tiene que determinar sus características antes de construir el pavimento, en caso no sea eficaz, traerá grandes problemas que causará que disminuya la vida útil del mismo.

Por otra parte, cuando se habla de estabilización de suelos con fines de pavimentación, nos referimos al tratamiento del suelo natural para mejorar sus propiedades de ingeniería, a través de procedimientos mecánicos, sustituyendo suelos o incorporando productos químicos, naturales o sintéticos. Dichos mejoramientos se realizan por lo habitual en suelos inadecuados o pobres, debemos tener en claro que si estabilizamos a nivel de subbase o base granular para obtener un material de excelente calidad el cual forma parte del paquete estructural estamos hablando de subbase o base granular tratada (con cemento, cal, asfalto, etc.). Por otro lado, si nos referimos a una estabilización de la subrasante de un proyecto nos estamos refiriendo a una estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (2014)

En lo que respecta a los criterios que necesitamos saber para tener en cuenta cuándo estabilizar un suelo de tipo geotécnicos. Debemos tener bien claro que la subrasante tiene una resistencia inadecuada, técnicamente El Manual De

Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos estipula que al ser un ensayo de CBR el resultado no debe ser inferior al 6%, y si por medio de un ensayo de granulometría el tipo de suelo resulta ser arcilloso o limoso a nivel de subrasante, entonces también se estabilizará. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (2014)

Otro punto importante que también estipula el manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos es tener en cuenta que la superficie de la subrasante debe ser superior del nivel de la napa freática y recomienda parámetros como un mínimo de 0.60 m. cuando la subrasante sea con propiedades extraordinaria y muy buena, pero cuando se trate de una subrasante inadecuada se recomienda que sea de 1.20m. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (2014)

Así también, otro punto relevante son los métodos de estabilización de suelo, los cuales se obtienen de diversas formas dichos métodos se pueden presentar según las siguientes metodologías, empezaremos con la estabilización por métodos mecánicos el objetivo primordial de esta estabilización es tener un excelente material del suelo existente, sin modificar la estructura y composición básica del mismo; así como también está la estabilización por combinación de suelo, se describe como la mezcla de diferentes gradaciones de los suelos de préstamo con la finalidad de adquirir una gradación adecuada; por otro lado está la estabilización por sustitución de suelos, este nos hace referencia que se puede dar en dos contextos: cuando la capa de subrasante se realiza directamente sobre el suelo natural existente, o que este deba ser excavado previamente y reemplazado en su totalidad por un material apto que cumpla con las propiedades adecuadas; así también tenemos la estabilización química, esta viene a ser la mezcla del suelo natural con agentes químicos entre los cuales podemos encontrar cal, cemento portland, escoria, cloruro de sodio, cloruro de calcio, cloruro de magnesio y ligantes asfálticos; finalmente está la estabilización con Geosintéticos, este tipo de estabilización proporciona al suelo resistencia a la tracción, drenaje y protección contra agentes agresivos, entre los estabilizantes Geosintéticos podemos encontrar: geotextiles, geomallas y geomembranas. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (2014).

En lo que concierne al Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), con la finalidad de conocer las propiedades físicas y mecánicas tanto del suelo natural, como estabilizado con cal, los investigadores, consideraron ciertos ensayos, los cuales son: Análisis Granulométrico por tamizado, el cual tiene como objetivo clasificar ya sea por SUCS o AASHTO el tipo de suelo que se investiga; Contenido de Humedad, tiene como finalidad calcular el Porcentaje de Humedad que contiene el suelo natural; Límites de Atterberg, tienen el objetivo de establecer a través del Límite Líquido y Límite Plástico el Índice de Plasticidad ya sea del terreno natural y/o estabilizado; Relación Densidad / Humedad, tiene como finalidad calcular el nivel de compactación que requiere el suelo para cumplir con lo estipulado por la norma; California Bearing Ratio (CBR), tiene como propósito ver la capacidad de soporte del suelo que está siendo investigado para así decidir si requiere o no un estabilización.

Por otro lado, debemos ser concisos al hablar sobre estabilización de suelos, es por ello que se ha recurrido a diversas teorías, donde se nos manifiesta los parámetros que se deben tener en cuenta y conceptos claros de acuerdo a nuestros objetivos que nos ayudaran con el desarrollo de la presente investigación, es muy importante lo dicho anteriormente por lo que al obtener nuestros resultados con la ayuda de diversas teorías con respecto al tema de investigación, podremos discutirlos con las investigaciones que se encuentran como antecedentes los cuales son de carácter nacionales e internacionales.

Como un análisis crítico respecto a las teorías relacionadas con nuestro proyecto de investigación hemos llegado a resaltar los temas más relevantes con respecto a la cal, accediendo a diversas teorías de la cal (CaO) y algunos parámetros que hay que tener en cuenta y que nos ayudarán a la fundamentación del presente tema de investigación, es de suma importancia lo dicho ya que nos brinda conceptos relacionados a los resultados que se obtendrán de la evaluación de trabajos previos, por otro lado como se ha visto la estabilización es un método benéfico, sin embargo, se debe tener en claro las propiedades que se quieren perfeccionar y la comparación entre lo que se conseguiría al mejorarlas ya que de esto demandará el esfuerzo y costo, los cuales se debe optar por reducir para lograr los alcances del proyecto.

También, se tiene que saber que todos los tipos de suelos se les puede mejorar sus propiedades por medio de una estabilización, pero sin embargo uno de los factores antes de tomar una decisión es el costo de la estabilización, por lo general si el área a estabilizar no cumple con los criterios necesarios, se debe tomar la mejor opción para el proyecto, siempre se busca tener técnicas de estabilización eficientes que no demanden de mucho costo en el caso del presente proyecto de investigación es buscar tener un conocimiento a partir del análisis de documentos, donde se contribuye científicamente y se puede tener ciertos criterios al momento de efectuar una estabilización con cal.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo básica, ya que trata de averiguar nuevos conocimientos teóricos, para al final determinar cuál es el efecto y la proporción más conveniente para la estabilización de un suelo con cal, así mismo según (HERNÁNDEZ, y otros, 2014), “Una investigación básica cumple el propósito fundamental de producir conocimiento y teorías”

Diseño de investigación

Esta Investigación es de diseño No Experimental porque no se manipulan variable, ya que aquí solo se describe los hechos de investigaciones, los cuales son recogidos por medio de la ficha documental, “Cuando se habla de investigaciones no experimentales son aquellas que hacen un estudio donde no se manipulación las variables y en los que sólo se observan todos los fenómenos que suceden en un ambiente natural para ser analizados” (HERNÁNDEZ, y otros, 2014).

Además, el presente proyecto de investigación es de enfoque cuantitativo, de tipo descriptiva porque se describe los resultados del análisis, analítica porque se compara y analiza resultados de tesis pasadas y retrospectiva, porque está hecha de trabajos previos, “Para un estudio descriptivo, se especifica las propiedades y características más relevantes de cualquier fenómeno que se examine”. (HERNÁNDEZ, y otros, 2014).

3.2. Variables y operacionalización

Variables

- Estabilización de un suelo.
- Cal

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población se fundamenta en los problemas y objetivos de la investigación, se debe tener presente ciertas peculiaridades, las cuales son: Homogeneidad, Tiempo, Espacio, Cantidad. Se define como población al total de sujetos o elementos que son materia de investigación, en otras palabras, son todos los puntos que se analizarán en el estudio. (Hurtado León , y otros, 1998 pág. 79), la población también se refiere al conjunto “finito o infinito” de sujetos o elementos que tienen características similares. (BALESTRINI ACUÑA, 2006).

En el presente trabajo de investigación, la población son todas las trece investigaciones de los cuales se han dividido en tres artículos científicos, dos tesis de postgrado y ocho de pregrado de los cuales se analizó sus resultados.

Muestra

Se define como un subgrupo finito perteneciente a la población investigada. La muestra es la fracción característica de la población, la muestra debe tener la dimensión apropiada para garantizar el estudio completo. (BALESTRINI ACUÑA, 2006).

Por ende, en lo que respecta a la presente investigación la muestra es por conveniencia, porque es la misma cantidad de documentos que conforman la población y sean usados como muestra para tener más datos, la muestra es la igual que la población.

Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En la presente investigación se desarrolló el análisis de diversos trabajos previos para poder determinar los objetivos establecidos, en donde se utilizó como instrumento fichas documentales.

En lo que concierne a la técnica, el análisis documental el cual es una manera de investigación técnica, un sistema de datos intelectuales de los documentos

originales que están siendo analizados, por otra parte, se facilita su recuperación y consulta; da a conocer lo más relevante sobre la presencia de investigaciones y con ello, se obtiene la incorporación al proceso posterior de análisis de la información. Emilia Curras, afirma que, el análisis documental, se establece para ganar una eficacia y competitividad, y así poder procesar la información que utilizan los autores de dichos trabajos previos y seguir el ritmo de innovación tecnológica científica que domina en el mercado mundial; por otro lado, otros, como López Yepes, indica que dichos análisis surgieron como consecuencia del requerimiento de hacer frente al crecimiento bibliográfico y de una distribución total de las fuentes de investigaciones para compensar las exigencias de los investigadores. DULZAIDES (2014).

El instrumento que se utilizó en la presente investigación es la ficha documental (Ver Anexo 02, Fotografías N°1, 2 y 3), el instrumento el cual recopila los datos necesarios de un análisis, es el recurso que utiliza el investigador para registrar datos observables, en donde se registra la información que de las variables que se tiene en mente HERNANDEZ Y OTROS (2014).

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos.

OBJETIVO ESPECÍFICO	POBLACIÓN	MUESTRA	TÉCNICA	INSTRUMENTO	LOGRO
Evaluar en los diversos trabajos previos las condiciones de los tipos de suelos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020	Trece trabajos previos los cuales se dividen en tres artículos científicos, dos tesis de posgrado y ocho de pregrado	La misma población.	Análisis Documental	Ficha documental en formato de Excel para el Estudio de Mecánica de Suelos.	Se determinó las propiedades físicas y mecánicas del suelo que fue estudiado de dichos trabajos previos.
Analizar la mecánica de suelos en trabajos previos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020	Trece trabajos previos los cuales se dividen en tres artículos científicos, dos tesis de posgrado y ocho de pregrado	La misma población.	Análisis Documental	Ficha documental en formato de Excel para el Estudio de Mecánica de suelos con cal.	Se determinó el efecto que tiene la cal al ser aplicada en dichos suelos, los cuales se presentaron de los trabajos estudiados en la presente investigación.
Analizar la proporción de la cal más aplicada en los trabajos previos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.	Trece trabajos previos los cuales se dividen en tres artículos científicos, dos tesis de posgrado y ocho de pregrado	La misma población.	Análisis Documental	Ficha documental para análisis de CBR	Se determinó la proporción de cal que da mejores resultados y es la que fue la más utilizada de dichos trabajos previos.

Fuente: Elaborada Propia, 2020.

3.5. Procedimientos

Para la obtención de los resultados del primer objetivo, el cual es evaluar en los diversos trabajos previos las condiciones de los tipos de suelos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura, se tuvo en cuenta que para el análisis documental (Ver Anexo 02 Fotografía N°1) que se realizó, se tome ciertos parámetros que nos estipula el reglamento del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos, en el capítulo cuatro de suelos, posteriormente se analizó si los trabajos previos siguen ciertos parámetros o toman en cuenta otros criterios para el estudio de mecánica de suelos y así poder determinar el tipo de suelo a ser estudiado, tal como indica el manual para el estudio de mecánica de suelo se debe realizar calicatas con una profundidad mínima de 1.50 m para fines de pavimentación, dichas muestras son extraídas en sacos negros y llevadas al laboratorio para que se pueda determinar sus propiedades del suelo y determinar así la estabilización del mismo.

Con respecto al segundo objetivo el cual es Analizar la mecánica de suelos en trabajos previos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020, se procedió a analizar junto con la ficha documental (Ver Anexo 2, Fotografía N°2) los procedimientos y criterios que han tenido los investigadores al momento de mezclar la cal con el suelo y ver su reacción química y cambio de propiedades de dicho suelo, que tanto mejoro el suelo y que ensayos de laboratorio se tuvieron en cuenta para llegar a sus resultados, cabe recalcar que se tomó en cuenta lo que se estipula en el manual de carreteras al momento de utilizar la cal como estabilizar.

Finalmente, para el logro del resultado del tercer objetivo, se utilizó una ficha documental (Ver Anexo 2, Fotografía N°3), la cual hace mención a Analizar la proporción de la cal más aplicada en los trabajos previos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020, se analizó cuál de las dosificaciones que se tomaron en los trabajos previos fue la que dio mejores resultados, y cual de todas las investigaciones analizadas es la que más se toma en cuenta, por otra parte si bien el reglamento CE 020 estipula que para estabilizar con cal se debe tener en cuenta un intervalo de 2% a 8% de cal con respecto al

peso del suelo seco, se pudo llegar a una proporción de cal que da buenos resultados al momento de ser utilizado como estabilizador a nivel de subrasante.

3.6. Método de análisis de datos

Luego que se recopiló los datos del análisis de los trabajos previos con la ayuda de las fichas documentales se procesó la información de acuerdo a cada objetivo, con la finalidad de determinar el tipo de suelo que fue materia de estudio en dichos trabajos previos, el comportamiento que tuvo la cal en dichos suelos y como mejoró sus propiedades y también ver la proporción que más se utilizó en las investigaciones analizadas, cabe recalcar que la información da lugar a un nuevo conocimiento científico relacionado a la estabilización con cal a nivel de subrasante para fines de pavimentación.

3.7. Aspectos éticos

Los investigadores responsables del presente Proyecto de investigación nos comprometemos totalmente a respetar la veracidad del contenido, lo cual implica que la realización del presente proyecto es a través de fuentes sumamente confiables, así mismo la manipulación de técnicas e instrumentos que se utilizarán, los cuales serán indispensables para interpretar los resultados finales que se requieran, así como también los datos que se manejarán para el análisis de los indicadores, los mismos que se requerirán para la realización de los objetivos específicos.

IV. RESULTADOS

Resultados del primer objetivo el cual es analizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural.

En este objetivo se realizó el análisis a las trece investigaciones previas que se han considerado, para el estudio de mecánica de suelo a nivel de subrasante, en lo cual se evaluó las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural el cual fue materia de estudio, con la ayuda de las fichas documentales (Ver Anexo N°02 Fotografía N° 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17), se recopiló la información de los siguientes ensayos de mecánica de suelo: Granulometría, Límites de Atterberg, Proctor Modificado, Contenido de humedad y CBR, los cuales son fundamentales ya que se determinó en qué condiciones se encuentran los suelo a nivel de subrasante y de ser el caso que sea inadecuado, poder determinar que estabilizador aplicar para aumentar sus propiedades de ingeniería.

Tabla 2. Tipo de suelo de Investigaciones previas.

N°	INVESTIGACIONES	TIPO DE SUELO						
		ML	CL	OL	MH	CH	OH	PT
TM-1	Abatimiento de la expansión mediante la modificación de suelos y aplicación de cargas, en la ciudad de Querétaro - México.					X		
TM-2	Estabilización se suelos arcillosos de macas con valores de CBR inferiores al 5% y límites líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como subrasante en carreteras.						X	
TP-3	Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos.		X			X		
TP-4	Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí - Rivas, en la ciudad de Nicaragua.		X					
TP-5	Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del Cantón Tosagua Provincia de Manabí, en la ciudad de Quito – Ecuador.					X		

TP-6	Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica, en la ciudad de Lima - Perú.		X					
TP-7	propuesta de estabilización con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su influencia en el pavimento rígido bajo la metodología de diseño AASHTO 93 aplicado al tramo 1 de la carretera Oyón-Ambo.		X					
TP-8	Mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016.		X					
TP-9	Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014.		X					
TP-10	Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso, en la ciudad de Cajamarca - Perú.					X		
AC-1	Utilization of fly and lime to stabilize the expansive soil and to sustain pollution free environment - An experimental study.					X		
AC-2	Improving the characteristics of dispersive subgrade soils using lime.				X			
AC-3	Expansion reduction of clayey soils through surcharge application and lime treatment.					X		

FUENTE: Elaboración propia, 2020.

- Se hace mención que las tesis previas a analizar recibieron la siguiente denominación, para tesis de postgrado [TM], para tesis de pregrado [TP] y artículos científicos [AC], tal denominación se tendrá en cuenta en el desarrollo de los resultados para los objetivos de la presente investigación.

Estudios de mecánica de suelos.

Ensayo granulométrico por tamizado.

Se analizó el ensayo granulométrico a los 13 trabajos previos, para determinar el tipo de suelo el cual se estabilizó y ser clasificado según SUCS. (Ver Tabla N°05)

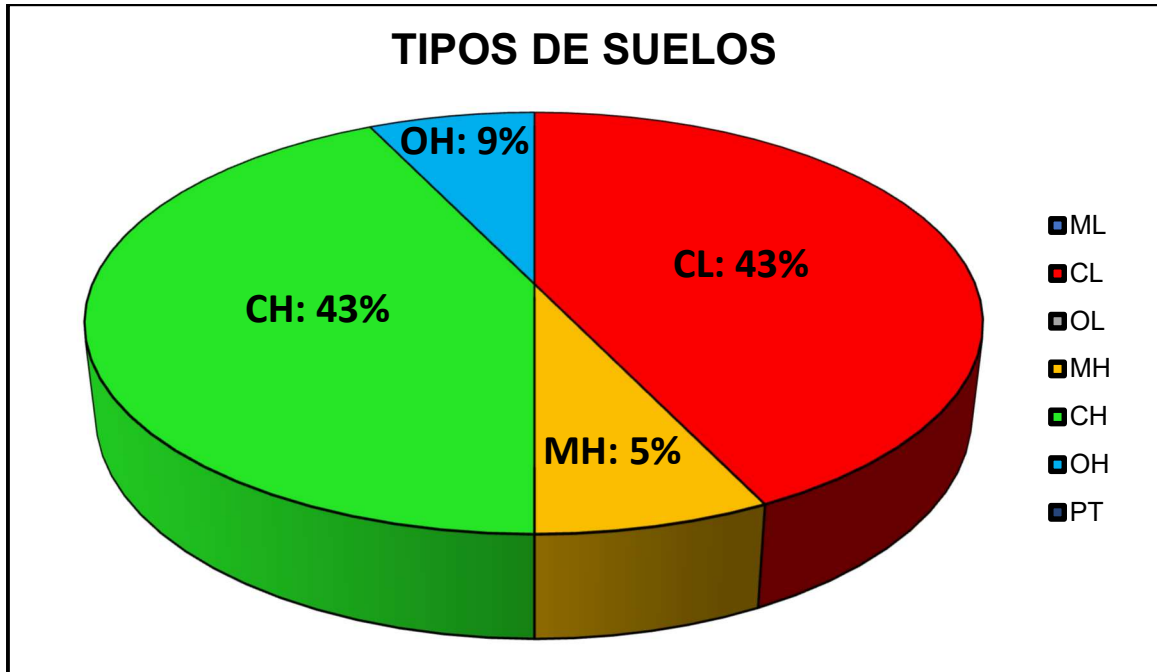


Gráfico 1. Tipo de suelo del terreno natural.

INTERPRETACIÓN:

Como se muestra en el gráfico N°01, podemos apreciar que de las 13 investigaciones analizadas por medio de la ficha documental, para poder determinar el tipo de suelo natural al que se tiene como finalidad estabilizar con cal, se obtuvo que los suelos que predominan son: el arcilloso de baja plasticidad (CL) con un 43% y el suelo arcilloso de alta plasticidad (CH) cuenta con un 43% también, mientras que el suelo arcilla orgánica (OH) cuenta con un 9%, el suelo limo inorgánico (MH) cuenta con un 5% y de los demás tipos de suelo no se encontró registro del análisis que se realizó a dichas investigaciones.

Límites de Atterberg.

Se analizó el límite líquido y límite plástico de los 13 trabajos previos, para determinar el índice de plasticidad.

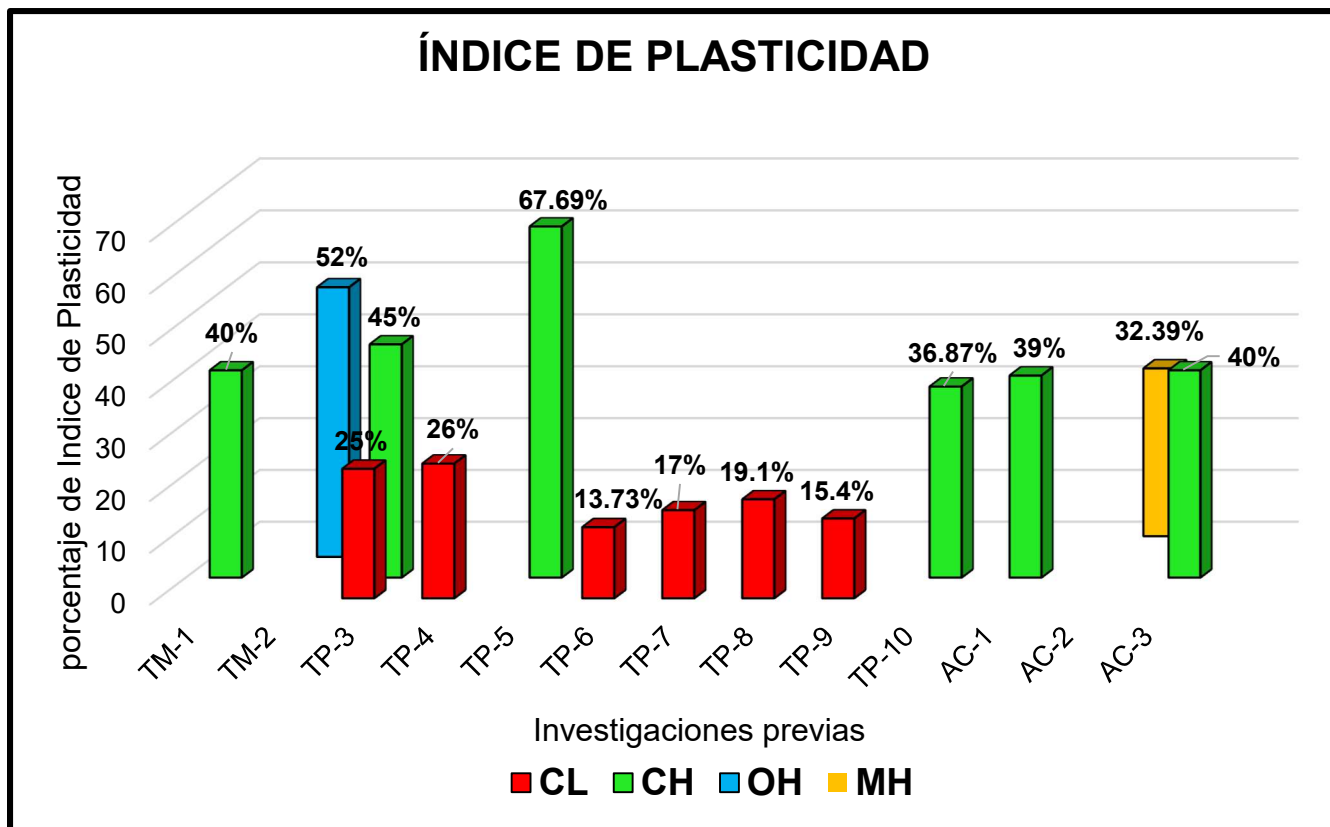


Gráfico 2. Índice de Plasticidad de Terreno natural.

INTERPRETACIÓN:

Según el gráfico N°2, de los datos recogidos del análisis de las investigaciones previas, de los dos tipos de suelos que tuvieron un mayor porcentaje, se observa que en lo referente a un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL), el más predominante es la TP-4, siendo 26% su IP y el que tiene menor IP es la TP-6, siendo 13.73%, en lo que concierne a tipo de suelo de alta plasticidad (CH), la tesis con mayor porcentaje de IP es la TP-5, siendo 67.69%; mientras que la tesis TP-10 es la que tiene menor porcentaje, siendo 36.87%, para el suelo arcilla orgánica (OH), tiene un 52% de IP y finalmente para el suelo de limo inorgánico (MH), tiene un 32.39% de IP, mientras mayor sea el IP indica que existe un exceso de arcilla en dicho suelo.

Contenido de Humedad.

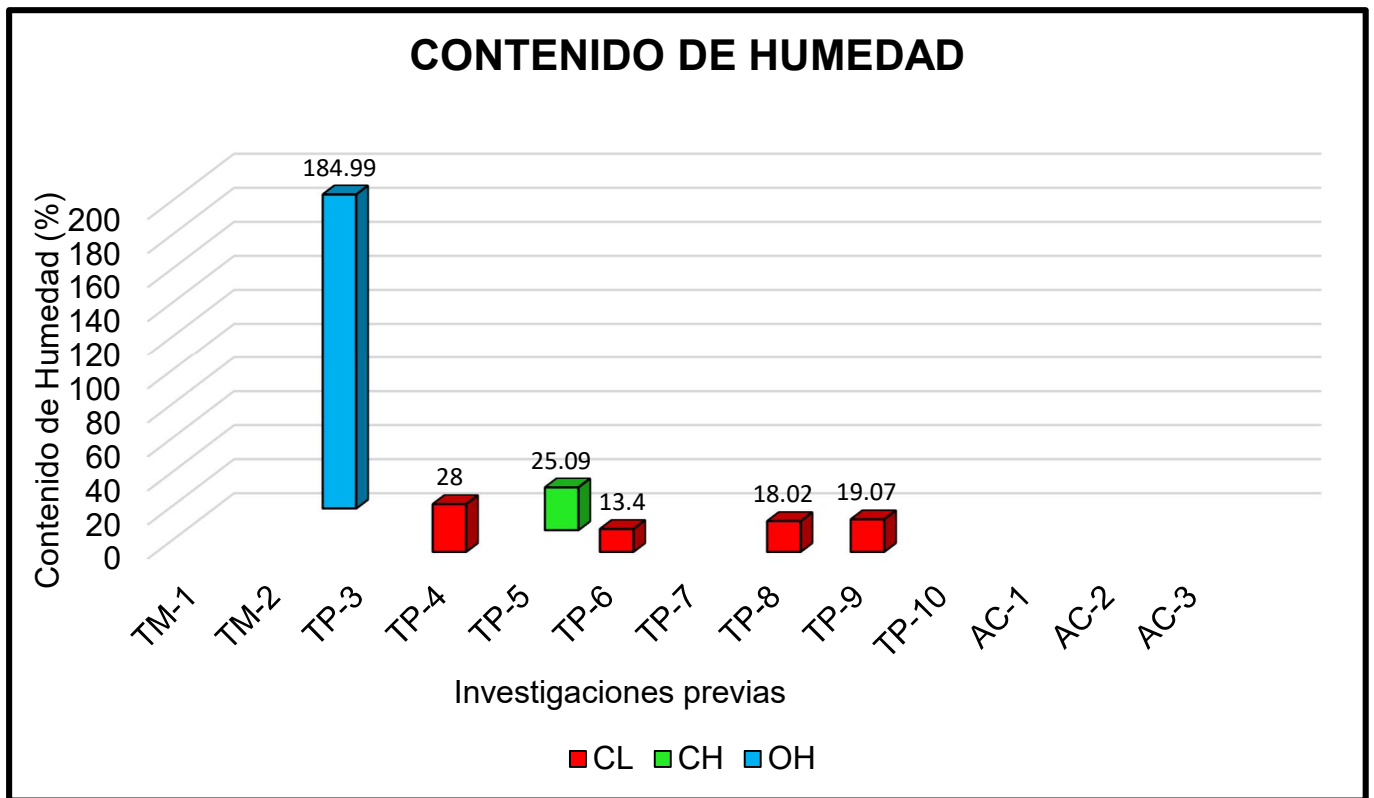


Gráfico 3. Contenido de humedad de terreno natural.

INTERPRETACIÓN:

Como se observa en el gráfico N°3, de las 13 investigaciones analizadas, solo 6 realizaron el ensayo de Contenido de Humedad al terreno natural, de las cuales, en lo referente al suelo arcilloso de baja plasticidad, se tiene que la tesis TP-4 tiene el mayor porcentaje de contenido de humedad, el cual es 28%, y la tesis TP-6 tiene el menor porcentaje del contenido de humedad, siendo 13.4%, en lo que respecta a suelos arcillosos de alta plasticidad, se tiene solo a la tesis TP-5, la cual tiene como contenido de humedad un 25.09% de contenido de humedad y para el suelo arcilla orgánica (OH) TP-3 se tiene un porcentaje 184.99% de Contenido de humedad, siendo este el más alto IP de las demás muestras.

Relación densidad / humedad.

Se analizó la Relación Densidad / Humedad de los 13 trabajos previos, para determinar el nivel de compactación del suelo natural.

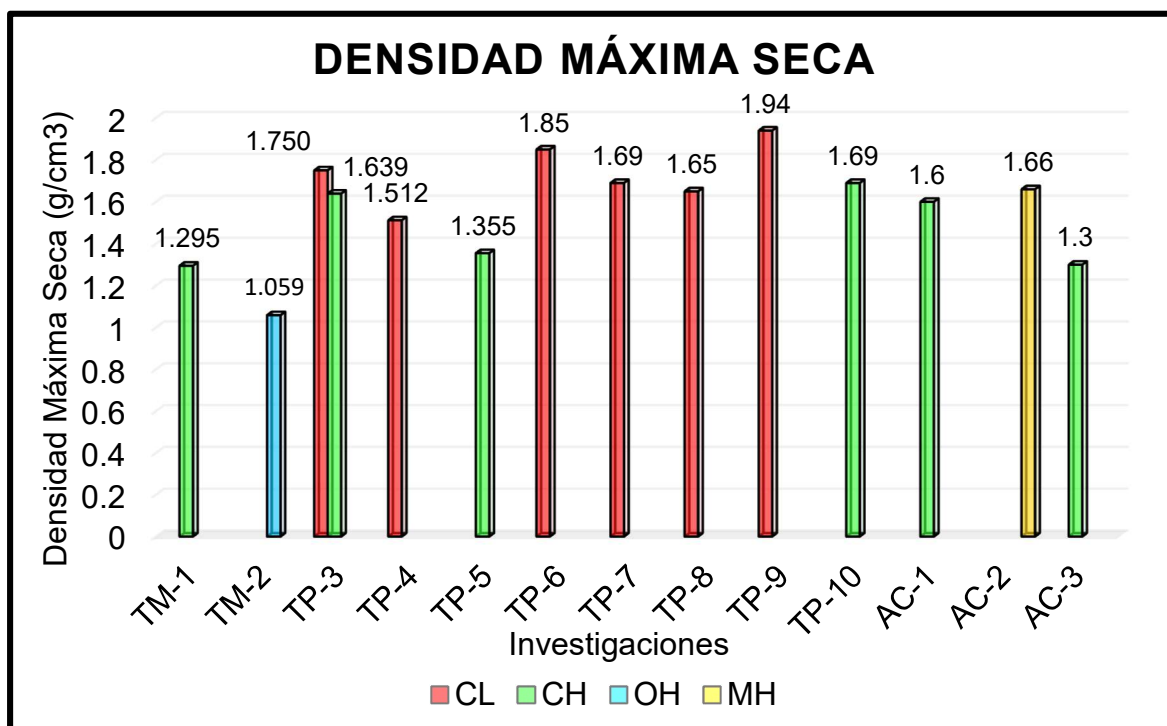


Gráfico 4. Densidad Máxima Seca de terreno natural.

INTERPRETACIÓN:

Como se observa en el gráfico N°4, en lo que respecta al suelo arcillosos de baja plasticidad (CL), se tiene que la tesis TP-9 tiene la mayor densidad máxima seca, siendo 1.940 gr/cm^3 , y la TM-1 tiene la menor densidad máxima seca, la cual es 1.295 gr/cm^3 ; y en lo referente a suelos arcillosos de alta plasticidad (CH), la tesis TP-10 tiene la mayor densidad máxima seca, siendo 1.690 gr/cm^3 y la menor densidad máxima seca es 1.3 gr/cm^3 correspondiente al Artículo AC-3, para el suelo arcilla orgánica se tiene a la TM-2 con una densidad máxima seca de 1.059 gr/cm^3 y finalmente para el suelo limo inorgánico (MH) se tiene al AC-2 con una densidad máxima seca de 1.66 gr/cm^3 , esto quiere decir que el suelo CL su energía de compactación será mayor con respecto al suelo CH, MH y OH.

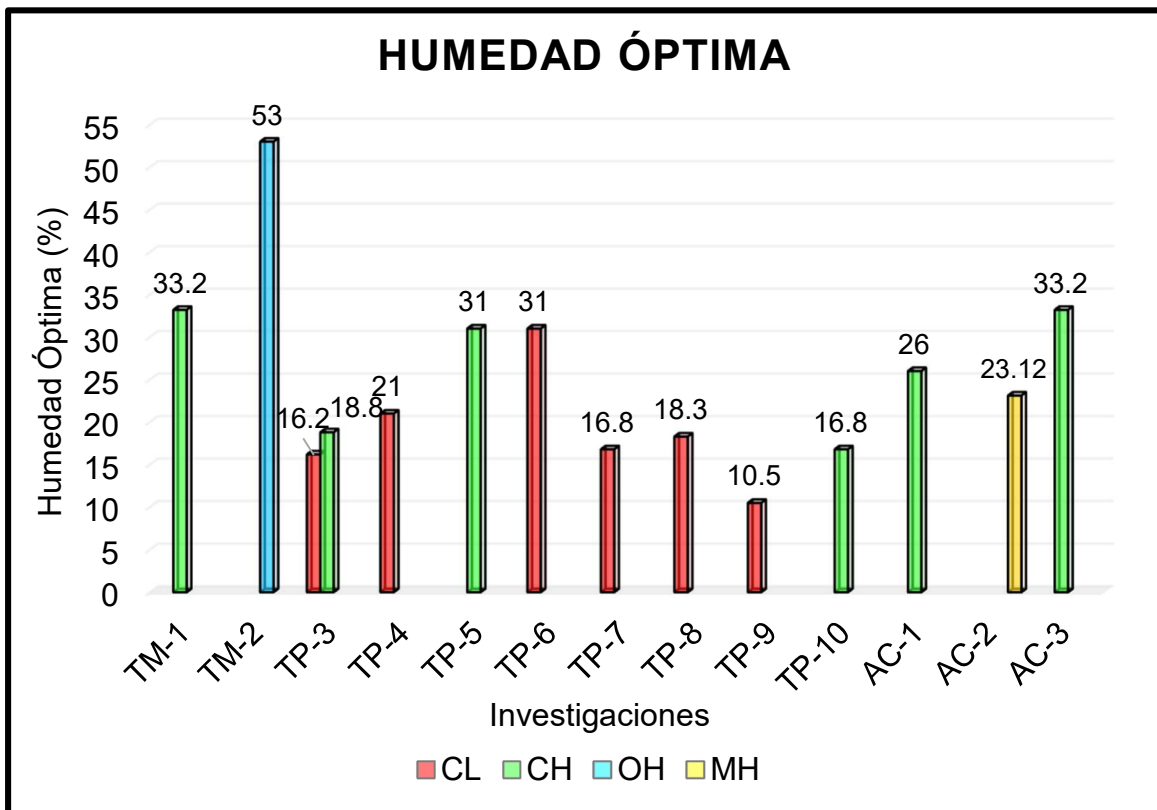


Gráfico 5. Humedad óptima del terreno natural.

INTERPRETACIÓN:

Como se observa en el gráfico N°5, en lo que respecta al suelo arcillosos de baja plasticidad (CL), se tiene que la tesis TP-6 tiene el mayor porcentaje de humedad óptima, siendo 31%, y la TP-3 tiene el menor porcentaje de humedad óptima, la cual es 16.2%; y en lo referente a suelos arcillosos de alta plasticidad (CH), el artículo AC-3 tiene el mayor porcentaje de humedad óptima, siendo 33.2% y el menor porcentaje de humedad óptima es 16.8%, correspondiente a la tesis TP-10, en lo referente al suelo arcilla orgánica (OH), se tiene una humedad óptima de 53%, correspondiente a la TM-2 y finalmente para el suelo limo inorgánico (MH), se tiene una humedad óptima de 23.12% correspondiente al AC-2, cabe indicar que mientras mayor sea la densidad del suelo menor será el contenido de humedad, para el suelo OH requerirá de mayor humedad a diferencia de los demás suelos al momento de aplicar su energía de compactación.

Relación de capacidad de soporte, California Bearing Ratio (CBR)

Se analizó el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) de los 13 trabajos previos, para determinar la capacidad de soporte del terreno natural.

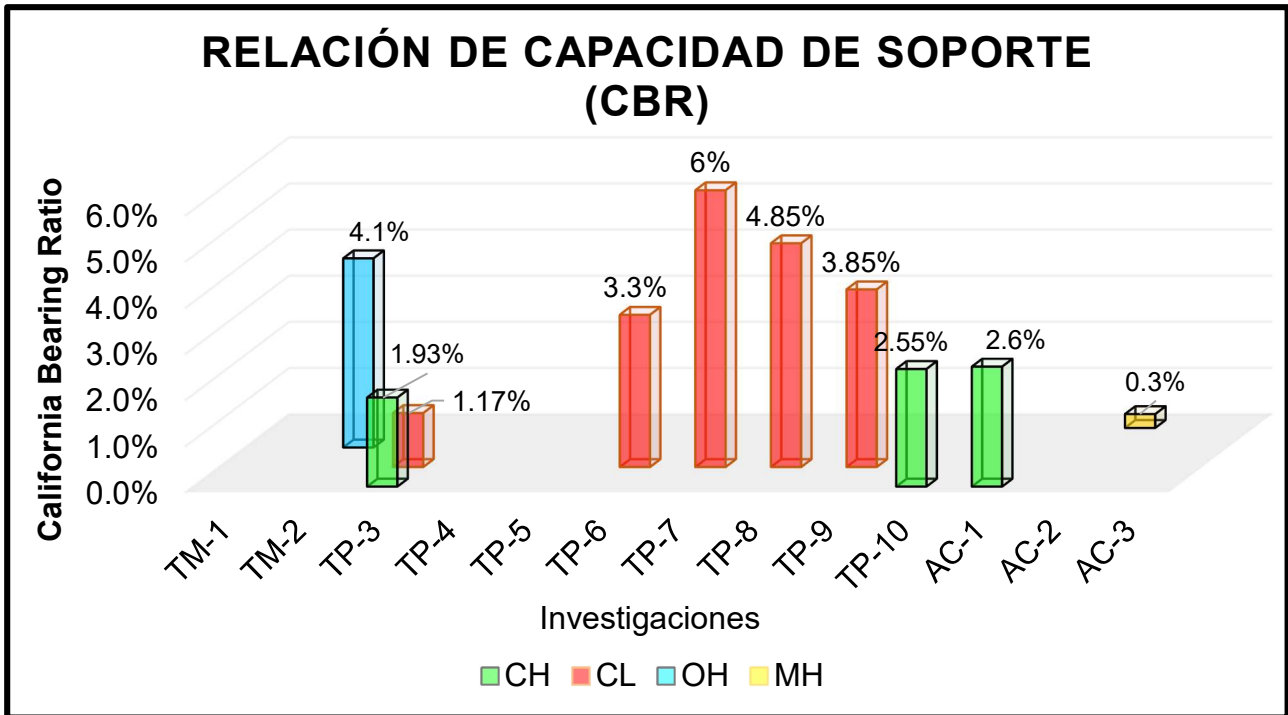


Gráfico 6. Relación de Capacidad de Soporte (CBR) en terreno natural.

INTERPRETACIÓN:

Como se observa en el gráfico N°6, Los trabajos TM-1, TP-4, TP-5 y AC-3, no aplicaron el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) directamente, pero si realizaron el ensayo de Expansión de Suelo, donde para TM-1, se obtuvo 10.58% de expansión del suelo, para el caso de TP-4, se aplicó el CBR indirectamente, donde se obtuvo 7.9% de expansión de suelo natural; mientras que en la tesis TP-5, se realizó el ensayo de Expansión de Lambe donde se obtuvo un índice de expansividad de 1.585 kg/cm² y para el artículo científico AC-3 se obtuvo 10.58% de expansión del suelo. en lo que respecta las demás tesis, los investigadores si realizaron el ensayo de California Bearing Ratio directamente, en donde se obtuvo que para los suelos arcillosos de alta plasticidad (CH), la AC-1 alcanzó el mayor porcentaje siendo 2.6% y la TP-3 alcanzó el menor porcentaje siendo 1.93%, mientras que para la los suelos arcillosos de baja plasticidad (CL), la TP-7 alcanzó el mayor porcentaje siendo 6% y la TP-3 alcanzó el menor porcentaje siendo 1.17%,

para el suelo arcilla orgánica (OH), la TP-2 tiene un CBR de 4.1% y finalmente para el suelo limo inorgánico (MH), correspondiente al artículo AC-2, con un porcentaje de 0.3%, estos resultados indican que dichos suelos no son aptos para ser utilizados en una capa de subrasante para un pavimento al tener un bajo porcentaje de CBR.

Interpretación general del primer objetivo

Como se observó en los resultados para este primer objetivo se analizó los trabajos previos, para ver cuáles eran las propiedades del terreno natural que tuvieron dichos investigadores, como resultado del análisis granulométrico para saber el tipo de suelo, siendo el más predominante entre las 13 investigaciones, el suelo arcilloso de baja plasticidad, con un 43% y el suelo arcilloso de alta plasticidad con un 43% los límites de atterberg para poder determinar el índice de plasticidad, siendo la TP-5 la investigación con el más alto índice de plasticidad, siendo 67.69%; con respecto al contenido de humedad la TM-2 la investigación se obtuvo el mayor porcentaje el cual fue de 184.99%.

Así también la relación densidad / humedad para saber el nivel de compactación del suelo natural, siendo la TP-9 la mayor densidad máxima seca, 1.94 gr/cm^3 y la TM-2 el mayor porcentaje de humedad óptima, siendo 53%, y la capacidad de soporte (CBR) que tiene dicho suelo natural, se encontró cuatro tipos de suelos que predominaban más en estas investigaciones estos son suelos arcillosos de baja plasticidad (CL), siendo la T-7 con el mayor porcentaje (6%), suelos arcillosos de alta plasticidad (CH), donde la T-10 tiene el mayor porcentaje, siendo 2.55%, suelos de arcilla orgánica (OH), que lo tiene la TM-2, siendo 4.1% y finalmente AC-3 un suelo de limos orgánicos (MH) con un 0.3%, los resultados de estos suelos indican claramente que no cumplen con las características necesarias que demanda una subrasante para ser parte de un paquete estructural, ya que esto conlleva a que dicho pavimento falle y generar un gran costo en su reconstrucción, es aquí la importancia de saber cómo tratar estos suelos y que estabilizar utilizar.

Resultados del segundo objetivo el cual es analizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural estabilizado con cal.

En este objetivo se realizó el análisis del estudio de mecánica de suelos al terreno estabilizado con cal a nivel de subrasante de los 13 trabajos previos, tomándose los datos más críticos de dicho análisis para así determinar la propiedades del suelo estabilizado en el peor de los casos, para ello se evaluó las propiedades y el efecto que se produce el suelo cuando es estabilizado con cal en diferentes dosificaciones, esto se realizó con la ayuda de la ficha documental (Ver Anexo N°2 Fotografía N° 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 y 31), se recopiló la información de los siguientes ensayos de mecánica de suelos: límites de Atterberg y Proctor Modificado, donde se vio los cambios que se produce la cal para mejorar un suelo con fines de pavimentación.

Tipo de cal utilizada para como estabilizante.

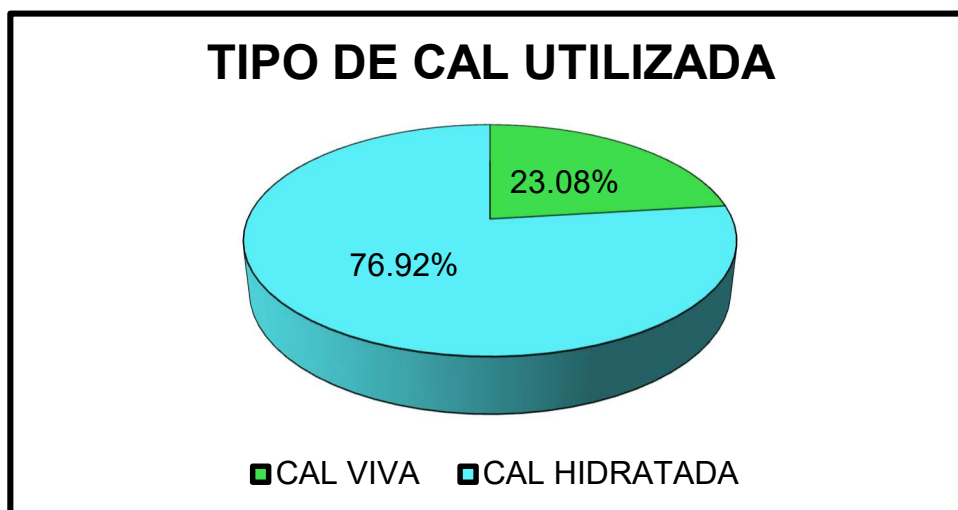


Gráfico 7. Tipo de cal utilizada

INTERPRETACION

Como se muestra en el gráfico N°7, podemos apreciar que de las 13 el tipo de cal que se utilizó para estabilizar los suelos, se obtuvo que la que predomina es la cal hidratada con un 76.92% (10 investigaciones), mientras que la cal viva cuenta con un 23.08% (3 investigaciones).

Límites de Atterberg.

Se analizó los Límites de Atterberg de las 13 investigaciones, para determinar el índice de plasticidad del suelo - cal.

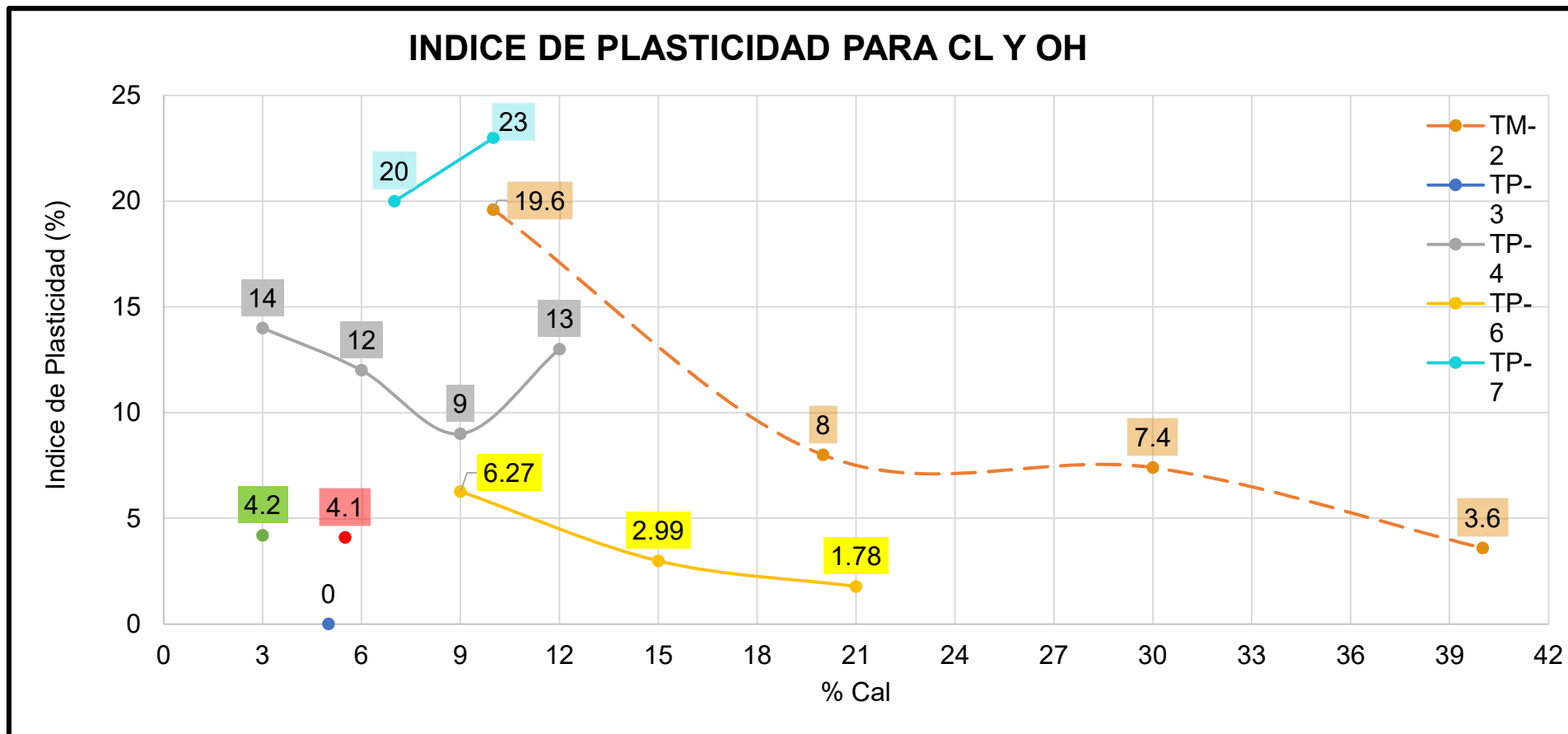


Gráfico 8. Índice de Plasticidad para suelo CL con la aplicación de cal.

INTERPRETACIÓN:

Según la gráfica N°8, de los datos recogidos del análisis de las investigaciones previas, del suelo arcilloso de baja plasticidad (CL) se tiene que la tesis TP-7 tiene los mayores porcentajes de plasticidad siendo el más alto 23% al aplicarle 10% de cal y al aplicarle 7% de cal se obtuvo el más bajo porcentaje de plasticidad, siendo 20%; mientras que la tesis TP-6, tiene los menores porcentajes de plasticidad siendo el más alto 6.27% al aplicarle 9% de cal y al aplicarle 21% de cal se obtiene el porcentaje de plasticidad más bajo, siendo 1.78%, por otro lado para el suelo OH tuvo una reducción mínima del índice de plasticidad al aplicarle grandes porcentajes de cal, por otro lado para TP-8 Y TP-9 encontraron el óptimo siendo 3% y 5.5% con el ensayo de Eades y Grim, finalmente para TP-3 al aplicar 5% de cal su IP resultó no plástico.

INDICE DE PLASTICIDAD PARA CH Y MH

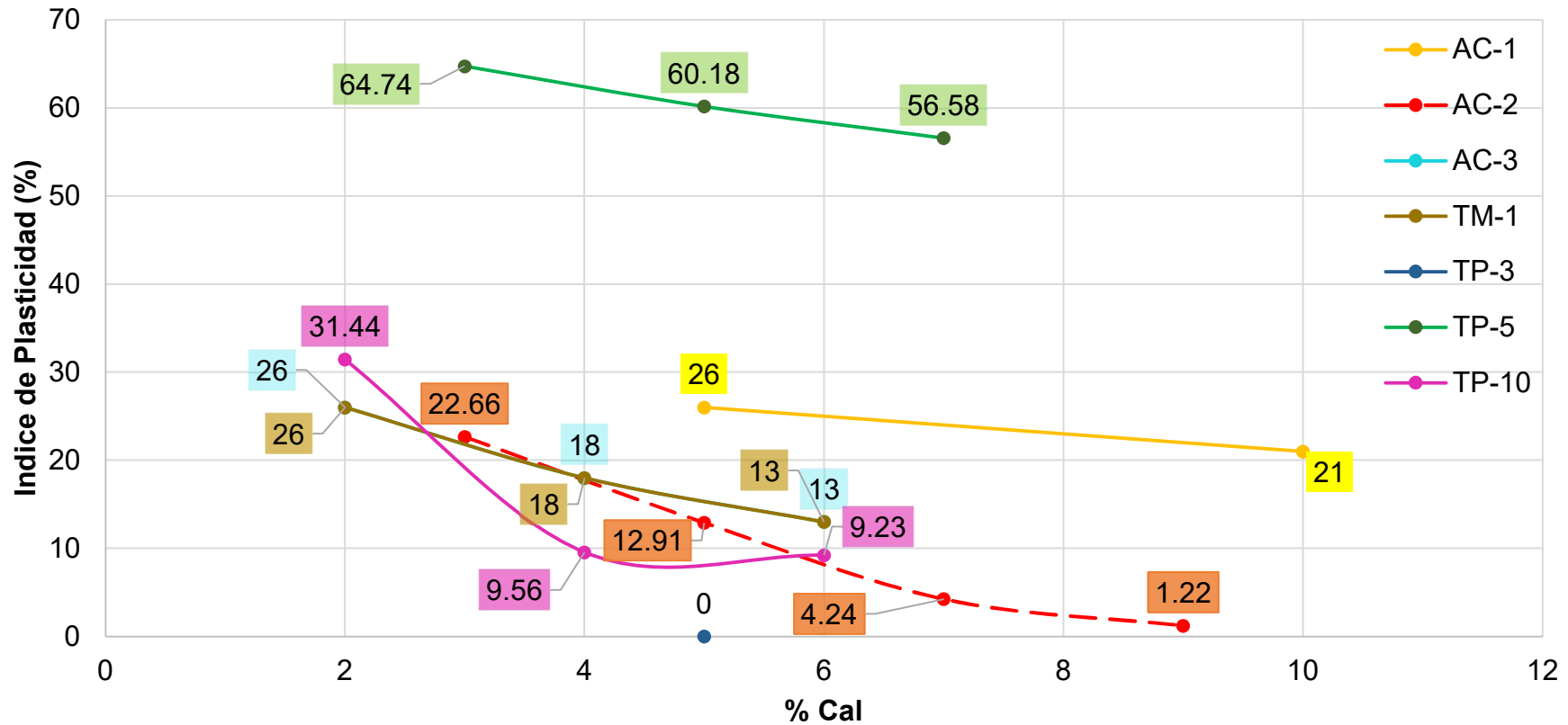


Gráfico 9. Índice de Plasticidad para suelo CH con la aplicación de cal

INTERPRETACIÓN:

Según la gráfica N°9, de los datos recogidos del análisis de las investigaciones previas, del suelo arcilloso de alta plasticidad (CH) se tiene que la tesis TP-5 tiene los mayores porcentajes de plasticidad siendo el más alto 64.74% al aplicarle 3% de cal y al aplicarle 7% de cal bajo su IP a 56.58%; mientras que la tesis AC-2 siendo un limo inorgánico (MH), tiene los menores porcentajes de plasticidad siendo el más alto 22.66% al aplicarle 3% de cal y al aplicarle 9% de cal se obtiene el porcentaje de plasticidad más bajo, siendo 1.22%.

Relación Densidad Máxima Seca / Humedad.

Se analizó la Relación Densidad Máxima Seca / Humedad, de las 13 investigaciones, para determinar el nivel de compactación del suelo – cal

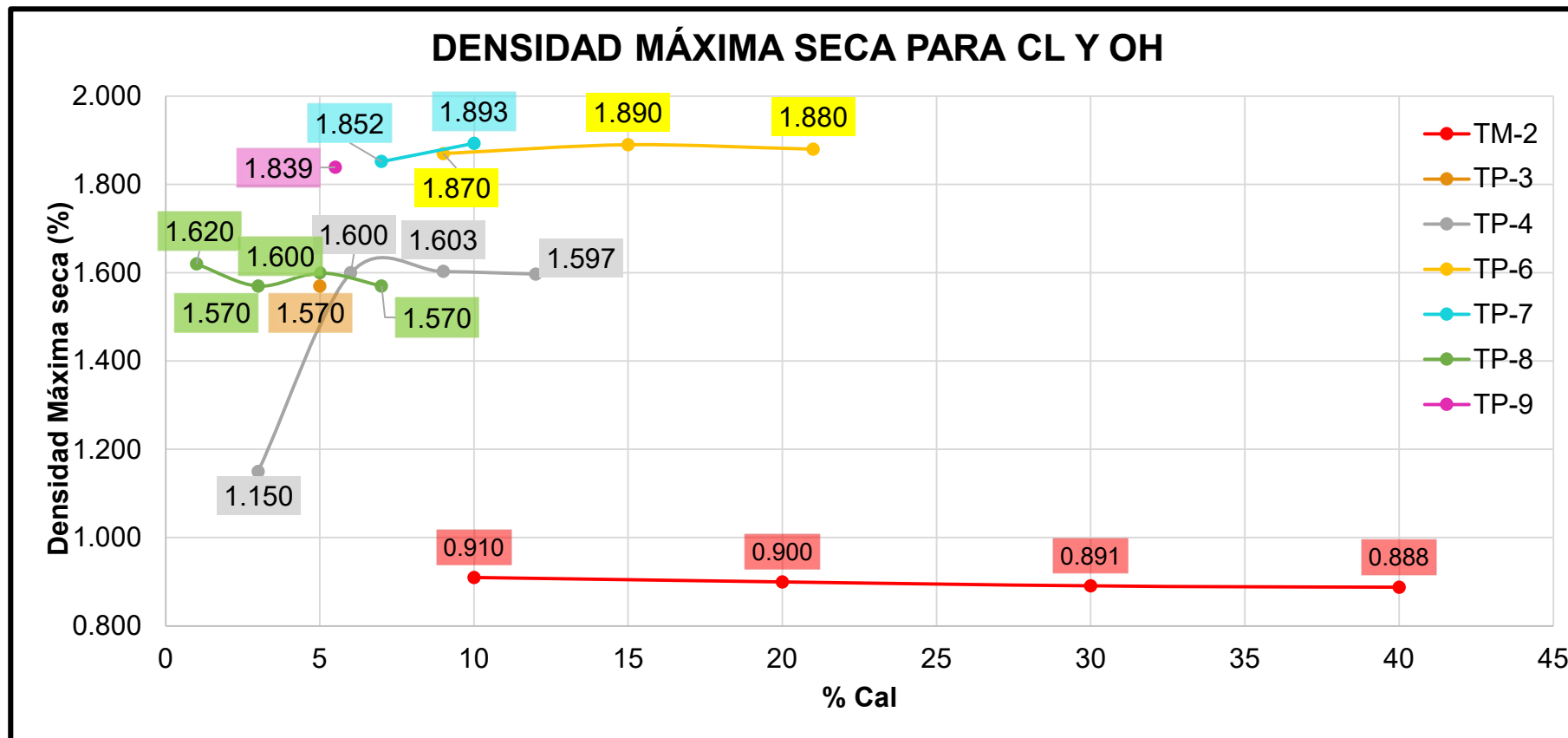


Gráfico 10. Densidad Máxima Seca para suelo CL con la aplicación de cal.

INTERPRETACIÓN:

Según la gráfica N°10, de los datos recogidos del análisis de las investigaciones previas, del suelo arcilloso de alta plasticidad se tiene que la tesis TP-7 tiene la mayor densidad máxima seca siendo la más alta 1.893 gr/cm^3 al aplicarle 10% de cal y al aplicarle 7% de cal se obtuvo la menor densidad máxima seca, siendo 1.852 gr/cm^3 ; mientras que la tesis TM-2, siendo una arcilla orgánica (OH), tiene la menor densidad máxima seca, siendo el más alto 0.910 gr/cm^3 al aplicarle 10% de cal y al aplicarle 40% de cal se obtiene la menor densidad máxima seca más baja, siendo 0.888 gr/cm^3 , en el caso de TP-9 solo se aplicó un solo porcentaje de 5.5 dando una densidad de 1.839 gr/cm^3 ya que determinó ese porcentaje como óptimo con la prueba de Eades y Grim

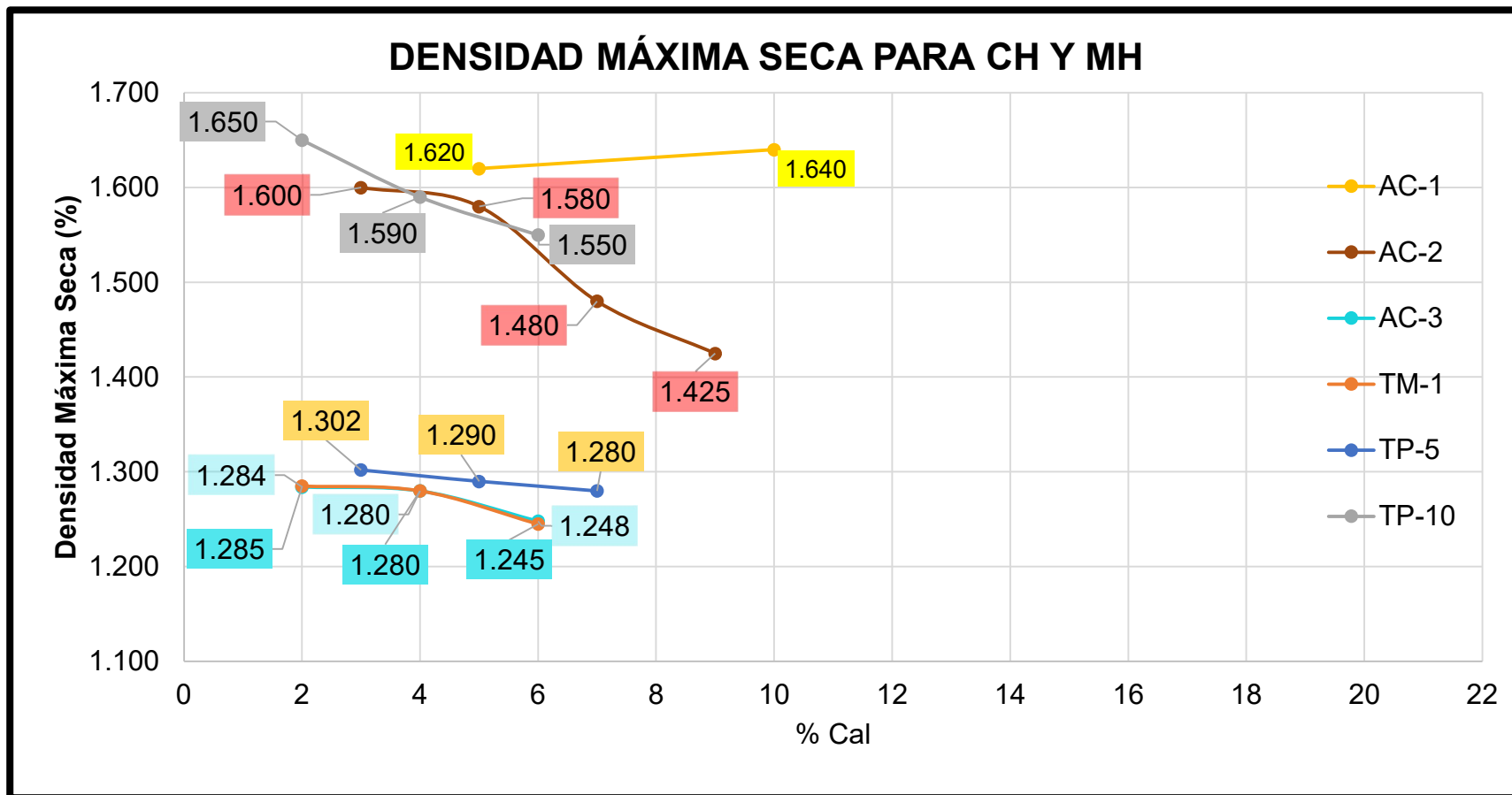


Gráfico 11. Densidad Máxima Seca para suelo CH con la aplicación de cal.

INTERPRETACIÓN:

Según la gráfica N°11, de los datos recogidos del análisis de las investigaciones previas, del suelo arcilloso de alta plasticidad se tiene que la tesis TP-10 tiene la mayor densidad máxima seca siendo la más alta 1.650 gr/cm^3 al aplicarle 2% de cal y al aplicarle 6% de cal se obtuvo la menor densidad máxima seca, siendo 1.550 gr/cm^3 ; el artículo científico AC-3, tiene la menor densidad máxima seca, siendo el más alto con 1.285 gr/cm^3 al aplicarle 2% de cal y al aplicarle 6% de cal se obtiene la menor densidad máxima seca más baja, siendo 1.245 gr/cm^3 , por otro lado el artículo AC-2, siendo una limo orgánico (MH), tuvo como resultados una densidad máxima seca, siendo el más alto 1.6 gr/cm^3 al aplicarle 3% de cal y al aplicarle 9% de cal se obtiene la menor densidad máxima seca más baja, siendo 1.425 gr/cm^3 , cabe indicar que mientras menor sea la densidad máxima seca mayor será el contenido de humedad.

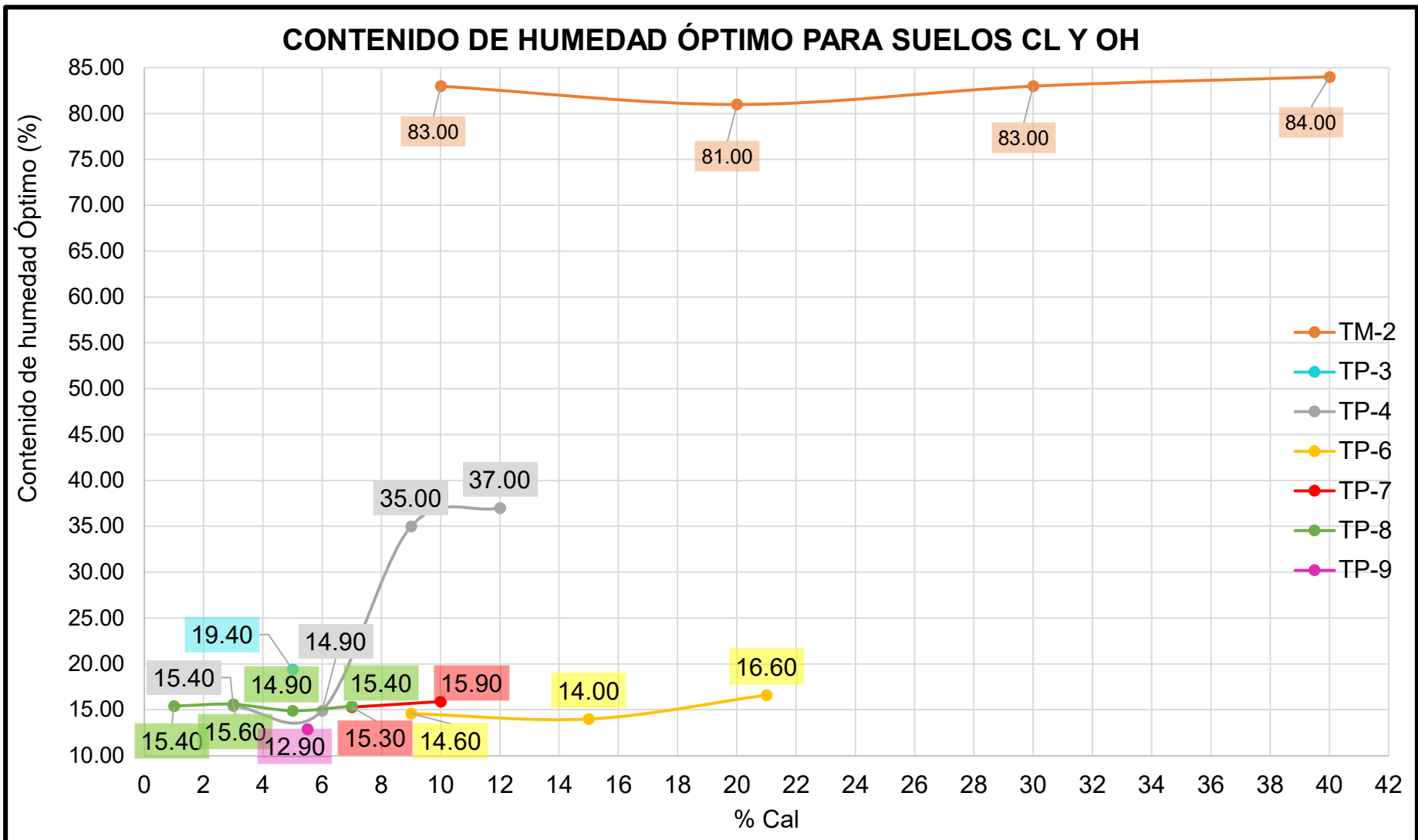


Gráfico 12. Contenido de Humedad Óptimo para suelo CL con la aplicación de cal.

INTERPRETACIÓN:

Según la gráfica N°12, de los datos recogidos del análisis de las investigaciones previas, del suelo arcilloso de alta plasticidad se tiene que la tesis TM-2, siendo una arcilla orgánica (OH), tiene el mayor contenido de humedad óptimo, siendo el más alto 84% al aplicarle 40% de cal y al aplicarle 20% de cal se obtuvo el menor contenido de humedad óptimo, siendo 81%; en el caso de TP-9 al ser el menor porcentaje solo se aplicó un solo porcentaje de 5.5 dando un contenido de humedad óptimo de 12.90% ya que se determinó dicho porcentaje como óptimo con la prueba de Eades y Grim.

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO PARA SUELOS CH Y MH

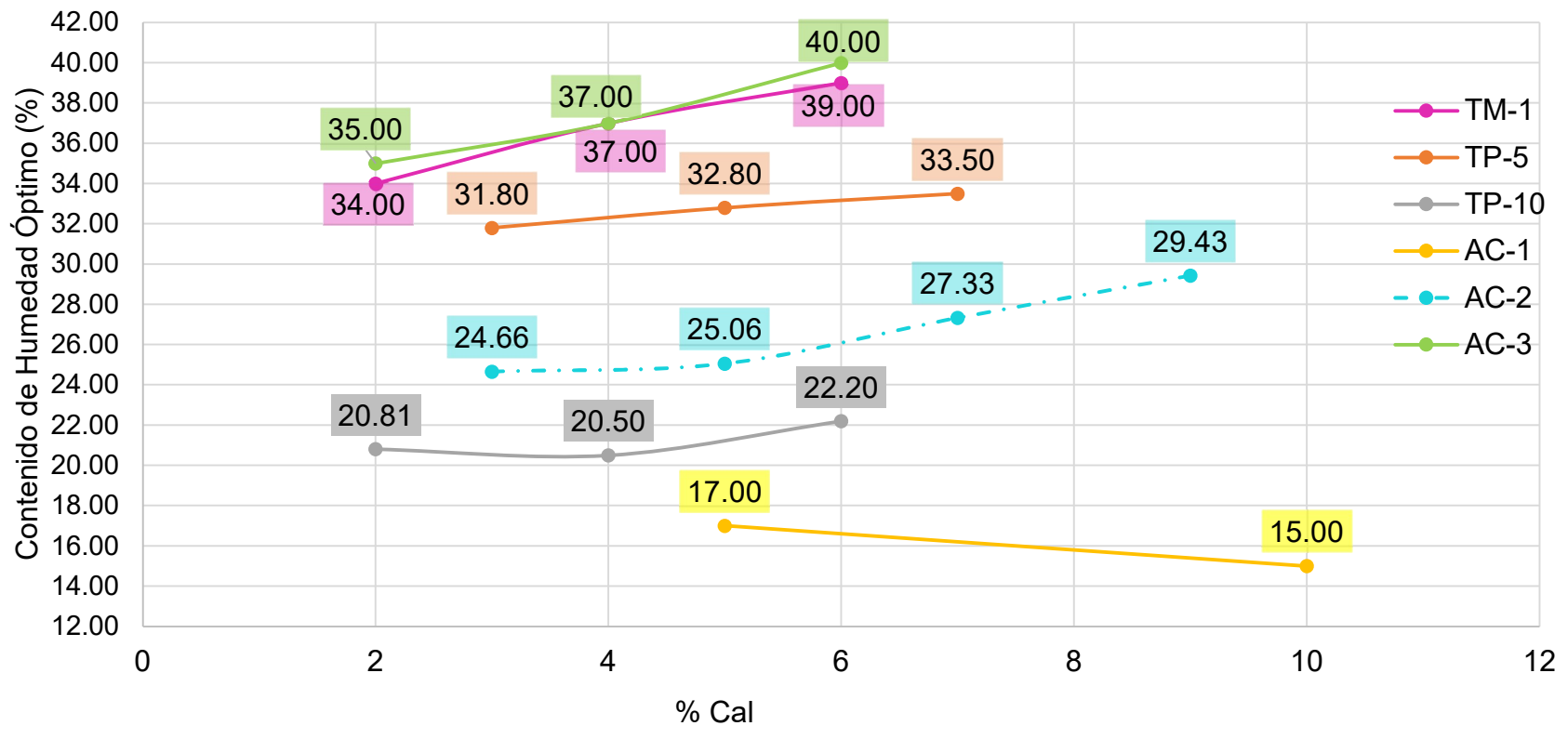


Gráfico 13. Contenido de Humedad Óptimo para suelo CH con la aplicación de cal.

INTERPRETACIÓN:

Según la gráfica N°13, de los datos recogidos del análisis de las investigaciones previas, del suelo de alta plasticidad se tiene que la tesis TM-1 tiene el mayor contenido de humedad óptimo, siendo el más alto 39% al aplicarle 6% de cal y al aplicarle 2% de cal se obtuvo el menor contenido de humedad óptimo, siendo 34%; la tesis AC-1 tiene el menor contenido de humedad óptimo, siendo 17% el más alto al aplicarle 5% de cal mientras que al aplicarle 10% de cal se obtuvo 15% de humedad óptima, por otro lado el artículo AC-2, siendo un limo inorgánico (MH), sus resultados demostraron que al aplicarle 9% de cal se obtiene un 29.43% de contenido de humedad óptimo, y al aplicarle 3% un 24.66%, demostrando que mientras mayor sea el contenido de humedad menor será la densidad máxima seca.

Interpretación general del segundo objetivo

Como se apreció, los resultados obtenidos en las investigaciones previas para este segundo objetivo se analizó los trabajos previos, para ver cuáles eran las características del suelo-cal que tuvieron dichos investigadores, como resultado de los límites de atterberg para poder determinar el índice de plasticidad, siendo la TP-5 la investigación con el más alto índice de plasticidad, siendo 64.74% del suelo-cal, y la relación densidad / humedad para saber el nivel de compactación del suelo-cal, siendo la TP-7 la mayor densidad máxima seca, 1.893 gr/cm³ y la TM-2 el mayor porcentaje de humedad óptima, siendo 84%, perteneciente a suelo OH, esto refleja que a pesar de que se utilizaron porcentajes de cal muy elevados aumentó significativamente las propiedades del suelo como la relación densidad / humedad y disminuye el índice de plasticidad.

Resultados del tercer objetivo el cual es análisis de la capacidad de soporte, frente a la aplicación de cal más aplicada en la subrasante.

En el presente objetivo se realizó el análisis del estudio de la capacidad de soporte (CBR) al terreno natural estabilizado con cal a nivel de subrasante de los trabajos previos, tomándose los datos más críticos para así determinar las propiedades del suelo estabilizado en el peor de los casos, para ello se evaluó las propiedades y el efecto que se produce en el suelo cuando es estabilizado con cal en diferentes proporciones, esto se realizó con la ayuda de la ficha documental (Ver Anexo N°2 Fotografía N° 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 y 45).

Relación de capacidad de soporte, California Bearing Ratio (CBR)

Se analizó el ensayo de las 7 investigaciones correspondientes a suelos CL y OH, para determinar la capacidad de soporte del suelo - cal.

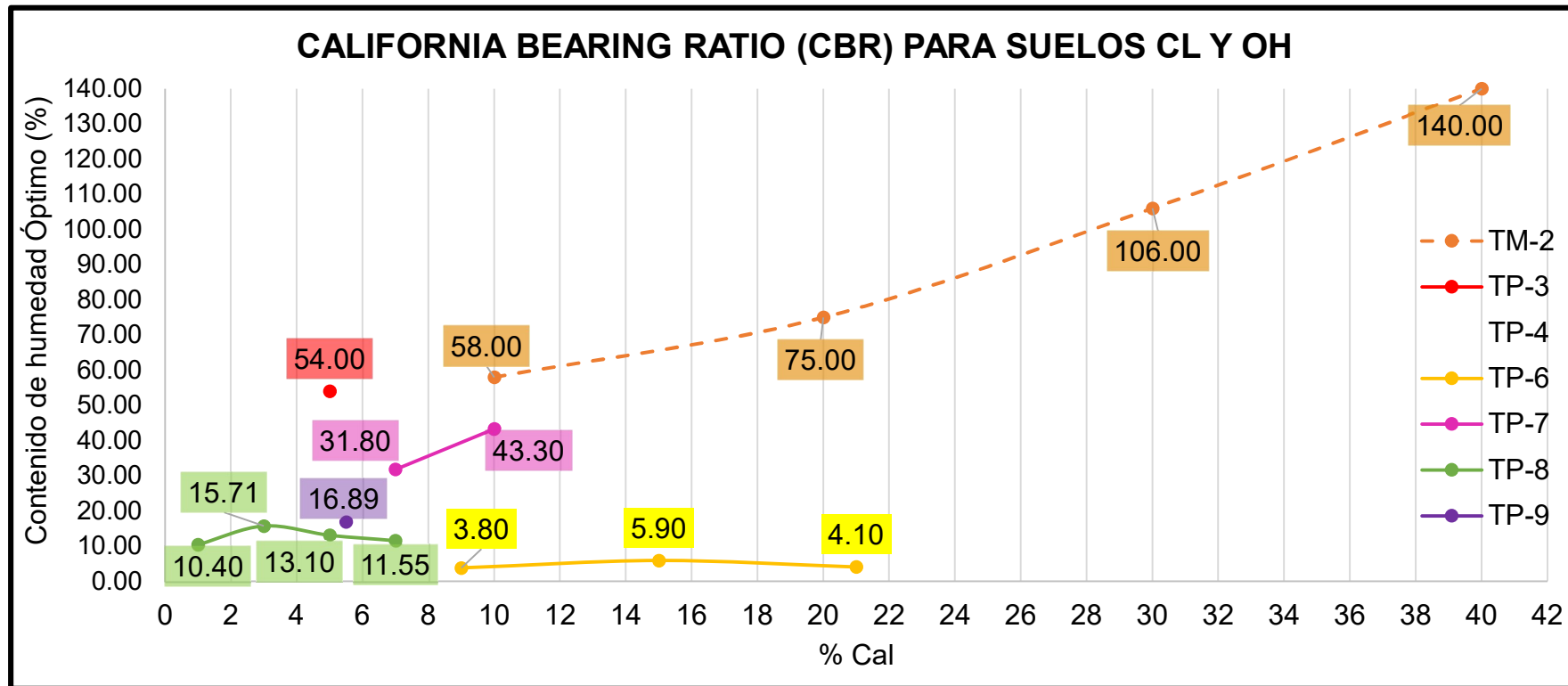


Gráfico 14. California Bearing Ratio (CBR) para suelo CL con la aplicación con cal.

INTERPRETACIÓN:

Según la gráfica N°14, de los datos recogidos del análisis de las investigaciones previas, del suelo arcilloso de baja plasticidad se tiene que la tesis TM-2, siendo una arcilla orgánica (OH), de las cuatro dosificaciones de cal, la que obtuvo mejores resultado fue al aplicarle 40% de cal, resultando 140%, mientras que al aplicarle 10% de cal se obtuvo la menor capacidad de soporte, siendo 58%; cabe indicar que al aplicar un mayor porcentaje de cal generaría un costo mayor en la construcción de un pavimento, para la tesis TP-6, de las tres dosificaciones aplicadas, la que obtuvo mejores resultado fue al aplicarle 15% de cal, resultando 5.90% y al aplicarle 7% de cal se obtuvo la menor capacidad de soporte, siendo 3.80%.

Se analizó el ensayo de las 9 investigaciones correspondientes a los suelos CH y MH, para determinar la capacidad de soporte del suelo - cal.

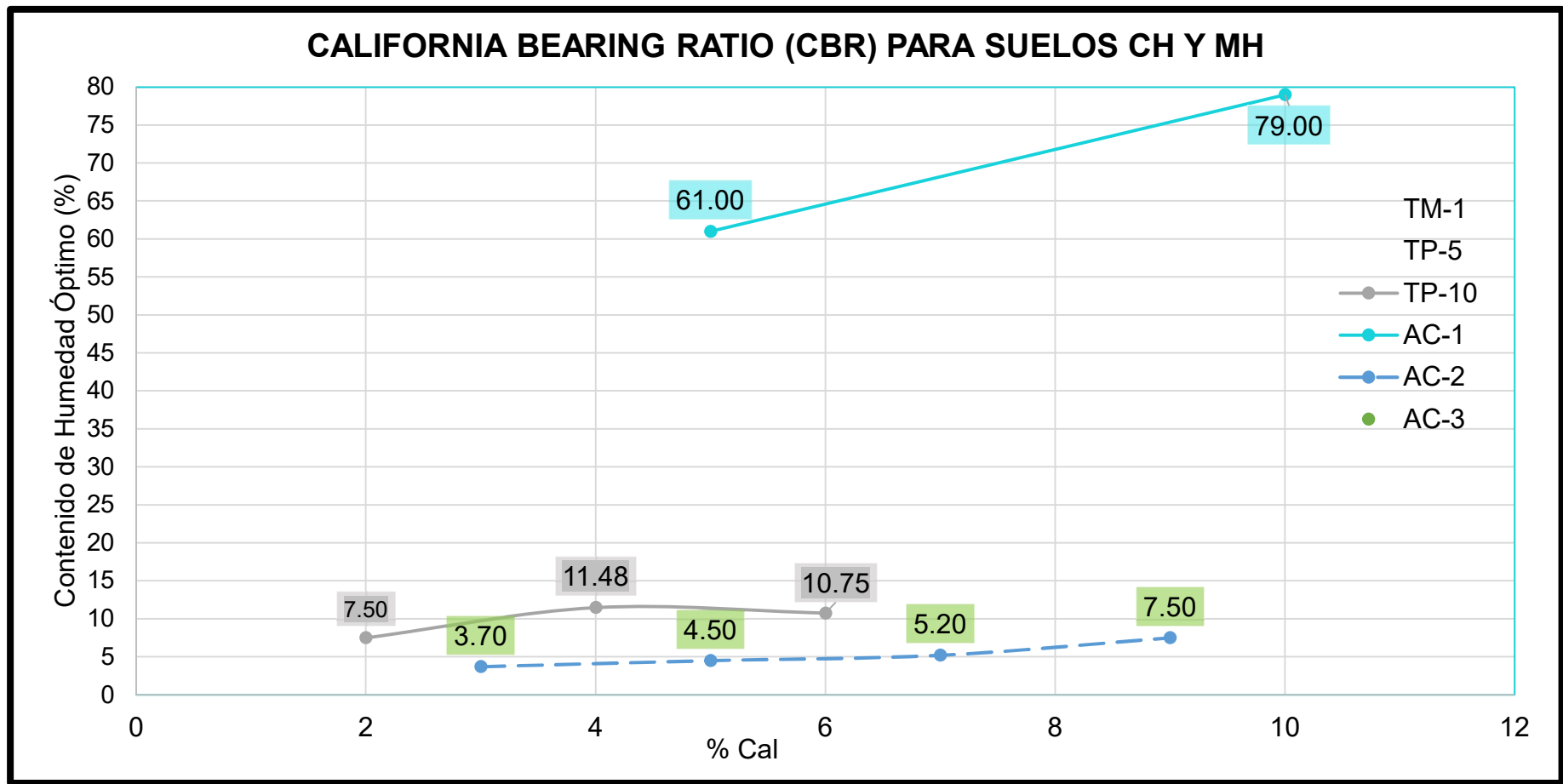


Gráfico 15. California Bearing Ratio (CBR) para suelo CH con la aplicación con cal.

INTERPRETACIÓN:

Según la gráfica N°15, de los datos recogidos del análisis de las investigaciones previas, del suelo arcilloso de alta plasticidad se tiene que la tesis AC-1 de las dos dosificaciones de cal, la que obtuvo mejor resultado fue al aplicarle 10% de cal, resultando 79%, mientras que al aplicarle 5% de cal se obtuvo la menor capacidad de soporte, siendo 61%; y en la tesis AC-2, de las cuatro proporciones aplicadas, la que obtuvo mejores resultado fue al aplicarle 9% de cal, resultando 7.5% y al aplicarle 3% de cal se obtuvo la menor capacidad de soporte, siendo 3.70%.

En lo que respecta a la tesis TM-1 y TP-5 aplicaron otros métodos para determinar qué proporción de cal muestra mejores resultados al ser aplicada con el suelo (CL), para TM-1 el ensayo de expansión de suelo (ASTM D546-03) se determinó que de los porcentaje (2%, 4% y 6%) que se estudiaron, el que dio un mejor resultado fue 6% disminuyendo la expansión del suelo sin aplicarse cargas, y en lo que respecta a TP-5 utilizó el ensayo de CBR indirectamente en los cuales se realizaron dos ensayos, Geogauge y Martillo de Clegg aplicando (3%, 6%, 9% y 12%) donde se vio que todas las dosificaciones aplicadas el de 9% se obtuvo mejores resultados disminuyendo la expansión de dicho suelo.

Interpretación general del tercer objetivo

Como se observó en los resultados para este tercer objetivo se analizó los trabajos previos, para ver cuáles eran las características del suelo-cal que tuvieron dichos investigadores, como resultado de la capacidad de soporte (CBR) del suelo-cal, dentro de las cuatro clases de suelos que predominaban más en estas investigaciones estos son suelos arcillosos de alta plasticidad (CH), siendo la AC-1 con el mayor porcentaje (79%), suelos arcillosos de baja plasticidad (CL), donde la TP-3 tiene el mayor porcentaje, siendo 54%, suelos de arcilla orgánica (OH), que lo tiene la T-2, siendo (140%) y suelos limos orgánicos (MH) siendo el artículo AC-2 con el mayor (7.50%), los resultados que estos suelos indican claramente que mejoraron sus características al adicionarle cal como aditivo, es aquí donde se infiere al saber cuál de las proporciones establecidas dio mejores resultados al ser aplicados con el suelo y así determinar la proporción óptima la cual es 5% ya que el 30.8% de las investigaciones utilizó ese porcentaje dando los mejores resultados.

V. DISCUSIÓN

Para el primer objetivo, el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos en el capítulo IV estabilización de suelos, indica para estabilizar y elegir el tipo de estabilización es fundamental conocer las características del suelo, principalmente son estabilizados los suelos limosos (M), arcillosos (C) o arenosos limosos (SM) o arenosos arcillosos (SC), por otro lado para esta investigación al analizar los trece trabajos previos, se tomó los resultados de las muestras que tenían los datos más críticos, se obtuvo de este análisis las propiedades del suelo natural predominando así suelos arcillosos de alta plasticidad (CH) con un 43%, suelos arcillosos de baja plasticidad (CL) con un 43%, arcillas orgánicas (OH) con un 9% y limos inorgánicos (MH) con un 5%.

También el manual de carreteras indica que se pueden estabilizar suelos con cal siempre y cuando estos contengan un índice de plasticidad no menor a 12 para esta investigación se obtiene a partir del análisis que para arcillas de baja plasticidad (CL) un menor índice de plasticidad (IP) de 13.73% y un mayor de 26% los cuales se encuentran en TP-6 y TP-4 respectivamente, en el caso de arcillas de alta plasticidad (CH) el menor índice de plasticidad (IP) es de 36.87% y el mayor es de 67.69% estando registrados en TP-10 y TP-5 respectivamente, para el suelo arcilla orgánica (OH), se tiene un porcentaje de 52% de IP y finalmente para el suelo limo inorgánico (MH), se tiene un porcentaje de 32.39% de IP, esto indica que se tratan de suelos inadecuados y pobres que no son capaces de soportar un pavimento.

En lo que concierne al contenido de humedad en el suelo arcilloso de baja plasticidad (CL) se ve un gran porcentaje en TP-4 siendo este de 28%, mientras que el menor porcentaje lo tiene la TP-6, siendo 13.4%, existiendo una variación de 14.6%, esto se indica que, a pesar de ser el mismo tipo de suelo, tienen diferentes porcentajes de agua, lo que conlleva a que se tomen diferentes proporciones de cal al momento de estabilizarlo.

Por otra parte, en lo referente al ensayo Relación Densidad Máxima Seca / Humedad óptima, para el suelo arcilloso de baja plasticidad se tiene en la TM-1 como densidad máxima (1.295 gr/cm³) y su humedad óptima de (33.2%) en comparación con la TP-3 siendo este el mayor dato el cual tiene (1.750 gr/cm³) de

densidad máxima seca y 16.2% de humedad óptima, esto se debe a que se presenta un material más denso en relación con su peso. Debido a que TM-1 tiene un grado de compactación menor a diferencia de TP-3, el material estudiado de estas investigaciones representa distintas densidades máximas en seco, en lo que respecta a los suelos arcillosos de alta plasticidad tenemos que TP-9 tiene una densidad máxima seca de 1.94 gr/cm³ y contenido de humedad óptima de 10.5%, y tenemos en AC-3 su densidad máxima seca de 1.3 gr/cm³ y su humedad óptima de 33.2%, se ve que a pesar de ser el mismo tipo de suelo el grado de integración de TP-9 es mayor a diferencia de AC-3 y finalmente en el artículo AC-2 con suelo limo inorgánico (MH).se tiene como densidad máxima seca es de 1.66 gr/cm³ y como humedad óptima 23.12%.

En lo que concierne a la capacidad de soporte (CBR), el manual de carreteras indica que son materia de una estabilización aquellas subrasantes que se encuentran consideradas como inadecuadas o pobres, estos suelos tienen un CBR menor al 3% y menor al 6% respectivamente, para esta investigación al analizar los trece trabajos previos se infirió que de los cuatro tipos de suelos encontrados todos presentan un rango de capacidad de soporte del terreno natural entre 0.3% a 6%, presentándose el resultado más bajo en el artículo AC-2 con 0.3%, el cual tiene un suelo limo inorgánico (MH), es por ello que se toma como solución la estabilización que en este caso se realizó con cal en todas las investigaciones analizadas.

Con respecto al segundo objetivo, el cual es el análisis en las investigaciones previas de las propiedades físicas y mecánicas del suelo estabilizado con cal, se tiene que según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Geotecnia y Pavimentación, al aplicarle cal al suelo, se logra cambiar su plasticidad, ya sea aumentando o disminuyendo su valor, todo ello depende de la cantidad de cal que se aplique al suelo; según la norma CE 020 indica que se debe aplicar de 2% a 8% de cal por peso de suelo seco, para el Índice de Plasticidad del suelo – cal se tuvo que la TM-2, correspondiente al suelo arcilla orgánica (OH), las proporciones de cal que se utilizaron superan lo que se estipula en el reglamento, cabe indicar que en el análisis se ve un incremento significativo, pero se debe considerar el costo que generaría construir un pavimento con un porcentaje muy elevado, por otra parte se ve que en las demás investigaciones se tiene mejoras al suelo, estos resultados

se dan en la proporción de 4% a 9% de cal, correspondientes al suelo arcilloso de baja plasticidad (CL), para los suelos de alta plasticidad (CH) la proporción de cal que disminuye en gran porcentaje se encuentran entre 2% y 9%, y finalmente para el suelo limo inorgánico se tiene en el artículo AC-2, y al aplicar mayor cal siendo este de 9% logra reducir el índice de plasticidad.

En lo referente al ensayo Densidad Máxima Seca / Humedad Óptima, de todas las proporciones aplicadas a los distintos tipos de suelos, se evidencio que en la TM-2 no se obtuvo resultados favorables al aplicarle cal al suelo OH, mientras que para los suelos arcillosos de baja plasticidad (CL), se evidencio una reducción significativamente en la densidad máxima seca, lo que ocasionó que aumente el óptimo contenido de humedad en todos los casos analizados, siendo los valor más bajo de 1.150 gr/cm^3 de densidad y el más alto de como humedad óptima un 15.40% al aplicarse de 3% de cal como se aprecia en TP-4, para el caso de OH ocurre el mismo caso teniendo una densidad más baja de 0.888 gr/cm^3 al aplicarse 40% de cal y un aumento del óptimo contenido de humedad siendo de 84%.

Para el caso del suelo CH se obtuvo un incremento y una reducción en los casos estudiados tanto en su densidad como en su contenido de humedad óptima, siendo la densidad más alta de 1.650 gr/cm^3 al aplicarse 2% de cal, tal como se aprecia en la TP-10, pero la reducción en su humedad de 20.81% al aplicarse el mismo porcentaje de cal, y para el caso de AC-3, se incrementa su óptimo contenido de humedad siendo el más alto 40% al aplicarse 6% de cal, y su densidad más baja de 1.248 gr/cm^3 al aplicarse el mismo porcentaje, y para los suelos MH se obtuvo una reducción en su densidad siendo esta de 1.425 gr/cm^3 al aplicarse 10% de cal, lo que aumentó su humedad en 29.43%.

Y finalmente se tiene el Ensayo de Capacidad de Soporte, el cual determina la resistencia del suelo, según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Geotecnia y Pavimentación, al aplicarle cal al suelo, se logra incrementar de la capacidad portante del suelo, así como también reduce el potencial de expansión, se obtiene un mayor porcentaje de CBR en la TM-2, que tiene como suelo una arcilla orgánica (OH), siendo 140% de CBR al aplicarle 40% de cal, mientras que el AC-3, con un suelo limo inorgánico (MH), se obtiene la menor capacidad de soporte, siendo 0.58% al aplicarle 6% de cal a la muestra, así mismo en los suelos CL Y CH al

aplicar diferentes proporciones este aumenta la capacidad de soporte, pero las proporciones de cal que tienen mejor resultados en estos suelos se da entre 4% y 6% de cal.

VI. CONCLUSIÓN

1. En base al análisis de los trabajos previos y artículos científicos, se determinó las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural, con la finalidad de saber a qué tipo de suelo es que se realizó la estabilización, con la ayuda de las fichas documentales se logró determinar que las propiedades física de los suelos que más predominaron de las trece investigaciones analizadas, dio como resultado un 43% para arcillas de alta plasticidad y 43% para arcillas de baja plasticidad esto se debe a que se los suelos que más se recomienda estabilizar pertenecen a esta ámbito de las arcillas y para la propiedades mecánica, el ensayo de CBR dio como resultado que para las arcillas de alta plasticidad, un 6% el mayor y 1.93% el menor, para el caso de las arcillas de baja plasticidad el CBR dio 2.55% el mayor y 1.93% el menor, al tener presencia de este tipo de suelo con un índice de CBR menor del 6%, se concluye que dichos suelos son considerados como suelos pobres e inadecuados para ser utilizados en un pavimento a nivel de subrasante.
2. En lo referente a la adición de cal al suelo, según los estudios analizados previamente se llegó a la conclusión de que el índice de plasticidad disminuye en gran proporción con la adición de 6% cal para suelos CL Y OH, por otra parte, la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de acuerdo al análisis de las investigaciones se determinó que al añadir más porcentaje de cal baja la densidad y aumenta el óptimo contenido de humedad, esto se debe a que la cal es un material muy fino y con baja densidad, y para los suelos CH se infiere que del 6% al 9% se logra obtener resultados positivos al disminuir en índice de plasticidad, y en lo que concierne a la relación densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad se analizó que al añadir estos porcentajes de cal aumenta la densidad máxima así como también la humedad óptima.

3. En lo que concierne a la proporción óptima de cal, se analizó el ensayo California Bearing ratio (CBR) donde de todas las investigaciones el porcentaje que más se utilizó y dio mejores resultados fue 6% cabe indicar que este porcentaje se encuentra entre el límite que estipula en manual CE:020 y puede ser utilizado en suelos que tengan propiedades similares.

VII. RECOMENDACIÓN

1. Dentro del trabajo de investigación se observaron distintos ensayos realizados al suelo cal, pero no les dieron mucha importancia a las propiedades químicas, por ende, se recomienda a futuros investigadores que tengan en cuenta los ensayos como sales solubles, pH, entre otros; la complementación de estos ensayos nos otorgaría un mejor panorama del comportamiento del suelo frente a la estabilización con cal.
2. Se recomienda que para futuras investigaciones deben orientarse en analizar el comportamiento que tienen otros materiales como agentes estabilizadores sobre distintos tipos de suelos y así ver de qué manera influyen sus resultados, y como la unión de varios antecedentes pueden aportar un nuevo conocimiento científico.
3. Se recomienda realizar más estabilizaciones a nivel de subrasante con cal hidratada, ya que esta presenta mejores resultados a diferencia de la cal viva, al tener más ventajas con respecto al otro tipo de cal, según lo analizado en esta investigación.

REFERENCIAS

- BALESTRINI ACUÑA, Mirian. 2006.** *Cómo se elabora el Proyecto de Investigación.* Caracas, Venezuela : s.n., 2006.
- Baptista, Hernandez. 2014.** *Metodología de la investigación.* Mexico : s.n., 2014.
- CAAMAÑO MURILLO, Iván Alberto. 2016.** *Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente.* Bogotá : s.n., 2016.
- CASTILLO PARRA, Byron Fernando. 2017.** *Estabilización se suelos arcillosos de macas con valores de CBR inferiores al 5% y límites líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como subrasante en carreteras.* Cuenca : s.n., 2017.
- CUADROS SURICHAQUI, Claudia María. 2016.** *Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016.* Junín : Universidad Peruana Los Andes (UPLA), 2016.
- DÍAZ VÁSQUEZ, Fernando. 2018.** *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera DV San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018.* Lima : s.n., 2018.
- DULZAIDES, MARIA. 2004.** *Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso.* La Habana : s.n., 2004.
- GUAMÁN ILER, Israel Isaías. 2016.** *Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (Cal y Cloruro de Sodio).* Ambato : s.n., 2016.
- HERNÁNDEZ LARA, Josué Aristides y MEJÍA RAMÍREZ, David Remberto y ZELAYA AMAYA, César Eduard. 2016.** *Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de El Salvador.* El Salvador : s.n., 2016.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014.** *Metodología de la Investigación.* Mexico : s.n., 2014. 6°.
- HERZ, William. 2004.** *manual: lime stabilization & lime modification.* 2004.
- Hurtado León , Ivan y Toro Garrido, Josefina. 1998.** *Metodología de la Investigación Holística.* Caracas, Venezuela : s.n., 1998.
- JARA ANYAYPOMA, Robinson. 2014.** *Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso, en la ciudad de Cajamarca - Perú, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería Civil.* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), 2014.

MAMANI BARRIGA, Lux Eva y YATACO QUISPE, Alejandro Jesús. 2017. *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho.* Lima : s.n., 2017.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2014. Suelos y Pavimentos. [aut. libro] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.* Lima : s.n., 2014.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2006. *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima : s.n., 2006.

MOALE QUISPE, Alexandra Brigitte y RIVERA JUSTO, Ebdy Josias. 2019. *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica, en la ciudad de Lima - Perú.* Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2019.

RAMOS HINOJOSA, Gabriel Paul. 2014. *Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014, en la ciudad de Huancayo - Perú.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), 2014.

RODRIGUEZ URIBE, Juan Carlos. 2018. *Abatimiento de la expansión mediante la modificación de suelos y aplicación de cargas, en la ciudad de Querétaro - México.* Querétaro - México : s.n., 2018.

SÁNCHEZ ALBÁN, María Angélica. 2014. *Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del Cantón Tosagua Provincia de Manabí.* Quito : s.n., 2014.

The effect of the usage of sawdust and quiklime shear strength behaviour of clayey silt soil. **Jasim, Omar Hamdi. 2016.** Estambul : s.n., 2016.

ULLOA LÓPEZ, Horacio. 2015. *Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí - Rivas, en la ciudad de Nicaragua.* Managua, Nicaragua : s.n., 2015.


ANEXOS

ANEXO 01. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES


VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
CAL	En lo que concierne a la cal, esta es conocida como Óxido de Calcio (CaO), este genera un incremento de resistencia al suelo. (Ministerio de Vivienda, 2006).	Se realizó el análisis de los resultados de los ensayos al aplicar la cal al suelo natural para la obtención de sus propiedades de los trabajos previos en estudio, el cual se utilizó la ficha documental.	Estudio de mecánica de suelo	Límites de Atterberg	Razón
		Aquí se determinó la proporción óptima de la cal para la aplicación a la subrasante de acuerdo a los resultados de los trabajos previos.		Proporción del estabilizador del suelo (Cal)	
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS	Para fines de pavimentación, es el tratamiento del suelo natural para mejorar sus propiedades de ingeniería, a través de procedimientos mecánicos, sustituyendo suelos o incorporando productos químicos naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones se realizan por lo general en suelos inadecuados o pobres. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)	Se analizó los estudios de mecánica de suelos de los trabajos previos para poder obtener el tipo de suelo que en el cual se está aplicando la cal para mejorar sus propiedades de ingeniería.	Estudio de mecánica de suelo	Límites de Atterberg	Razón
				Proctor Modificado	
				Humedad	
				Granulometría	Intervalo

Fuente: Elaboración Propia, 2020


ANEXO 02. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	<input style="width: 80%;" type="text"/>	FECHA	<input style="width: 80%;" type="text"/>	
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Titulo de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Nombre de tesistas				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Titulo de la tesis a evaluar				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	<input style="width: 80%;" type="text"/>	Profundidad	<input style="width: 80%;" type="text"/>	
4.1.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	<input style="width: 80%;" type="text"/>			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASHTO T-193)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
V. CRITERIOS TECNICOS				
OBSERVACIONES				
 DR. DIOMEDES MARCOS MARTÍN OYOLA ZAPATA DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES INGENIERO GEOLOGO CIP 85028				

Fotografía N° 1. Ficha Documental de las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (SUELO-CAL)									
N° FICHA:			<input type="text"/>		FECHA			<input type="text"/>	
I. DATOS DE LA TESIS									
1.1 Título de la tesis									
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.									
1.2 Nombre de tesis									
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga									
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR									
2.1 Título de la tesis a evaluar									
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar									
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS									
4.1 Datos de la extracción de la muestra									
N° de calicata			<input type="text"/>		Profundidad			<input type="text"/>	
N° de muestra			<input type="text"/>						
4.2 Datos de los ensayos realizados									
ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal				OBSERVACIONES	
	SI	NO		1	6	7	8		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)									
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)			IP						
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)									
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)			M.D.S (gr/cm ³)						
			O.C.H (%)						
V. CRITERIOS TÉCNICOS									
OBSERVACIONES									
<div style="text-align: right;">  DR. DIOMEDES MARCOS MARTÍN OYOLA ZAPATA DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES INGENIERO GEOLOGO CIP 85028 </div>									

Fotografía N° 2. Ficha Documental de las propiedades físicas y mecánicas del suelo - cal.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA							
N° FICHA:	<input style="width: 80%;" type="text"/>	FECHA	<input style="width: 80%;" type="text"/>				
I. DATOS DE LA TESIS							
1.1 Título de la tesis							
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.							
1.2 Nombre de tesistas							
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga							
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR							
2.1 Título de la tesis a evaluar							
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar							
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS							
4.1 Datos de la extracción de la muestra							
N° de calicata	<input style="width: 80%;" type="text"/>	Profundidad	<input style="width: 80%;" type="text"/>				
N° de muestra	<input style="width: 80%;" type="text"/>						
4.2 Datos de los ensayos realizados							
ENSAYOS	APLICACIÓN		Porcentaje de cal				OBSERVACIONES
	SI	NO	1	6	7	8	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)							
V. CRITERIOS TÉCNICOS							
OBSERVACIONES:							
 Erick May Chávez Bulnes INGENIERO CIVIL Reg.CIP. N° 154647							

Fotografía N° 3. Ficha Documental de la Capacidad de Soporte de suelo – cal.

ANEXO 05. VALIDACIÓN

7.1. Evaluación de las propiedades del suelo natural en los diversos trabajos previos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Diomedes Marcos Martin Oyola con DNI N° 03854639, Doctor en Ciencias Ambientales N.º CIP: 85028 de profesión Ingeniero Geólogo desempeñándome actualmente como ingeniero Residente.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos fichas documentales para evaluar en los diversos trabajos previos las propiedades física y mecánica del suelo natural de la tesis titulada "Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020" de los tesisistas LOPEZ CURAY, Olga Marlene y Zapata Fassio Juan Carlos.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Guía de Pautas Para Jóvenes Universitarios de la UCV-Piura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 10 días del mes de julio de Dos mil veinte.

DIOMEDES MARCOS MARTIN OYOLA
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 85028

Dr. : Diomedes Marcos Martin Oyola
DNI : 03854639
Especialidad : Ingeniero Geólogo
E-mail : moyolaz@yahoo.es

Fotografía N° 4. Constancia de Validación de las propiedades del suelo natural.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	01		FECHA	15/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Titulo de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Nombre de tesistas				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Titulo de la tesis a evaluar				
Abatimiento de la expansión mediante la modificación de suelos y aplicación de carga.				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
Ing. Juan Carlos Rodriguez Uribe				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	C - 1		Profundidad	1.50 m
4.1.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	M-1			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		CH	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla de alta plasticidad
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 40%	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X		
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.295 H.Optima: 33.2	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)		X		
Otros				
Ensayo de expansión de suelo (ASTM D4546 - 03)	X		10.58%	Expansión promedio del terreno natural el cual sera tratado con cal + una carga que varia desde 2 Tn a 6 Tn.
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
En el análisis de esta investigación el investigador realizo 1 calicata para obtener las muestras y así saber cuál son sus características para poder estabilizarla con cal y añadiendo una carga que varia desde 2Tn a 6 Tn.				
OBSERVACIONES				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 5. Análisis Documental del suelo natural de T - 1.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	01		FECHA	15/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Titulo de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Nombre de tesistas				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Titulo de la tesis a evaluar				
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.				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
Ing. Byron Fernando Castillo Parra				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	C - 1		Profundidad	1.80m
4.1.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	M-1			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		OH A-7-5	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla organica de alta plasticidad (OH), y la clasificacion AASTHO se indica que se encuentra en los grupos A-7-5
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 52.22%	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	X		184.99%	
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.059 H.Optima: 53	Datos que salieron al compactar la muestra al 60% de humedad
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		4.00%	Dicho valor es al 95%
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
Según como se ve en los cuadros ambas muestras extraídas presentan características inadecuadas las cuales necesitan ser estabilizadas teniendo en cuenta los criterios establecidos en los reglamentos.				
OBSERVACIONES				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 6. Análisis Documental del suelo natural de T - 2.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	01		FECHA	15/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Titulo de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Nombre de tesistas				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Titulo de la tesis a evaluar				
Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de el salvador.				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
Josué Arístides, Hernández Lara; David Remberto, Mejía Ramírez y César Eduardo Zelaya Amaya				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.2 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	C - 2		Profundidad	1.50 m
4.2.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	M - 1			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulometrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		CL A-7-5(20)	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla de baja plasticidad (CL) y la clasificación AASTHO se indica que se encuentra en el grupo A-7-5(20)
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 25%	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X		
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.750 H.Optima: 16.20	
Relacion de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		1.17	Dicho resultado de C.B.R. fue al 95%
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
Como se puede apreciar de los datos obtenidos del análisis, reflejó claramente dos tipos de suelo y el que predomina mas según SUCS es arcilla de baja plasticidad (CL), pero para el analisis del presente trabajo se tomó el suelo mas critico siendo este un suelo de arcilla de alta plasticidad (CH).				
OBSERVACIONES				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 7. Análisis Documental del suelo natural de T – 3 (CL).

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	01		FECHA	15/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Título de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Nombre de tesistas				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Título de la tesis a evaluar				
Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
Br. ALTAMIRANO NAVARRO, Genaro Jose y Br. DIAZ SANDINO, Axell Exequiel.				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	C - 1		Profundidad	2.00 m
4.1.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	variado			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		CL A-7-6	Fue una sola muestra la que se encontró en esta calicata
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 26%	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	X		28.00%	Se tomo como dato el promedio de humedad de todos los extractos
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.512 H.Optima: 21.0	Dato obtenido de la mezcla que realizaron de 5 muestras de diversas calicatas con características iguales.
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		G: 15.70 y M.C: 16.28	Para determinar el CBR se aplicaron 2 ensayos los cuales son Geogauge (G) y Martillo de Clegg (M.C)
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
Para el desarrollo de los ensayos que tomó el investigador fue el siguiente criterio el cual fue mezclar 5 muestras de 4 calicatas las cuales mostraron tener características similares.				
OBSERVACIONES				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 8. Análisis Documental del suelo natural de T – 4.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	02		FECHA	15/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Título de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Nombre de tesistas				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Título de la tesis a evaluar				
Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del Cantón Tosagua Provincia de Manabí				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
SÁNCHEZ ALBÁN, María Angélica				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	C - 1		Profundidad	1.00 m
4.1.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	M - 1			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		CH A-7-6	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla de alta plasticidad (CH), la cual se determinó por el abaco de casa grande y la clasificación AASTHO se indica que se encuentra en el grupo A-7-6
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 67.69%	Se ve un alto índice de plasticidad y según el manual del MTC indica al no ser menor a 12 se estabiliza con cal
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	X		25.09%	
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm ³) 1.355 H.Optima (%) 31.00	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)		X		
Otros				
Índice de expansividad lambe	X		1.585 kg/cm ²	
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
Como se puede apreciar de los datos obtenidos del análisis, reflejo claramente un suelo denominado Arcilla de alta plasticidad (CH), según SUCS, además se determinó el índice de expansividad de dicho suelo, el cual es 1.585 kg/cm ² .				
OBSERVACIÓN:				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 9. Análisis Documental del suelo natural de T – 5.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
Nº FICHA	01		FECHA	16/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Titulo de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Titulo de la tesis				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Titulo de la tesis a evaluar				
Estabilizacion quimica de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de villa rica.				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
MOALE QUISPE, Alexandra Brigitte y RIVERA JUSTO, Ebdy Josias				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos de la extracción de la muestra				
Nº de calicata	C - 1		Profundidad	1.50 m
4.1.1 Datos de los ensayos realizados				
Nº de muestra	M - 1			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulometrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		CL A-6(8)	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla de baja plasticidad (CL) y la clasificación AASTHO se indica que se encuentra en el grupo A-6(8)
Límites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 13.73%	Se ve un alto indice de plasticidad y según el manual del MTC indica al no ser menor a 12 se estabiliza con cal
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	X		13.40%	
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.85 H.Optima: 13.4	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		3.3	Dicho resultado de C.B.R. fue al 95%
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
Como se puede apreciar de los datos obtenidos del análisis, reflejo claramente un tipo de suelo según SUCS Arcilla de baja plasticidad (CL), por otro lado la capacidad de soporte (CBR) que tiene dicha zona estudiada, en promedio es de 3.3 al 95%.				
OBSERVACIÓN				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 10. Análisis Documental del suelo natural de T – 6.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	01		FECHA	16/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Titulo de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Titulo de la tesis				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Titulo de la tesis a evaluar				
Propuesta de estabilizacion con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su influencia en el pavimento rígido bajo la metodología AASHTO 93 aplicago al tramo 1 de la carretera Oyón- Ambo.				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
CHAVEZ ARBAYZA, Diego Marco Antonio y ODAR YABAR, Gabriela				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	C - 1		Profundidad	1.50m
4.1.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	M - 1			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulometrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		CL A-7-6(17)	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla de baja plasticidad (CL) y la clasificacion AASTHO se indica que se encuentra en los grupos A-7-6(17)
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 17%	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	X		18.02%	
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.802 H.Optima: 14.8	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		6	
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
Como se puede apreciar de los datos obtenidos del análisis, reflejo claramente un tipo de suelo según SUCS Arcilla de baja plasticidad (CL), por otro lado la capacidad de soporte (CBR) que tiene dicha zona estudiada, en promedio es de 6 esto indica que se trata de una subrasante regular.				
NOTA:				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 11. Análisis Documental del suelo natural de T – 7.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	01		FECHA	16/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Titulo de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Titulo de la tesis				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Titulo de la tesis a evaluar				
Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
Bach. Ing. Claudia María Cuadros Surichaqui				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	C - 1		Profundidad	1.50 m
4.1.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	M - 1			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		CL A-7-6	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla de baja plasticidad (CL), la cual se determinó por el abaco de casa grande y la clasificación AASTHO se indica que se encuentra en el grupo A-7-6
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 19.10%	Se ve un alto índice de plasticidad y según el manual del MTC indica al no ser menor a 12 se estabiliza con cal
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	X		18.02%	
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.65 H.Optima: 18.30	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		4.85	Dicho resultado de C.B.R. fue al 95%
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
Como se puede apreciar de los datos obtenidos del análisis, refleja claramente un tipo de suelo según SUCS Arcilla de baja plasticidad (CL), por otro lado la capacidad de soporte (CBR) que tiene dicha zona estudiada es de 4.85 esto indica que se trata de una subrasante pobre.				
OBSERVACIONES:				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 12. Análisis Documental del suelo natural de T – 8.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	01		FECHA	16/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Titulo de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Titulo de la tesis				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Titulo de la tesis a evaluar				
Mejoramiento de la subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polimeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014.				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
Bach. RAMOS HINOJOSA, Gabriel Paúl				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
N° de calicata	C - 3	Profundidad	1.50 m	
4.2.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	M - 2			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulometrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		CL A-6(12)	Según la clasificación SUCS se trata de Lima Arcillosa de baja plasticidad (CL) y la clasificación AASTHO se indica que se encuentra en el grupo A-6(12)
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 15.4%	Se ve un alto indice de plasticidad y según el manual del MTC indica al no ser menor a 12 se estabiliza con cal
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	X		19.70%	
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.94 H.Optima: 10.5	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		3.85	Dicho resultado de C.B.R. fue al 95%
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
Como se puede apreciar de los datos obtenidos del análisis, reflejo claramente un tipo de suelo según SUCS es arcillosa de baja plasticidad (CL), por otro lado la capacidad de soporte (CBR) que tiene dicha zona estudiada es de 3.85 esto indica que se trata de una subrasante pobre.				
OBSERVACIONES:				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 13. Análisis Documental del suelo natural de T – 9.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	01		FECHA	16/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Titulo de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Nombre de tesistas				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Titulo de la tesis a evaluar				
Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
Bach. Ing. Robinson Jara Anyaypoma				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	C - 1		Profundidad	1.50 m
4.1.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	M - 1			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		CH A-7-5(29)	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla de alta plasticidad (CH) y la clasificación AASTHO se indica que se encuentra en el grupo A-7-5(29)
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 36.87%	Se ve un alto indice de plasticidad y según el manual del MTC indica al no ser menor a 12 se estabiliza con cal
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X		
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.69 H.Optima: 16.8	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		2.55	Dicho resultado de C.B.R. fue al 95%
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
Como se puede apreciar de los datos obtenidos del análisis, reflejo claramente un tipo de suelo según SUCS Arcilla de alta plasticidad (CH), por otro lado la capacidad de soporte (CBR) que tiene dicha zona estudiada, es de 2.55% esto indica que se trata de una subrasante inadecuada.				
OBSERVACIONES				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 14. Análisis Documental del suelo natural de T – 10.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	01		FECHA	21/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Título de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Nombre de tesistas				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DEL ARTÍCULO CIENTÍFICO A EVALUAR				
2.1 Título del artículo científico a evaluar				
Utilization of fly and lime to stabilize the expansive soil and to sustain pollution free environment - An experimental study				
2.2 Autores del Artículo Científico a evaluar				
P. Indiramma, Ch. Sudharani y S. Needhidasan.				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	C - 1		Profundidad	0.50 - 2.50 m
4.1.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	M-1			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		CH	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla de alta plasticidad
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 39%	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X		En este artículo científico, los autores no consideraron necesario realizar este ensayo pero podemos apreciar el óptimo contenido de humedad en el ensayo proctor.
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.6 H.Optima: 18.2	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		26	En el Artículo Científico, se determinó dicho resultado en la unidad de kN/cm ²
Otros				
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
En el análisis de este artículo se realizó 1 calicata de 2;50 m de profundidad para obtener la muestras y así saber cuáles son las características del suelo natural para poder estabilizarlo con cal.				
OBSERVACIONES				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que han tenido los autores al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 15. Análisis Documental del suelo natural de AC - 1.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	01		FECHA	21/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Titulo de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Nombre de tesistas				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DEL ARTÍCULO CIENTÍFICO A EVALUAR				
2.1 Titulo del artículo científico a evaluar				
Improving the characteristics of dispersive subgrade soils using lime.				
2.2 Autores del Artículo Científico a evaluar				
BISRAT GISSILA, Gidday y SATYENDRA Mittal.				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	C - 2		Profundidad	1.50 m
4.1.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	M-1			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		MH	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla Orgánica
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 32.39%	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	X		34.67%	
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.66 H.Optima: 23.12	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		3	En el Artículo Científico, se determinó dicho resultado en la unidad de kN/cm2
Otros				
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
En el análisis de este artículo se realizó 5 calicata de 1.50 m de profundidad para obtener la muestras y así saber cuáles son las características del suelo natural para poder estabilizarlo con cal.				
OBSERVACIONES				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que han tenido los autores al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 16. Análisis Documental del suelo natural de AC – 2.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	01		FECHA	21/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Titulo de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Nombre de tesistas				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DEL ARTÍCULO CIENTÍFICO A EVALUAR				
2.1 Titulo del artículo científico a evaluar				
Expansion reduction of clayey soils through surcharge application and lime treatment.				
2.2 Autores del Artículo Científico a evaluar				
LÓPEZ LARA, T.; HERNÁNDEZ ZARAGOZA, J. B.; HORTA RANGEL, J.; ROJAS GONZÁLEZ, E.; LÓPEZ AYALA, S.; CASTAÑO, V. M.				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	C - 1		Profundidad	1.50 m
4.1.1 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	M-1			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		CH	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla de alta plasticidad
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 40%	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	X		34.67%	
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.30 H.Optima: 33.2	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)		X		No se apreció el ensayo de CBR, pero sí el ensayo de expansividad, el cual era su propósito primordial;
Otros				
Ensayo de Expansividad (%)	X		10.58	En este ensayo se determina el porcentaje de expansión que presenta el suelo al ser humectado.
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
En el análisis de este artículo se realizó 1 calicata de 1.50 m de profundidad para obtener la muestra y así saber cuáles son las características del suelo natural para poder estabilizarlo con cal.				
OBSERVACIONES				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que han tenido los autores al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 17. Análisis Documental del suelo natural de AC – 3.

7.2. Evaluación de las propiedades del suelo - cal en los diversos trabajos previos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Diomedes Marcos Martín Oyola con DNI N° 03854639, Doctor en Ciencias Ambientales N.º CIP: 85028 de profesión Ingeniero Geólogo desempeñándome actualmente como ingeniero residente.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos ficha documental para analizar la mecánica de suelos en trabajos previos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante de la tesis titulada "Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020" de los tesisistas LOPEZ CURAY, Olga Marlene y Zapata Fassio Juan Carlos.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Guía de Pautas Para Jóvenes Universitarios de la UCV-Piura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 10 días del mes de julio de Dos mil veinte.

DIOMEDES MARCOS MARTÍN OYOLA DNI N°
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 85028

Dr. : Diomedes Marcos Martín Oyola
DNI : 03854639
Especialidad : Ingeniero Geólogo
E-mail : moyolaz@yahoo.es

Fotografía N° 18. Constancia de validación de las propiedades del suelo - cal.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (SUELO-CAL)								
N° FICHA:	01			FECHA	17/05/2020			
I. DATOS DE LA TESIS								
1.1 Titulo de la tesis								
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.								
1.2 Nombre de tesis								
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga								
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR								
2.1 Titulo de la tesis a evaluar								
Abatimiento de la expansión mediante la modificación de suelos y aplicación de carga.								
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar								
Ing. Juan Carlos Rodriguez Uribe								
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS								
4.1 Datos del estabilizante								
Tipo de Cal <input type="text" value="Cal Hidratada"/>								
4.2 Datos de la extracción de la muestra								
N° de calicata <input type="text" value="C - 1"/> Profundidad <input type="text" value="2.00 m"/>								
N° de muestra <input type="text" value="M - 1"/>								
4.3 Datos de los ensayos realizados								
ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal				OBSERVACIONES
	SI	NO		2	4	6	8	
Análisis granulometrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X			CH	CL-OL	CL		El material cambia de CH a CL al aplicar 6% de cal al terreno natural
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP	26.00	18	13		Este dato que se tomó de la investigación previa corresponde al porcentaje de cal que tuvo un mayor incremento en el CBR.
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X						
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm3)	1.285	1.280	1.245		
			O.C.H (%)	34	37	39		
V. CRITERIOS TÉCNICOS								
Para esta ficha documental el cual se analizó el estudio de mecánica de suelo al añadir cal, se tuvo en cuenta los altos porcentajes de cal y se observo los resultados del investigador para determinar el porcentaje mas favorable								
OBSERVACIONES								
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.								

Fotografía N° 19. Análisis Documental del suelo - cal de T – 1.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	01		FECHA	15/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Titulo de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Nombre de tesis				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Titulo de la tesis a evaluar				
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.				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
Ing. Byron Fernando Castillo Parra				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos del estabilizante				
Tipo de Cal	Cal Viva			
4.2 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata	C - 1	Profundidad	1.80m	
4.3 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra	M-1			
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		OH A-7-5	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla orgánica de alta plasticidad (OH), y la clasificación AASTHO se indica que se encuentra en los grupos A-7-5
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 52.22%	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	X		184.99%	
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		Densidad: 1.059 H.Optima: 53	Datos que salieron al compactar la muestra al 60% de humedad
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		4.00%	Dicho valor es al 95%
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
Según como se ve en los cuadros ambas muestras extraídas presentan características inadecuadas las cuales necesitan ser estabilizadas teniendo en cuenta los criterios establecidos en los reglamentos.				
OBSERVACIONES				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 20. Análisis Documental del suelo - cal de T – 2.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (SUELO-CAL)							
N° FICHA:	02			FECHA	17/05/2020		
I. DATOS DE LA TESIS							
1.1 Título de la tesis							
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.							
1.2 Nombre de tesistas							
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga							
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR							
2.1 Título de la tesis a evaluar							
Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de el salvador.							
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar							
Josué Aristides, Hernández Lara; David Remberto, Mejía Ramírez y César Eduardo Zelaya Amaya							
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS							
4.1 Datos de la extracción de la muestra							
Tipo de cal	Cal Hidratada						
4.1 Datos de la extracción de la muestra							
N° de calicata	C - 2			1.50 m			
N° de muestra	m 1						
4.2 Datos de los ensayos realizados							
ENSAYOS	APLICACIÓN			Cal (%)			OBSERVACIONES
	SI	NO		4	5	6	
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X						Redujo en un 5.51% las partículas finas del suelo
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP				NO PLASTICO
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X					
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm3)		1.57		
			O.C.H (%)		19.4		
V. CRITERIOS TÉCNICOS							
Para esta ficha documental el cual se analizó el estudio de mecánica de suelo al añadir cal, se tomo de las muestras analizadas anteriormente la más crítica y así determinar su reacción al estabilizarla con cal.							
OBSERVACIONES							
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.							

Fotografía N° 21. Análisis Documental del suelo - cal de T – 3.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (SUELO-CAL)									
N° FICHA:	02			FECHA	17/05/2020				
I. DATOS DE LA TESIS									
1.1 Titulo de la tesis									
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.									
1.2 Nombre de tesistas									
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga									
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR									
2.1 Titulo de la tesis a evaluar									
Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas									
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar									
Br. ALTAMIRANO NAVARRO, Genaro Jose y Br. DIAZ SANDINO, Axell Exequiel.									
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS									
4.1 Datos del estabilizante									
Tipo de Cal		Cal Hidratada							
4.2 Datos de la extracción de la muestra									
N° de calicata		C - 1			2.00 m				
N° de muestra		variado							
4.3 Datos de los ensayos realizados									
ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal					OBSERVACIONES
	SI	NO		3	6	9	12	15	
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)		X							
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP	14.00	12	9	13		Este dato que se tomó de la investigación previa corresponde al porcentaje de cal que tuvo un mayor incremento en el CBR.
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X							
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm ³)	1.15	1.60	1.603	1.597		
			O.C.H (%)	15.4	14.9	35	37		
V. CRITERIOS TÉCNICOS									
Para esta ficha documental el cual se analizó el estudio de mecánica de suelo al añadir cal, se analizó cual de todos los porcentajes añadidos dio un mejor resultado sabiendo que la muestra que se tomó para ser estabilizada fue la mezcla de 5 extractos los cuales tenían características similares.									
OBSERVACIONES									
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.									

Fotografía N° 22. Análisis Documental del suelo - cal de T – 4.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO AL TERRENO NATURAL				
N° FICHA	02		FECHA	15/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS				
1.1 Título de la tesis				
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.				
1.2 Nombre de tesistas				
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga				
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR				
2.1 Título de la tesis a evaluar				
Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del Cantón Tosagua Provincia de Manabí				
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar				
SÁNCHEZ ALBÁN, María Angélica				
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS				
4.1 Datos del estabilizante				
Tipo de Cal		Cal Viva		
4.2 Datos de la extracción de la muestra				
N° de calicata		C - 1	Profundidad	1.00 m
4.3 Datos de los ensayos realizados				
N° de muestra		M - 1		
ENSAYOS	APLICACIÓN		RESULTADO DEL ENSAYO APLICADO	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X		CH A-7-6	Según la clasificación SUCS se trata de Arcilla de alta plasticidad (CH), la cual se determinó por el abaco de casa grande y la clasificación AASTHO se indica que se encuentra en el grupo A-7-6
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP: 67.69%	Se ve un alto índice de plasticidad y según el manual del MTC indica al no ser menor a 12 se estabiliza con cal
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	X		25.09%	
Relación densidad / Humedad (Proctor modificado) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm3) 1.355 H.Optima (%) 31.00	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)		X		
Otros				
Índice de expansividad lambe	X		1.585	Dicho ensayo determina la expansión del suelo, con 3%, 5% y 7% de cal.
V. CRITERIOS TÉCNICOS				
Como se puede apreciar de los datos obtenidos del análisis, reflejo claramente un suelo denominado Arcilla de alta plasticidad (CH), según SUCS, además se determinó el índice de expansividad de dicho suelos a 2 horas y 24 horas.				
OBSERVACIÓN:				
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.				

Fotografía N° 23. Análisis Documental del suelo - cal de T – 5.

**FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS
EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (SUELO-CAL)**

N° FICHA:

02

FECHA

18/05/2020

I. DATOS DE LA TESIS

1.1 Titulo de la tesis

Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.

1.2 Titulo de la tesis

ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga

II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR

2.1 Titulo de la tesis a evaluar

Estabilizacion quimica de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vias terrestres de la localidad de villa rica.

2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar

MOALE QUISPE, Alexandra Brigitte y RIVERA JUSTO, Ebdy Josias

IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

4.1 Datos del estabilizante

Tipo de Cal

Cal Hidratada

4.2 Datos de la extracción de la muestra

N° de calicata

C - 1

1.50 m

N° de muestra

m 1

4.3 Datos de los ensayos realizados

ENSAYOS	APLICACIÓN			PORCENTAJE DE CAL			OBSERVACIONES
	SI	NO		9	15	21	
Análisis granulometrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)		X					
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP	6.27	2.99	1.78	Este dato que se tomó de la investigación previa corresponde al porcentaje de cal que tuvo un mayor incremento en el CBR
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X					
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm3)	1.87	1.89	1.88	
			O.C.H (%)	14.6	14	16.6	

V. CRITERIOS TÉCNICOS

Para esta ficha documental el cual se analizó el estudio de mecánica de suelo al añadir cal, se tomo de las muestras analizadas anteriormente la más crítica para determinar de dicha tesis que esta siendo evaluada, su reacción al estabilizarla con cal en diferentes porcentajes y tomar la más favorable que le resultado a la investigadora.

OBSERVACIONES:

Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.

Fotografía N° 24. Análisis Documental del suelo - cal de T – 6.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (SUELO-CAL)						
N° FICHA:	02			FECHA	18/05/2020	
I. DATOS DE LA TESIS						
1.1 Titulo de la tesis						
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.						
1.2 Titulo de la tesis						
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga						
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR						
2.1 Titulo de la tesis a evaluar						
Propuesta de estabilizacion con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su influencia en el pavimento rigido bajo la metodologia AASHTO 93 aplicago al tramo 1 de la carretera Oyón- Ambo.						
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar						
CHAVEZ ARBAYZA, Diego Marco Antonio y ODAR YABAR, Gabriela						
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS						
4.1 Datos del estabilizante						
Tipo de Cal	Cal Hidratada					
4.2 Datos de la extracción de la muestra						
N° de calicata	C - 1		Profundidad	1.50 m		
N° de muestra	m 1					
4.3 Datos de los ensayos realizados						
ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal		OBSERVACIONES
	SI	NO		7	10	
Análisis granulometrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)		X				
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)			IP	20	23	Este dato que se tomó de la investigación previa corresponde al porcentaje de cal que tuvo un mayor incremento en el CBR
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X				
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm3)	1.852	1.893	
			O.C.H (%)	15.3	15.9	
V. CRITERIOS TÉCNICOS						
Para esta ficha documental el cual se analizó el estudio de mecánica de suelo al añadir cal, se tomo de las muestras analizadas anteriormente la más crítica para determinar de dicha tesis que esta siendo evaluada, su reacción al estabilizarla con cal en diferentes porcentajes y tomar la mas favorable que le resultado a la investigadora.						
OBSERVACIONES:						
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.						

Fotografía N° 25. Análisis Documental del suelo - cal de T – 7.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (SUELO-CAL)									
N° FICHA:			02		FECHA:				18/05/2020
I. DATOS DE LA TESIS									
1.1 Título de la tesis									
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.									
1.2 Nombre de tesis									
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga									
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR									
2.1 Título de la tesis a evaluar									
Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016									
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar									
Bach. Ing. Claudia María Cuadros Surichaqui									
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS									
4.1 Datos del estabilizante									
Tipo de Cal			Cal Hidratada						
4.2 Datos de la extracción de la muestra									
N° de calicata			C - 1		Profundidad		1.50 m		
N° de muestra			m 1						
4.3 Datos de los ensayos realizados									
ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal				OBSERVACIONES	
	SI	NO		1	3	5	7		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)		X							
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)			IP	4.2				Este dato que se tomó de la investigación previa corresponde al porcentaje de cal que tuvo un mayor incremento en el CBR.	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X							
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm3)	1.62	1.57	1.60	1.57		
			O.C.H (%)	15.4	15.6	14.9	15.4		
V. CRITERIOS TÉCNICOS									
Para esta ficha documental el cual se analizó el estudio de mecánica de suelo al añadir cal, se tomo de las muestras analizadas anteriormente la más crítica para determinar de dicha tesis que esta siendo evaluada, su reacción al estabilizarla con cal en diferentes porcentajes y tomar la mas favorable que le resultado a la investigadora.									
OBSERVACIONES									
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.									

Fotografía N° 26. Análisis Documental del suelo - cal de T – 8.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (SUELO-CAL)					
N° FICHA:	02		FECHA	18/05/2020	
I. DATOS DE LA TESIS					
1.1 Título de la tesis					
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.					
1.2 Título de la tesis					
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga					
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR					
2.1 Título de la tesis a evaluar					
Mejoramiento de la subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polimeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014.					
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar					
Bach. RAMOS HINOJOSA, Gabriel Paúl					
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS					
4.1 Datos del estabilizante					
Tipo de Cal	Cal Hidratada				
4.2 Datos de la extracción de la muestra					
N° de calicata	C - 1		Profundidad	1.50 m	
N° de muestra	m 1				
4.3 Datos de los ensayos realizados					
ENSAYOS	APLICACIÓN			% cal	OBSERVACIONES
	SI	NO		5.5	
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)		X			
Límites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)		X	IP	4.1	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X			
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm ³)	1.839	
			O.C.H (%)	12.9	
V. CRITERIOS TÉCNICOS					
Se llevo a este resultado de 5.5% con la prueba de Eades-Grim el cual es un ensayo que se toma diferentes proporciones, dandonos el óptimo de cal que se debe adicionar.					
OBSERVACIONES:					
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.					

Fotografía N° 27. Análisis Documental del suelo - cal de T – 8.

**FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS
EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (SUELO-CAL)**

Nº FICHA:

02

FECHA

18/05/2020

I. DATOS DE LA TESIS

1.1 Título de la tesis

Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.

1.2 Nombre de tesis

ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga

II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR

2.1 Título de la tesis a evaluar

Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso

2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar

Bach. Ing. Robinson Jara Anyapoma

IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

4.1 Datos del estabilizante

Tipo de Cal

Cal Hidratada

4.2 Datos de la extracción de la muestra

Nº de calicata

C - 1

1.50 m

Nº de muestra

m 1

4.3 Datos de los ensayos realizados

ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal			OBSERVACIONES
	SI	NO		2	4	6	
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)		X					
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP	31.44	9.56	9.23	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X					
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm ³)	1.65	1.59	1.55	
			O.C.H (%)	20.81	20.5	22.2	

V. CRITERIOS TÉCNICOS

Para esta ficha documental el cual se analizó el estudio de mecánica de suelo al añadir cal, se aprecia resultados favorables con la dosificación de 4% y 6% de cal añadida a dicho suelo.

OBSERVACIONES:

Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.

Fotografía N° 28. Análisis Documental del suelo - cal de T - 10.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (SUELO-CAL)						
Nº FICHA:	02			22/05/2020		
I. DATOS DE LA TESIS						
1.1 Título de la tesis						
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.						
1.2 Nombre de tesis						
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga						
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR						
2.1 Título de la tesis a evaluar						
Utilization of fly and lime to stabilize the expansive soil and to sustain pollution free environment - An experimental study						
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar						
P. Indiramma, Ch. Sudharani y S. Needhidasan.						
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS						
4.1 Datos del estabilizante						
Tipo de Cal	Cal Hidratada					
4.2 Datos de la extracción de la muestra						
Nº de calicata	C - 1		Profundidad	0,50 - 2,50 m;		
Nº de muestra	M - 1					
4.3 Datos de los ensayos realizados						
ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal		OBSERVACIONES
	SI	NO		5	10	
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)		X				Este artículo científico no realizó el ensayo granulométrico al suelo-cal, ya que no lo consideró necesario.
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP	26	21	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X				
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm ³)	1.620	1.540	
			O.C.H (%)	17	15	
V. CRITERIOS TÉCNICOS						
Para esta ficha documental el cual se analizó el estudio de mecánica de suelo al añadir cal, se tuvo en cuenta los altos porcentajes de cal y se observo los resultados del investigador para determinar el porcentaje mas favorable						
OBSERVACIONES						
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.						

Fotografía N° 29. Análisis Documental del suelo - cal de AC - 1.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (SUELO-CAL)								
N° FICHA:	02			22/05/2020				
I. DATOS DE LA TESIS								
1.1 Titulo de la tesis								
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.								
1.2 Nombre de tesistas								
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga								
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR								
2.1 Titulo de la tesis a evaluar								
Improving the characteristics of dispersive subgrade soils using lime.								
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar								
BISRAT GISSILA, Gidday y SATYENDRA Mittal.								
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS								
4.1 Datos del estabilizante								
Tipo de Cal <input type="text" value="Cal Hidratada"/>								
4.2 Datos de la extracción de la muestra								
N° de calicata <input type="text" value="C - 2"/> Profundidad <input type="text" value="1.50 m"/>								
N° de muestra <input type="text" value="M - 1"/>								
4.3 Datos de los ensayos realizados								
ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal				OBSERVACIONES
	SI	NO		3	5	7	9	
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)	X							Este artículo científico no realizo el ensayo granulométrico al suelo-cal, ya que no lo consideró necesario.
Límites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP	22.66	12.91	4.24	1.22	
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X						
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm3)	1.60	1.58	1.49	1.425	
			O.C.H (%)	24.66	25.06	27.33	29.43	
V. CRITERIOS TÉCNICOS								
Para esta ficha documental el cual se analizó el estudio de mecánica de suelo al añadir cal, se tuvo en cuenta los altos porcentajes de cal y se observo los resultados del investigador para determinar el porcentaje mas favorable								
OBSERVACIONES								
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.								

Fotografía N° 30. Análisis Documental del suelo - cal de AC - 2.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (SUELO-CAL)							
Nº FICHA:	02			22/05/2020			
I. DATOS DE LA TESIS							
1.1 Título de la tesis							
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.							
1.2 Nombre de tesis							
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga							
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR							
2.1 Título de la tesis a evaluar							
Expansion reduction of clayey soils through surcharge application and lime treatment.							
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar							
LÓPEZ LARA, T.; HERNÁNDEZ ZARAGOZA, J. B.; HORTA RANGEL, J.; ROJAS GONZÁLEZ, E.; LÓPEZ AYALA, S.; CASTAÑO, V. M.							
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS							
4.1 Datos del estabilizante							
Tipo de Cal	Cal Viva						
4.2 Datos de la extracción de la muestra							
Nº de calicata	C - 1			Profundidad	1.50 m		
Nº de muestra	M - 1						
4.3 Datos de los ensayos realizados							
ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal			OBSERVACIONES
	SI	NO		2	4	6	
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-27, T-88)		X					Este artículo científico no realizó el ensayo granulométrico al suelo-cal, ya que no lo consideró necesario.
Limites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)	X		IP	26	18	13	Como se aprecia, el suelo- cal con 6% de cal, obtiene el menor porcentaje de IP;
Contenido de Humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)		X					
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		M.D.S (gr/cm3)	1.284	1.280	1.248	Asimismo, se observa que con 6% de cal alcanza su mas alto nivel compactación.
			O.C.H (%)	35	37	40	
V. CRITERIOS TÉCNICOS							
Para esta ficha documental el cual se analizó el estudio de mecánica de suelo al añadir cal, se tuvo en cuenta los porcentajes de cal y se observó los resultados del investigador para determinar el porcentaje más favorable, que en este caso es el 6% de cal.							
OBSERVACIONES							
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.							

Fotografía N° 31. Análisis Documental del suelo - cal de AC - 3.

Analizar la capacidad de soporte, de acuerdo a la proporción de cal aplicada en los trabajos previos.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN


Yo, Erick May Chávez Bulnes con DNI N° 18222489 , Magister en Transportes y Conservación Vial N.º CIP:154647 de profesión Ingeniero civil desempeñándome actualmente como ingeniero residente de obra y consultor

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos ficha documental para analizar la capacidad de soporte, de acuerdo a la proporción de la cal más aplicada en los trabajos previos para la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante de la tesis titulada "Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020" de los tesisistas LOPEZ CURAY, Olga Marlene y Zapata Fassio Juan Carlos.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Guía de Pautas Para Jóvenes Universitarios de la UCV-Piura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 10 días del mes de julio de Dos mil veinte.


Erick May Chávez Bulnes
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 154647

Dr. : Eric May Chavez ~~Bulnes~~ **Bulnes**
 DNI : 18222489
 Especialidad : Ingeniero civil
 E-mail : te1511.consultoria@gmail.com

Fotografía N° 32. Constancia de validación de la capacidad de soporte del suelo - cal.

**FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS
EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA**

N° FICHA:

03

FECHA

19/05/2020

I. DATOS DE LA TESIS

1.1 Título de la tesis

Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.

1.2 Nombre de tesistas

ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga

II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR

2.1 Título de la tesis a evaluar

Abatimiento de la expansión mediante la modificación de suelos y aplicación de carga.

2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar

Ing. Juan Carlos Rodriguez Uribe

IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

4.1 Datos de la extracción de la muestra

N° de calicata

C - 1

Profundidad

2.00 m

N° de muestra

M - 1

4.2 Datos de los ensayos realizados

ENSAYOS	APLICACIÓN		Porcentaje de cal			OBSERVACIONES
	SI	NO	2	4	6	
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)		X				
Ensayo de expansión de suelo (ASTM D4546 - 03)	X		5.47	2.74	0.06	Para dicho suelo en particular el porcentaje de 6% de cal, arrojó resultados favorables

V. CRITERIOS TÉCNICOS

No se desarrolló el ensayo de CBR directamente ya que lo que buscaba el investigador era determinar la reducción de la expansividad del suelo el cual fue un suelo arcilloso de alta plasticidad (CH), para ello aplico el ensayo de expansión de suelo (ASTM D4546 – 03).

OBSERVACIONES:

Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.

Fotografía N° 33. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 1.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA									
N° FICHA:		03			FECHA		19/05/2020		
I. DATOS DE LA TESIS									
1.1 Título de la tesis									
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.									
1.2 Nombre de tesistas									
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga									
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR									
2.1 Título de la tesis a evaluar									
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.									
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar									
Ing. Byron Fernando Castillo Parra									
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS									
4.1 Datos de la extracción de la muestra									
N° de calicata		C - 1			2.00 m				
N° de muestra		variado							
4.2 Datos de los ensayos realizados									
ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal					OBSERVACIONES
	SI	NO		10	20	30	40	50	
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		98%	58.00	75.00	106.00	140.00		CBR determinado al 98%, sumergido durante siete días
V. CRITERIOS TÉCNICOS									
Se ve un claro incremento significativo al añadir 40% de cal, pero se debe tener en cuenta lo estipulado en el reglamento antes de estabilizar con cal.									
OBSERVACIONES:									
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.									

Fotografía N° 34. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 2.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA							
N° FICHA:	03		FECHA	19/05/2020			
I. DATOS DE LA TESIS							
1.1 Titulo de la tesis							
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.							
1.2 Nombre de tesistas							
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga							
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR							
2.1 Titulo de la tesis a evaluar							
Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de el salvador.							
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar							
Josué Arístides, Hernández Lara; David Remberto, Mejía Ramírez y César Eduardo Zelaya Amaya							
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS							
4.1 Datos de la extracción de la muestra							
N° de calicata	C - 2		Profundidad	1.50 m			
N° de muestra	m 1						
4.2 Datos de los ensayos realizados							
ENSAYOS	APLICACIÓN			Cal (%)			OBSERVACIONES
	SI	NO		4	5	6	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		AI 95%		54		
V. CRITERIOS TÉCNICOS							
Se determinó el porcentaje optimó por medio del ensayo ASTM D 6276-99, el cual determina el PH y con ello da el porcentaje optimó de cal, el cual fue del 5% con respecto al peso seco del suelo.							
OBSERVACIONES:							
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.							

Fotografía N° 35. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 3.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA									
N° FICHA:	03			FECHA	19/05/2020				
I. DATOS DE LA TESIS									
1.1 Título de la tesis									
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.									
1.2 Nombre de tesistas									
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga									
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR									
2.1 Título de la tesis a evaluar									
Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas									
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar									
Br. ALTAMIRANO NAVARRO, Genaro Jose y Br. DIAZ SANDINO, Axell Exequiel.									
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS									
4.1 Datos de la extracción de la muestra									
N° de calicata	C - 1			Profundidad	2.00 m				
N° de muestra	variado								
4.2 Datos de los ensayos realizados									
ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal					OBSERVACIONES
	SI	NO		3	6	9	12	15	
Ensayo de la capacidad de carga	X		Geogauge	30.31	54.35	57.20	29.48		
			Martillo de Clegg	35.40	57.64	64.04	36.95		
			Expansión	6.30	4.70	3.10	5.50		
V. CRITERIOS TÉCNICOS									
Se ve un claro incremento al añadir 9% de cal, lo cual se tomó como dato porcentual que para estos tipos de suelos dara un mejor resultado un 9% de cal.									
OBSERVACIONES:									
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.									

Fotografía N° 36. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 4.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA							
N° FICHA:	03		FECHA	19/05/2020			
I. DATOS DE LA TESIS							
1.1 Titulo de la tesis							
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.							
1.2 Nombre de tesistas							
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga							
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR							
2.1 Titulo de la tesis a evaluar							
Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del Cantón Tosagua Provincia de Manabí							
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar							
SÁNCHEZ ALBÁN, María Angélica							
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS							
4.1 Datos de la extracción de la muestra							
N° de calicata	C - 3		Profundidad	1.00 m			
N° de muestra	m 1						
4.2 Datos de los ensayos realizados							
ENSAYOS	APLICACIÓN		Und.	% Cal			OBSERVACIONES
	SI	NO		3	5	7	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)		X					
Indice de Expansividad de Lambe	X		Kg/cm2	0.821	0.735	0.654	
V. CRITERIOS TÉCNICOS							
Se ve una clara reducción al añadir 7% de cal, esto indica que este porcentaje para este tipo de suelo según SUCS (CH) y AASTHO A-7-6 se aplicara 7% de cal con respecto a su peso seco.							
OBSERVACIÓN:							
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.							

Fotografía N° 37. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 5.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA							
Nº FICHA:	03			20/05/2020			
I. DATOS DE LA TESIS							
1.1 Titulo de la tesis							
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.							
1.2 Titulo de la tesis							
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga							
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR							
2.1 Titulo de la tesis a evaluar							
Estabilizacion quimica de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vias terrestres de la localidad de villa rica.							
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar							
MOALE QUISPE, Alexandra Brigitte y RIVERA JUSTO, Ebdy Josias							
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS							
4.1 Datos de la extracción de la muestra							
Nº de calicata	C - 1			Profundidad	1.50 m		
Nº de muestra	m 1						
4.2 Datos de los ensayos realizados							
ENSAYOS	APLICACIÓN						OBSERVACIONES
	SI	NO		9	15	21	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		Al 95%	3.8	5.9	4.1	Para dosis mayores al 15% el valor del CBR decrece
V. CRITERIOS TÉCNICOS							
Se ve un claro incremento al añadir 9% de cal, esto indica que este porcentaje para este tipo de suelo según SUCS (CL) y AASTHO A-6(8) se aplicara 9% de cal con respecto a su peso seco.							
NOTA:							
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.							

Fotografía N° 38. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 6.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA						
N° FICHA:	03		FECHA	20/05/2020		
I. DATOS DE LA TESIS						
1.1 Título de la tesis						
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.						
1.2 Título de la tesis						
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga						
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR						
2.1 Título de la tesis a evaluar						
Propuesta de estabilización con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su influencia en el pavimento rígido bajo la metodología AASHTO 93 aplicago al tramo 1 de la carretera Oyón-Ambo						
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar						
CHAVEZ ARBAYZA, Diego Marco Antonio y ODAR YABAR, Gabriela						
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS						
4.1 Datos de la extracción de la muestra						
N° de calicata	C - 1		Profundidad	1.50 m		
N° de muestra	m 1					
4.2 Datos de los ensayos realizados						
ENSAYOS	APLICACIÓN			% cal		OBSERVACIONES
	SI	NO		7	10	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		Al 95%	31.8	43.3	
V. CRITERIOS TÉCNICOS						
Se ve un claro incremento al añadir 7% de cal, esto indica que este porcentaje para este tipo de suelo según SUCS (CL) y AASTHO A-7-6(17) se aplicara 7% de cal con respecto a su peso seco.						
NOTA:						
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.						

Fotografía N° 39. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 7.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA										
N° FICHA:			03			FECHA			20/05/2020	
I. DATOS DE LA TESIS										
1.1 Título de la tesis										
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.										
1.2 Nombre de tesistas										
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga										
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR										
2.1 Título de la tesis a evaluar										
Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016										
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar										
Bach. Ing. Claudia María Cuadros Surichaqui										
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS										
4.1 Datos de la extracción de la muestra										
N° de calicata			C - 1			1.50 m				
N° de muestra			m1							
4.2 Datos de los ensayos realizados										
ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal				OBSERVACIONES		
	SI	NO		1	3	5	7			
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		Al 95%	10.4	15.71	13.1	11.55			
V. CRITERIOS TÉCNICOS										
Se ve un claro incremento al añadir 3% de cal, esto indica que este porcentaje para este tipo de suelo según SUCS (CL) y AASTHO A-7-6 se aplicara 3% de cal con respecto a su peso seco.										
OBSERVACIONES:										
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.										

Fotografía N° 40. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 8.

**FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS
EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA**

N° FICHA:

03

20/05/2020

I. DATOS DE LA TESIS

1.1 Titulo de la tesis

Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.

1.2 Titulo de la tesis

ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga

II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR

2.1 Titulo de la tesis a evaluar

Mejoramiento de la subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polimeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014.

2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar

Bach. RAMOS HINOJOSA, Gabriel Paúl

IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

4.1 Datos de la extracción de la muestra

N° de calicata

C - 1

Profundidad

1.50 m

N° de muestra

m 1

4.2 Datos de los ensayos realizados

ENSAYOS	APLICACIÓN			% cal	OBSERVACIONES
	SI	NO		5.5	
Relación de capacidad de soport CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)			Al 95%	16.89	

V. CRITERIOS TÉCNICOS

Esto indica que este porcentaje para este tipo de suelo según SUCS (CL) y AASTHO A-4(6), A-4(0), A-6(12) y A-6(8) se aplicara 5.5% de cal con respecto a su peso seco.

NOTA:

Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.

Fotografía N° 41. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 9.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA							
N° FICHA:	03		FECHA	20/05/2020			
I. DATOS DE LA TESIS							
1.1 Título de la tesis							
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.							
1.2 Nombre de tesistas							
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga							
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR							
2.1 Título de la tesis a evaluar							
Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso							
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar							
Bach. Ing. Robinson Jara Anyaypoma							
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS							
4.1 Datos de la extracción de la muestra							
N° de calicata	C - 1			1.50 m			
N° de muestra	M 1						
4.2 Datos de los ensayos realizados							
ENSAYOS	APLICACIÓN			Porcentaje de cal			OBSERVACIONES
	SI	NO		2	4	6	
Relación de capacidad de soporte CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	X		Al 95%	7.5	11.48	10.75	
V. CRITERIOS TÉCNICOS							
Se ve un claro incremento al añadir 4% de cal, esto indica que este porcentaje para este tipo de suelo según SUCS (CH) y AASTHO A-7-5(29).							
OBSERVACIONES:							
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.							

Fotografía N° 42. Análisis Documental de la proporción de cal de la T – 10.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA						
N° FICHA:	03			23/05/2020		
I. DATOS DE LA TESIS						
1.1 Titulo de la tesis						
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.						
1.2 Nombre de tesis						
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga						
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR						
2.1 Titulo de la tesis a evaluar						
Utilization of fly and lime to stabilize the expansive soil and to sustain pollution free environment - An experimental study						
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar						
P. Indiramma, Ch. Sudharani y S. Needhidasan.						
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS						
4.1 Datos de la extracción de la muestra						
N° de calicata	C - 1		Profundidad	0.5 - 2.50 m		
N° de muestra	M - 1					
4.2 Datos de los ensayos realizados						
ENSAYOS	APLICACIÓN		Porcentaje de cal		OBSERVACIONES	
	SI	NO	5	10		
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		61;00	79;00	Para dicho suelo en particular el porcentaje de 5% de cal, arrojó resultados favorables	
V. CRITERIOS TÉCNICOS						
En el ensayo de CBR se determino el porcentaje de cal óptimo siendo 5% de cal						
OBSERVACIONES:						
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.						

Fotografía N° 43. Análisis Documental de la proporción de cal del AC - 1.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA							
N° FICHA:		03			23/05/2020		
I. DATOS DE LA TESIS							
1.1 Titulo de la tesis							
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.							
1.2 Nombre de tesistas							
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga							
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR							
2.1 Titulo de la tesis a evaluar							
Improving the characteristics of dispersive subgrade soils using lime.							
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar							
BISRAT GISSILA, Gidday y SATYENDRA Mittal.							
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS							
4.1 Datos de la extracción de la muestra							
N° de calicata		C - 2		Profundidad		1.50 m	
N° de muestra		M - 1					
4.2 Datos de los ensayos realizados							
ENSAYOS	APLICACIÓN		Porcentaje de cal				OBSERVACIONES
	SI	NO	3	5	7	9	
Relación densidad / Humedad (Proctor) (MTC E-115 / ASTM D1557, D 698 / AASHTO T-180)	X		3.7%	4.50%	5.20%	7.50%	Para dicho suelo en particular el porcentaje de 9% de cal, arrojó resultados favorables
V. CRITERIOS TÉCNICOS							
En el ensayo de CBR se determino el porcentaje de cal óptimo siendo 9% de cal							
OBSERVACIONES:							
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.							

Fotografía N° 44. Análisis Documental de la proporción de cal del AC - 2.

FICHA DOCUMENTAL DEL ANÁLISIS DE TRABAJOS PREVIOS EN LA DOSIFICACIÓN DE CAL MAS APLICADA						
N° FICHA:		03		23/05/2020		
I. DATOS DE LA TESIS						
1.1 Titulo de la tesis						
Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2020.						
1.2 Nombre de tesistas						
ZAPATA FASSIO, Juan Carlos y LOPEZ CURAY, Olga						
II. DATOS DE LA TESIS A EVALUAR						
2.1 Titulo de la tesis a evaluar						
Expansion reduction of clayey soils through surcharge application and lime treatment.						
2.2 Profesional responsable de la tesis a evaluar						
LÓPEZ LARA, T.; HERNÁNDEZ ZARAGOZA, J. B.; HORTA RANGEL, J.; ROJAS GONZÁLEZ, E.; LÓPEZ AYALA, S.; CASTAÑO, V. M.						
IV. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS						
4.1 Datos de la extracción de la muestra						
N° de calicata		C - 1		Profundidad		1.50 m
N° de muestra		M - 1				
4.2 Datos de los ensayos realizados						
ENSAYOS	APLICACIÓN		Porcentaje de cal			OBSERVACIONES
	SI	NO	2%	4%	6%	
Ensayo de Expansividad	X		5.47%	2.74%	0.58%	Para dicho suelo en particular el porcentaje de 6% de cal, arrojó resultados favorables, ya que su porcentaje de expansión es menor
V. CRITERIOS TÉCNICOS						
En el ensayo de Expansividad se determino el porcentaje de cal óptimo siendo 6% de cal, ya que es el que tiene menor porcentaje de expansión.						
OBSERVACIONES:						
Cabe indicar que se respeta todos los criterios que ha tenido el autor al realizar el estudio de mecánica de suelos y se analizó con el fin de generar un nuevo conocimiento científico en lo que respecta a la estabilización con cal (CaO) para fines de pavimentación a nivel de subrasante.						

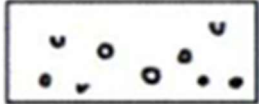





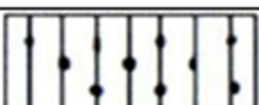


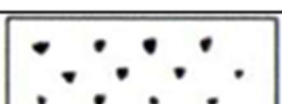

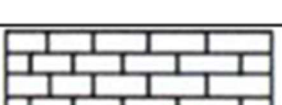

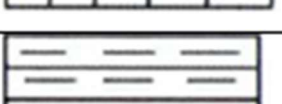
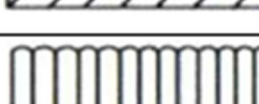
Fotografía N° 45. Análisis Documental de la proporción de cal del AC - 3.

Clasificación AASHTO.

Clasificación general	Material granular (35% o menos pasa el tamiz N° 200)							Materiales limo – arcillosos (Mas 35% pasa el tamiz N° 200)			
Grupos	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
Subgrupos	A - 1a	A - 1b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5 A - 7 - 6
Porcentaje que pasa el tamiz:											
N° 10 (2.00 mm)	50 máx.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 40 (0.425 mm)	30 máx.	50 máx.	51 máx.	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 200 (0.075 mm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 máx.	36 máx.	36 máx.	36 máx.
Características del material que pasa el tamiz N° 40 (0.425 mm):											
Límite Líquido	-	-	-	40 máx.	41 máx.	40 máx.	41 máx.	40 máx.	41 máx.	40 máx.	41 máx.
Índice de Plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 máx.	11 máx.	10 máx.	10 máx.	11 máx.	11 máx.
Terreno de fundación	Excelente a bueno							Regular a malo			









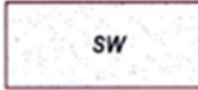

Fuente: Guía AASHTO, 1993.

Tabla 3. Simbología de Clasificación AASHTO.

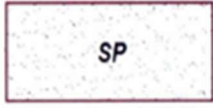



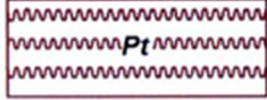
Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		Materia Orgánica
	A-2-6		Roca Sana
	A-2-7		Roca Desintegrada
	A-4		

Fuente: Guía AASHTO, 1993.

Tabla 4. Clasificación SUCS.

	<p>Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares</p>		<p>Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo.</p>
	<p>Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco a nada de material fino</p>		<p>Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa.</p>
	<p>Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa.</p>		<p>Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad.</p>
	<p>Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino.</p>		<p>Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra.</p>
	<p>Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios.</p>		<p>Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad.</p>

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales – Norma MTC E101.

	<p>Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. De tamaños con ausencia de partículas intermedias.</p>		<p>Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micácea o dialometacea, limo elástico.</p>
	<p>Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa.</p>		
	<p>Arcilla orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico.</p>		
	<p>Turba, suelo considerablemente orgánico.</p>		

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales – Norma MTC E101.

Tabla 6. Categorías de Subrasante.

Categorías de Sub rasante	CBR	Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : <u>Subrasante Inadecuada</u>	CBR < 3%	S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₁ : <u>Subrasante Pobre</u>	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%	S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₂ : <u>Subrasante Regular</u>	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%	S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo al Manual de Suelos y Pavimentos, 2014.

ANEXO 03: PRESUPUESTO MONETARIO DETALLADO

Tabla 7. *Presupuesto Monetario Detallado.*

Código Clasificador del MEF	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
2.6.32.31	Materiales y Útiles				
	Laptop HP	Und.	01	3,000.00	3,000.00
	Computadora	Und.	01	2,000.00	2,000.00
	Memoria USB 32 GB	Und.	01	30.00	30.00
	Calculadora	Und.	02	100.00	200.00
	Corrector	Und.	02	3.50	7.00
	Lapiceros	Und.	04	2.50	10.00
	Papel Bond	Mill	01	20	20.00
	Anillado	Und.	03	50	150
	Servicios				
2.3.21.21	Pasajes y Gastos de transporte	Viaje	05	10	50
2.3.22.44	Servicios de Internet y telefónica	Mes	05	80.00	400.00
TOTAL S/.					5,867.00

Fuente: Elaborada Propia, 2020.

Esta investigación estuvo financiada por los investigadores.