



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Propuesta de Estabilización con Cal para la Subrasante del Jr.
Villa Santa Rosa Cdra. I y II, Tarapoto 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Garibay Ramirez, Esteban (orcid.org/0000-0002-9542-2825)

Zuñiga del Aguila, Diego Mauricio(orcid.org/0000-0003-1692-119x)

ASESOR:

Fernández Valles, César Alfredo (orcid.org/0000-0002-8436-5327)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TARAPOTO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres por el apoyo incondicional y consejos para afrontar esta etapa muy importante de mi vida, porque sin ellos nada de esto fuera posible A mis hermanas por los momentos de felicidad y apoyo que me fortalecen como persona

Diego M. Zuñiga del Aguila

El presente proyecto de investigación, dedico las personas más importantes en mi vida, a mi madre, padre y hermanas, que son el motor para poder realizar este proyecto y muchas cosas más, y no pudo ser posible sin el apoyo incondicional de mi asesor Msc. Fernández Valles Cesar Alfredo, que desde ya estoy muy agradecido con él.

Garibay Ramírez, Esteban

Agradecimiento

En primer lugar, quiero agradecer a dios por darme las fuerzas para alcanzar una meta más en esta etapa muy importante de mi vida, a mis padres por el amor y apoyo incondicional.

Diego M. Zúñiga del Águila

Agradecer especialmente a mi asesor Msc. Fernández Valles Cesar Alfredo, por los aportes para la realización del presente proyecto de investigación, así mismo agradecer a mi familia por el apoyo moral y anímico del presente trabajo.

Garibay Ramírez, Esteban

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1 Tipo y diseño de investigación	21
3.2 Variable y Operacionalización	23
3.3 Población, muestra y muestreo	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.5 Procedimientos	27
3.6 Método de análisis de datos	28
3.7 Aspectos éticos.....	28
IV. RESULTADOS	24
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS	46

Índice de tablas

Tabla 1. Diseño experimental en diferentes porcentajes.....	22
Tabla 2. Técnica e Instrumentos de recolección de datos	27
Tabla 3. Presupuesto para equipos y bienes duraderos	29
Tabla 4. Presupuesto para materiales e insumos	30
Tabla 5. Presupuesto para asesorías especializadas y servicios.....	30
Tabla 6. Gastos operativos.....	31
Tabla 7. Resumen de gastos operativos	31
Tabla 8. Características físicas mecánicas del suelo natural	24
Tabla 9. Análisis Granulométrico de la C1 y C2	25
Tabla 10. Límites de Atterberg del suelo natural	27
Tabla 11. Ensayo de Proctor modificado del suelo natural	28
Tabla 12. Diseño de mezcla	29
Tabla 13. Resumen de las características físico – mecánicas de la estabilización de suelos con cal 0% (patrón)	30
Tabla 14. Resumen de las características físico – mecánicas de la estabilización de suelos con cal 3%	31
Tabla 15. Resumen de las características físico – mecánicas de la estabilización de suelos con cal 5%	32
Tabla 16. Resumen de las características físico – mecánicas de la estabilización de suelos con cal 8%	33

Índice de figuras

Figura 1. Comportamiento de variable de investigación.....	21
Figura 2. Curva Granulométrica Calicata N° 01	25
Figura 3. Curva Granulométrica Calicata N° 02	26
Figura 4. Diseño de Mezcla con y sin Cal	29
Figura 5. Mezcla con cal al 0%.....	30
Figura 6. Mezcla con Cal al 3%.....	31
Figura 7. Mezcla con Cal al 5%.....	32
Figura 8. Mezcla con Cal al 8%.....	33

Resumen

El presente trabajo de investigación titulada “Propuesta de Estabilización con Cal para la Subrasante del Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II, Tarapoto 2022” tiene como objetivo proponer una solución del problema de transitividad agregando un aditivo como la cal, buscando mejorar las propiedades físico-química de aquella subrasante. La investigación es de tipo aplicada porque se indago en investigaciones de similares características y se fue profundizando en los conceptos claves para una mejor comprensión del tema investigado, mediante el respaldo de bibliografías y estudios previos. El diseño de la investigación es experimental y de tipo cuantitativo. El estudio se llevará a cabo mediante la realización de dos calicatas de 1.50 m de profundidad en la cuadra I y II del Jr. Villa Santa rosa para obtener las muestras patrón y así comparar la efectividad al incorporar la cal en porcentajes de 3%, 5% y 8% con el objetivo de conseguir una subrasante que cumpla con los parámetros del ensayo de CBR favorables para nuestra investigación científica.

Palabras claves: propuesta, estabilización, cal, propiedades físico-químicas.

Abstract

This research work entitled "Stabilization Proposal with Lime for the Subgrade of Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I and II, Tarapoto 2022" aims to propose a solution to the transitivity problem by adding an additive such as lime, seeking to improve the physical-chemical properties of that subgrade. The research is of an applied type because research with similar characteristics was investigated and the key concepts for a better understanding of the subject under investigation were deepened, through the support of bibliographies and previous studies. The research design is experimental and quantitative. The study will be carried out by conducting two test pits 1.50 m deep in blocks I and II of Jr. Villa Santa Rosa to obtain the standard samples and thus compare the effectiveness of incorporating lime in percentages of 3%, 5 % and 8% with the aim of achieving favorable results for our scientific research.

Keywords: proposal, stabilization, lime, physical-chemical properties.

I. INTRODUCCIÓN

Se presenta como realidad problemática, en el **ámbito internacional**, que las carreteras llevan un reconocimiento muy valorado para el crecimiento de un país, es por ello que se realizan trabajos de reforzamiento estructural de las subrasantes, según Masellini et al. (2019). Al estabilizar los suelos, alterará el estado tensional del pavimento, evitando a futuro reconstrucciones o reparaciones profundas, además de incorporar estudios técnicos que faciliten la detección de las deficiencias de estas subrasantes. Para estos casos de inestabilidad de suelos se proponen múltiples alternativas de solución ya sea con la incorporación de agentes estabilizantes o cenizas de distintos materiales todas estas con el objetivo de mejorar la infraestructura vial de un país. Por otro lado, Rodríguez et al. (2005). Menciona que se ha hecho estudios con el fin de aumentar las características físicas de los suelos incorporando cal en diferentes porcentajes para estabilizar las partículas para fines viales, también se menciona que utilizar la Cal en porcentajes que oscilan del 1% al 3% se reflejará en la mejora de la resistencia físico mecánico, convirtiéndolo en un suelo estable, pero si en el caso, se necesita un efecto de cimentación la incorporación de Cal al material a trabajar deberá ser de 2% al 8%, así mismo Rivera et al (2020). en su artículo científico se refiere a un suelo estable cuando este cumpla las mínimas condiciones de resistencia lo cual se comprobará si el suelo no sufre grandes deformaciones, ni mucho desgaste tanto a las condiciones funcionales como climáticos que se pueden presentar, estas características se deben preservar a través del tiempo. Un suelo también puede tener características funcionales como plasticidad, granulometría y humedad natural entre los parámetros aceptables, solo bastando una compactación para ser utilizado como cimentación de una vía o camino. En el **ámbito Nacional** según Nesterenko (2017). menciona que los estabilizantes que más se ha incorporado en infraestructura vial es la cal, polímeros y cemento, la cal se viene implementando desde hace mucho tiempo en diferentes proyectos tales como caminos y carreteras esto por sus propiedades estabilizantes y precio económico, por otro lado el

cemento fue utilizado como agente estabilizante de bases y subbases desde 1995 esto con la finalidad de incrementar los parámetros aceptables para una buena subrasante influyendo considerablemente en su resistencia y trabajabilidad. MVCS (2018). Menciona que en el territorio peruano se tiene conocimiento que los suelos que más predominan son los de tipo permeable, es decir que tienden a sufrir estructuralmente al contacto con las lluvias deformando notoriamente su composición, otro de los suelos predominantes son los arenosos y secos, los cuales tienen una humedad natural muy baja, a consecuencia de estos factores de riesgo se realiza los estudios de mecánica de suelos correspondientes para identificar las propiedades y condiciones de un suelo, ratificando si su composición, estabilidad, resistencia, comprensibilidad y permeabilización están dentro de los parámetros permisibles para la ejecución de una subrasante evitando mayores daños a largo plazo. así mismo, MTC (2015). Describe las diferentes topografías existentes en el Perú, se encuentran características del suelo dependiendo de su conformación y condiciones climáticas afectando en la construcción de infraestructura vial, pues muchos de estos suelos poseen un CBR menor al $> 6\%$ siendo este no apto para una subrasante, pues, necesitan ser estabilizados para mejorar sus propiedades físico mecánicas. El Jr. villa. Santa Rosa cdra. I y II que se sitúa en el departamento de San Martín, distrito de la banda de shilcayo, el cual está situada en una zona arcillosa limosas debido a los terrenos agrícolas que antes predominaban la zona donde las calles no se encuentran pavimentadas es factor de un suelo inestable debido a las condiciones geotécnicas que posee la cual la hace objeto de estudio para la estabilización de la subrasante, proponiendo como alternativa de solución el mejoramiento del suelo con el uso de Cal como material estabilizante, teniendo en cuenta que es una zona urbana con moderada transividad, Es por ello que la propuesta del mejoramiento de la subrasante no pavimentada del Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II, será la adición de Cal para mejorar la estabilidad de las partículas del suelo, la cual muchos investigadores han empleado teniendo resultados

favorables para sus estudios científico, de carácter experimental. Es por ello que se plantea como **formulación del problema**: ¿En qué aspecto mejorará la adición de cal para estabilizar la subrasante del Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II? Se propone los **problemas específicos**: ¿Cuál será las características física mecánicas del suelo natural sin la incorporación de Cal en el Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II?, ¿Cuál será el diseño de mezcla para la estabilización de la subrasante sin la incorporación de cal y con la incorporación de cal en porcentajes de 3%, 5% y 8%?, ¿en qué aspecto variara las propiedades físico mecánicas al incorporar cal en porcentajes de 3%, 5% y 8% para estabilizar la subrasante del Jr. Villa Santa Rosa Cdr I y II?, Posteriormente como **Justificación teórica**, la investigación se basa en proponer una solución económica, practica y de fácil aplicación, para la estabilización con cal, con fines de pavimentación, donde las teorías presentadas están basadas en fuentes sumamente confiables, **Justificación práctica**, en la presenta tesis busca estabilizar la subrasante mediante la incorporación de cal, el cual se determinará los valores del suelo natural (muestra patrón) mediante los ensayos de laboratorios pertinentes para después ser comparado con los resultados del material al cual se le incorporo la cal y así tener valores reales de la efectividad al incorporar la cal para una subrasante excelente, de tal modo como **Justificación metodológica**, se indagara en investigaciones de similares características, ensayos, artículos científicos, los cuales deberán ser de los últimos cinco años, en cuanto a la **justificación social** del presente trabajo de investigación es proponer la estabilización de la subrasante con cal, como solución para el problema del acceso al Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II, para una mejor accesibilidad y mayor confort para los usuarios que circulan por la zona. **El objetivo general** del presente documento fue determinar la efectividad de la incorporación de cal para estabilizar la subrasante del Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II, así mismo como **objetivo específico**: ¿Determinar la zona de estudio para la estabilización con cal de la subrasante del Jr. Villa santa rosa Cdr I y II?, ¿Reconocer las características físico mecánicas del suelo sin la

estabilización con cal?, ¿Identificar los resultados al incorporar cal en porcentajes de 3%, 5% y 8% para estabilizar la subrasante del Jr. Villa Santa Rosa Cdr I y II?, como **hipótesis general** de la investigación: ¿la incorporación de cal para estabilizar la subrasante de la calle villa Santa Rosa Cdra. I y II influirá significativamente en el mejoramiento de la subrasante? como **hipótesis específicas** se planteó: ¿la incorporación de cal mejorará significativamente las propiedades físicas mecánicas de la subrasante?, ¿La incorporación de cal mejorará significativamente la humedad natural , limite líquido e índice de plasticidad de la subrasante?, ¿La incorporación de cal mejorará significativamente el porcentaje de CBR de la subrasante?

II. MARCO TEÓRICO

La variedad de teorías planteadas en la realidad problemática tiene un respaldo en las siguientes indicaciones. Así que presentamos algunos antecedentes, **en el ámbito internacional** se ha realizados diversos estudios que permiten mejorar las propiedades físicos mecánicas de un suelo comparando distintas alternativas de solución, **Parra (2018)**. en su investigación titulada: *“Estabilización de un Suelo con Cal y Ceniza Volante”*, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, (Tesis pregrado). Siendo esta una investigación experimental determinó que al comparar dichos materiales para estabilizar un suelo arcilloso obtuvo resultados favorables, donde incorporo cal viva y ceniza volante en porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8%, obteniendo resultados favorables en la estabilización química con CAL viva y ceniza volante maximizando su rigidez y estabilidad, siendo esta una alternativa de solución para suelos arcilloso específicamente por ser barato y no necesitar de mano de obra especializada. Por otro lado, Catillo (2017). En su investigación para conseguir el grado de Master en Ingeniería en Vialidad y Transporte, titulada: *“Estabilización de Suelos Arcillosos con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras”*, Universidad de Cuenca, Ecuador, (Tesis Pregrado). Investigación de carácter experimental, determinaron que al incorporar cal a un 16% se pudo cumplir con los requisitos por el NEVI convirtiéndolo en un suelo con una capacidad portante capaz de mantener su estructura bajando el índice de plasticidad, haciéndolo un suelo estable, se concluyó que, al añadir cal a las muestras de suelo, se logra reducir considerablemente la humedad natural a un 3.12% por cada porcentaje de cal incorporada a las muestras. Así mismo Linares (2019). En su investigación titulada: *“Propuesta de Estabilización Química de la red vial terciaria del Municipio de Cogua”* Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá,(Tesis Pregrado), investigación de carácter experimental determino que es muy sencillo aplicar agentes químicos estabilizadores como la cal en porcentajes de 3%, 5%, 7% y

10%, viendo resultados favorables en la humedad natural del suelo, por las propiedades que posee la cal de absorber la humedad mejorando la consistencia del suelo y volviéndola un tanto impermeable así mismo se concluyó que con la aplicación de materiales estabilizantes como la cal se estaría ahorrando un 50% de presupuesto utilizado en mantenimiento de infraestructura vial. Del mismo modo Robles (2018). en su investigación para optar el título de ingeniero civil: *“Análisis y Estabilización de Arcilla Negra con Cloruro de Sodio (NaCl), Arena Pomez, Cal y Cemento, para mejorar sus propiedades Físicas y Mecánica”*, Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, (Tesis Pregrado), concluyeron que: el material de estudio presentaba características muy malas no aptas para futuras subrasantes por presentar CBR muy bajo, con niveles de plasticidad altas, después de añadir los agentes estabilizadores se pudo evidenciar un incremento la resistencia del suelo, disminuyendo la plasticidad y la humedad natural. Por otro lado, en el **ámbito nacional** a consecuencia de los distintos tipos de suelo que predominan el país, no ha sido ajeno a diversos estudios para mejorar las propiedades mecánicas del suelo implementando novedosos materiales de fácil accesibilidad para la población. Del mismo modo Landa (2019). en su Investigación: *“Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal”*, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, (Tesis Pregrado), concluyeron que: al añadir el material estabilizante en una proporción de 50% de CAL y 50% de CBCA se pudo observar una mejora considerable en la máxima densidad seca, maximizando el CBR de 3.7% a 7.8%, también se pudo observar mediante los estudios de mecánica de suelos que el porcentaje de expansión disminuyó de 5.9% a 4.9% mejorando las propiedades físico químicas del suelo arcilloso analizado. De forma semejante Tacca (2021). Dentro de su investigación para obtener el título profesional de ingeniería civil, titulada: *“Estabilización del Suelo Arcilloso con Adición de Cal para el Mejoramiento de la Subrasante, Vía de Evitamiento, Abancay – Apurímac, 2021”*, Universidad Cesar Vallejo, lima,(Tesis

Pregrado), se pudo comprobar la mejora de las propiedades físico mecánicas del suelo al adicionar cal en las muestras extraídas, se concluyó, que adicionándole cal a la muestra extraídas en proporciones de 4%, 8% y 12%, aumenta la capacidad portante del suelo, estabilizando las partículas y obteniendo mejores resultados conforme se agrega más cal a las muestras. De igual forma Auccalla et al (2019). En su tesis para optar el título profesional de ingeniería civil: *“Estabilización de la Sub rasante de Suelos Arcillosos, Aplicando la Cal con Cemento en el tramo de San José - Chichizu, Junín 2019”*, Universidad Cesar Vallejo, Lima, (Tesis Pregrado), investigación de tipo experimental determinaron que después de los ensayos realizados a la muestra extraída de la zona de estudio en el ensayo de CBR al 95 % da resultados en la C1- 3.7%, C2- 2.7% y C3- 2.8% siendo estos valores no apto para la elaboración de una subrasante así con la incorporación de cemento los valores incrementan en C1- 13.1%, C2- 20% y C3- 28% mientras con la incorporación de cal C1- 7%, C2- 15.4% y C3- 16.3% obteniendo resultados favorables al incorporar aditivos químicos, donde se concluyó que el cemento y la cal mejorar el CBR patrón haciendo de este apto para la elaboración de una subrasante con fines de pavimentación, a mismo con la incorporación de como Acuña et al (2020). En su investigación para obtener el grado académico de bachiller, titulado *“Uso de la Ceniza de Cáscara de Arroz como alternativa para el Mejoramiento de Subrasantes Arcillosas en Pavimentos”*, Universidad Católica del Perú, Lima, (Tesis Pregrado), señala que al incorporar la ceniza de cascara de arroz varia la humedad optima del suelo, estabilizando la subrasante, se concluyó que la inclusión de CCA en subrasantes arcillosas afecta positivamente en cuanto a sus propiedades mecánicas. Como **Ámbito local**, Delgado et al (2020). en su tesis: *“Análisis Comparativo de Aceite Sulfonado y Cal para la Estabilización de la Subrasante en la Carretera no Pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020”*. Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto, (Tesis Pregrado), indica que se obtuvo una mejora en la consistencia de las muestras extraídas, mejorando su estabilidad e índice de plasticidad

considerablemente, concluyeron: Que añadiendo el aceite sulfonado y Cal al suelo objeto del estudio este mejora su capacidad portante considerablemente, pues se hicieron pruebas antes y después de incorporar el material obteniendo un 11% de plasticidad antes de incorporar la CAL y un 3% después de añadido la CAL, llegando a la conclusión de que si más añadido la CAL más disminuirá el índice de plasticidad de las muestras. De igual manera Ramos et al (2020). En su tesis titulada: *“Estabilización de la Sub rasante de la Av. Ahuashiyacu por medio de la concentración de Cal, en el distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia y Región San Martín – 2020”*, Universidad Científica del Perú, Tarapoto,(Tesis Pregrado), indican que es favorable al añadir cal a sus muestras donde se logró reducir el Limite Liquido considerablemente, se concluyó que la influencia de la cal como alternativa para una estabilización tiene un efecto positivo en la capacidad de soporte California (CBR). De tal manera **con teorías relacionadas** con la **variable independiente**: Cal, como **definición conceptual** según Diaria et al (2020). la Cal u oxido de calcio (CaO) es un agregado químico que se obtiene de la calcinación de piedras calizas, utilizado mayormente para proyectos de infraestructura vial, esto para mejorar la composición del suelo, en cuanto al aspecto físico y mecánico, así también como **definición operacional**. según Sampedro et al (2017). menciona que la cal es un material compuesto que se ha venido analizando muy ampliamente en diversos estudios para su uso en infraestructuras de características viales específicamente en la matriz asfáltica, esto debido a sus características que benefician a las propiedades del suelo, se puede decir que es un aditivo común por sus propiedades brindando al asfalto la capacidad de resistir mayor humedad. Como **dimensiones**, indican las características del material estabilizante cal, las propiedades químicas al incorporar con las muestras. **Los indicadores** son los ensayos de análisis granulométrico, límites de Atterberg, Proctor estándar, Proctor modificado y CBR, con la incorporación de cal al 3%, 5%, y 8%. Como **escala de medición** la escala es razón, así mismo profundizaremos en los conceptos de

nuestras variables independiente, según Suarez et al (2013). Recomienda a la Cal viva, para el uso en zonas con niveles muy altos de humedad, con lo consecuente ya no sería necesario un cuidado constante por la presencia de partículas de suelos más grandes que la misma cal, una de sus mayores desventajas es la gran cantidad de agua en la proporción de la mezcla, pues debe ser mayor al 32%, esto a que sus partículas suelen ser más grandes y el agua tarda más en combinarse así mismo implica un gasto adicional en las cantidades de agua incorporada. De tal manera Kikut (2020). Sustenta que la Cal hidratada, es un material estabilizador utilizado principalmente en proyectos de infraestructura vial, suelen estar compuestos por partículas muy finas, lo que hace de este, un material estabilizante de los más rápidos de usar hablando de trabajabilidad y composición, una de sus desventajas es que el cambio químico al que estará sometido será de lento avance, además que al ser un material con partículas muy finas se verá afectado en zonas de mucho viento. Por otro lado, Según Jiménez (2017). Menciona que la Cal en lechada es uno de los métodos más sencillo y rápidos a diferencia con la cal viva y cal hidratada, esto debido a su manejo rápido y eficaz en cuanto a proceso de manejo y roseo al suelo a estabilizar además que requiere menos agua, una de sus desventajas es que le roseo con agua tiende a ser de manera pausada afectando directamente al costo de la maquinaria destinado para esta partida, Respecto a la **variable dependiente**: estabilización de la subrasante como **definición conceptual**: según Noriega et al (2022). Nos dice que consiste en la mejora de las propiedades físicas y capacidad portante de una subrasante al combinar un material estabilizante para fines de pavimentación, como **Definición operacional**: según MTC (2015). hace referencia a una mezcla homogénea entre el suelo, cal y agua, el material denominado cal es óxido de calcio, que poseen la característica de hacerse rígida al contacto con el aire una vez mezclada con agua en cantidad apropiada por el diseño hasta obtener la consistencia requerida. Uno de los efectos instantáneos al incorporar cal es la plasticidad del suelo disminuyendo

considerablemente el porcentaje de plasticidad convirtiéndolo en un suelo más estable, otro cambio considerable es de la humedad óptima de compactación que permitirá la elaboración de la capa de rodadura. así mismo profundizaremos en los conceptos de nuestra variable dependiente: Estabilización mecánica, según Guillen et al (2021). menciona que este tipo de estabilización busca mejorar las propiedades del suelo sin condicionar su conformación y composición, para la ejecución de este método de estabilización es necesario la compactación de las partículas del suelo mediante maquinaria, aplanadora o compactadora de una manera constante en periodos cortos, con el objetivo de reducir los vacíos que conforman la estructura del suelo. De tal forma la Estabilización física, según el MTC (2015). Describe dos tipos de estabilización física el cual es la estabilización por mezcla, que consta en agregar material de préstamo de una cantera específica y mezclarla homogéneamente con el material original mayormente se utiliza para suelos que no reúnen las condiciones para una buena subrasante, el segundo tipo de estabilización es la sustitución del suelo, consta en reemplazar por completo el suelo original que no reúnen las condiciones para soportar una edificación o infraestructura vial. Así mismo la Estabilización química, según Rivera et al (2020). Menciona que dicha estabilización consta en la incorporación de un material o aditivo de características químicas, el cual cumple la función de optimizar las propiedades y características de un suelo, entre los más comunes tenemos la Cal, cemento, escorias y productos asfálticos. En cuanto a las **Dimensiones** de la variable dependiente que comprenden los ensayos de laboratorio como granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Como **Indicadores** se tiene la incorporación de cal en porcentajes de 3%, 5% y 8%, para la estabilización de la subrasante. Como **Escala de medición**: la escala es de razón. Entre otras teorías, Según Crespo (2018). la **Humedad natural del suelo**, se relaciona al peso del agua con el peso del sólido dentro de una masa homogénea, que será representada en porcentaje, para obtener la humedad natural del suelo es necesario hacer un estudio, pesando la

masa en condiciones húmedas para después ingresarla a un horno a temperaturas de 100c° a 110c°, posteriormente sustraída las muestras del horno, cambiara en cuanto el peso, la diferencia hace referencia al contenido de agua que permanecía en las muestras, por otro lado el MTC (2015), menciona que la **granulometría**, es un análisis que cumple la finalidad de determinar la proporción de una muestra de suelo clasificando sus partículas mediante tamices de diferentes medidas clasificando el material según su tamaño, así mismo el MTC (2015). recalca que la **Rasante** es aquella capa que conforma un pavimento a nivel terminado de la carpeta de rodadura que estará situada en el eje de la vía, del mismo modo el MTC (2015), menciona a la **Subrasante** como una de las capas que conforman la superficie de una carretera que estará situada a nivel de movimientos de tierra, en la cual irá asentada toda la estructura del afirmado o pavimento ya sea rígido o flexible, por ende, formará parte del prisma total de la carretera en el nivel de movimiento de tierras y la estructura de la carretera, este recibirá toda la carga de los ejes de los vehículos los cuales serán transmitidos desde las capas superiores del pavimento, así mismo **Alarcón et al (2020)**. menciona que el **Mejoramiento de suelos**, hace referencia a potenciar las características de este, en cuanto a su resistencia, mejorando sus propiedades físicas-mecánicas a un largo plazo en el tiempo, la proyección para mejorar un suelo con un material estabilizante adiciona una serie de procedimientos como, clasificar el suelo en cantidad y tipo, la cantidad del material estabilizante y por último el proceso del mejoramiento, por otro lado, Duarte et al (2017). menciona que los **Límites de Atterberg** son estados del suelo en diferentes condiciones los cuales están caracterizados de la siguiente forma: **Limite líquido**, es la humedad en la masa del suelo expresada en porcentaje, en donde la resistencia a cortes es muy baja, el suelo pasara de estado líquido a plástico, **Limite plástico**, es definido como la humedad más baja del suelo, donde varia de estado de solido a semi sólido, esto debido al incremento de humedad, **Índice de plasticidad**, es la diferencia entre el LL y LP, del mismo modo Bowels et al (2017). nos dice que el ensayo de

California Bering Ratio (CBR), se efectuará una vez realizada la clasificación de suelos mediante los análisis AASHTO y SUCS, en cada sector homogéneo para establecer un valor CBR que deberá tener un valor de 95% MDS y una penetración de carga de 2.54 mm. De tal modo MTC (2015). menciona que el **Ensayo Proctor**, es un análisis de laboratorio cuyo propósito es categorizar el tipo de suelo añadido en muestras, el cual determinara si las muestras serán aptas para el uso como base o subrasante en infraestructuras viales. Los valores obtenidos en el ensayo de CBR serán expresados en porcentajes, ya que se considera al CBR como carga unitaria los cuales corresponderá los valores de 0.1" o 0.2" en cuanto a la penetración.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada debido a que es la utilización de conocimientos en la práctica, se caracteriza por la manipulación intencionada de la variable independiente y el análisis de su impacto sobre una variable dependiente. El proceso de investigación se caracteriza por la inquietud de un individuo por resolver problemas que lo rodean mediante la aplicación del método científico. Sánchez, (2019)

3.1.2 Diseño de la investigación

Guevara, et al. (2020). El diseño de investigación es de índole experimental; ya que consiste en manipular un objeto en determinadas condiciones (variable independiente), para verificar u observar los efectos que se producen (variable dependiente). De esa manera se manipula la variable independiente: CAL para verificar los efectos que se produce en la variable dependiente: Estabilización de la subrasante, lo que resulta una relación causa - efecto.

Figura 1. Comportamiento de variable de investigación

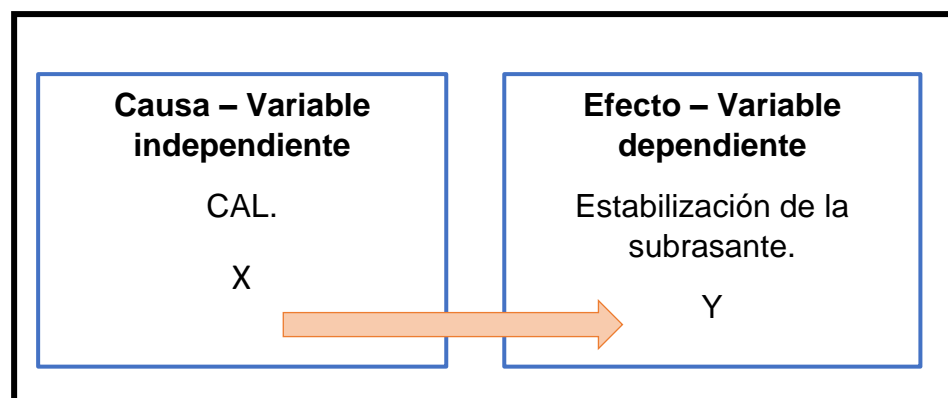


Tabla 1. Diseño experimental en diferentes porcentajes

	O1 (3%)	O2 (5%)	O3 (8%)
GE1	<u>X1:</u> (Incorporación de cal en porcentajes de 3% para la estabilización de la subrasante)	<u>X1:</u> (Incorporación de cal en porcentajes de 3% para la estabilización de la subrasante)	<u>X1:</u> (Incorporación de cal en porcentajes de 3% para la estabilización de la subrasante)
GE2	<u>X2:</u> (Incorporación de cal en porcentajes de 5% para la estabilización de la subrasante)	<u>X2:</u> (Incorporación de cal en porcentajes de 5% para la estabilización de la subrasante)	<u>X2:</u> (Incorporación de cal en porcentajes de 5% para la estabilización de la subrasante)
GE3	<u>X3:</u> (Incorporación de cal en porcentajes de 8% para la estabilización de la subrasante)	<u>X3:</u> (Incorporación de cal en porcentajes de 8% para la estabilización de la subrasante)	<u>X3:</u> (Incorporación de cal en porcentajes de 8% para la estabilización de la subrasante)
GC	<u>X0:</u> (Estabilización de la subrasante sin Cal)	<u>X0:</u> (Estabilización de la subrasante sin Cal)	<u>X0:</u> (Estabilización de la subrasante sin Cal)

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

GE: Grupo experimental con inclusión de incorporación

GC: Grupo de control sin Cal

X0: Estabilización de la subrasante sin Cal

X1: Incorporación de cal en porcentajes de 3% para la estabilización de la subrasante

X2: Incorporación de cal en porcentajes de 5% para la estabilización de la subrasante

X3: Incorporación de cal en porcentajes de 8% para la estabilización de la subrasante

O1, O2 Y O3: Observación de diferentes porcentajes

3.2 Variable y Operacionalización

Definición conceptual. Según Diaria et al (2020). La cal u oxido de calcio (CaO) es un agregado químico que se obtiene de la calcinación de piedras calizas, utilizado mayormente para proyectos de infraestructura vial, esto para mejorar la composición del suelo, en cuanto al aspecto físico y mecánico.

Definición operacional. según Sampedro et al (2017). menciona que la cal es un material compuesto que se ha venido analizando muy ampliamente en diversos estudios para su uso en infraestructuras de características viales específicamente en la matriz asfáltica, esto debido a sus características que benefician a las propiedades del suelo, se puede decir que es un aditivo común por sus propiedades brindando al asfalto la capacidad de resistir mayor humedad.

Dimensiones: indican las características del material estabilizante cal, las propiedades químicas al incorporar con las muestras

Indicadores. son los ensayos de análisis granulométrico, límites de Atterberg, Proctor estándar, Proctor modificado y CBR, con la incorporación de cal al 3%, 5%, y 8%.

Escala de medición: la escala es de razón.

Variable dependiente: Estabilización de la subrasante

Definición conceptual. Noriega et al (2022) Nos dice que consiste en la mejora de las propiedades físicas y capacidad portante de una subrasante al combinar un material estabilizante para fines de pavimentación

Definición operacional. Según MTC (2015). Menciona que dicha estabilización consta en la incorporación de un material o aditivo de características químicas, el cual cumple la función de optimizar las propiedades y características de un suelo, entre los más comunes tenemos la Cal, cemento, escorias y productos asfálticos.

Dimensiones: comprenden los ensayos de laboratorio como granulometría, límites de Atteberg, Proctor estándar, Proctor modificado y CBR.

Indicadores. se tiene la incorporación de cal en porcentajes de 3%, 5% y 8%, para la estabilización de la subrasante

Escala de medición: la escala es de razón.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Todo lo que viene siendo referente a cuyos elementos que generan (organizaciones, objetos, personas, etc.) que tienen cierto comportamiento que lo habitualmente son necesarias para en el conocimiento de la investigación, se entiende como su total en los sucesos o casos limitados, conceptos y que es alcanzable, los cuales serán indispensables para la selección de la muestra. Condori, (2020). El presente documento toma como población requerida a todas las calles en el nivel de subrasante de Tarapoto.

Criterios de inclusión: en la presente investigación los criterios de inclusión están dado por las características comunes de la estabilización de suelos con Cal.

Criterios de exclusión: pasara a ser separa aquellos porcentajes de cal que no cumplen con los valores mínimos para una estabilización de subrasante

3.3.2 Muestra

Si bien es una parte o viene de ella, lo que es la población, podemos decir que la muestra es parte de los grupos divididos que son derivados de la población. Hernández y Carpio, (2019). Una muestra estadística representa en una sección determinada de la población de estudio, con la finalidad de conocer sus aspectos y características. En cuanto a la muestra de estudio se consideró aplicar la investigación en el Jr. Villa Santa Rosa – Tarapoto. Crda I y II.

3.3.3 Muestreo

El muestreo es el agrupamiento de cosas, personas u objetos para la investigación con el propósito de especificar sus propiedades. Hernández (2021). El muestreo no probabilístico también llamadas intencionadas o directas son muestras escogidas intencionalmente para ser objeto de estudio dirigido a un grupo muy específico. Serna (2019). La investigación se consideró un muestreo no probabilístico ya que se escogió un determinado sector a conveniencia del proyecto de investigación.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnica

Para la elaboración de una investigación, es necesario seguir ciertas pautas técnicas e instrumentos que aseguren un trabajo empírico, donde el método significa la rama a seguir en cuanto al trabajo de investigación, las técnicas usadas constituyen el grupo de instrumentos, y los instrumentos será el recurso que ira ligada con el trabajo de investigación. Hernández, (2020).

La técnica en el presente documento, será la de observación ya que registrará y analizará las muestras extraídas del suelo, categorizándolas según sus características físicas de acuerdo a lo que indique la pautas del MTC y la clasificación de suelos.

3.4.2 Instrumentos

Es un conjunto de recursos que el investigador utiliza con la finalidad de recoger información de un hecho o fenómeno a investigar. Arias, (2021). se considerará los formatos de fichas de recolección de datos, mediante fórmulas y procedimientos según indiquen los ensayos a realizarse en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 2. Técnica e Instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Contenido de Humedad Natural	Ficha de registro	NTP – ASTM D 2216
Análisis Granulométrico por Tamizado	Ficha de registro	NTP - ASTM D 422
Limite Líquido y Limite Plástico	Ficha de registro	NTP - ASTM D 4318
Clasificación Unificada de Suelos	Ficha de registro	NTP - ASTM D 2487
Proctor Estándar	Ficha de registro	NTP - ASTM D 698
CBR	Ficha de registro	NTP - ASTM D 2487

Fuente: *elaboración propia*

3.5 Procedimientos

Para los procedimientos se tomarán en cuenta las pautas técnicas establecidas por el Ministerio de Transporte y Comercio (MTC), en cuanto a la sección de estabilización de suelos con cal, obteniendo los porcentajes óptimos a incorporar el material estabilizante que varían entre 3%, 5% y 8%.seguidamente se deberá obtener muestras del suelo mediante calicatas de 1.50 m de profundidad del Jr. Villa Santa Rosa en las cuadras I y II, posteriormente se llevarán las muestras extraídas del interior de las calicatas en bolsas plásticas para evitar la contaminación del material, al laboratorio de mecánica de suelos donde se realizarán diversos ensayos que determinarán las condiciones físicas del suelo estudiado antes y después de la incorporación del material estabilizante (cal).

Los ensayos a realizarse serán los siguientes:

- Análisis granulométrico
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado
- CBR

3.6 Método de análisis de datos

para una correcta presentación del proyecto de investigación titulado “Propuesta de estabilización con cal para la subrasante del jr. villa santa rosa cdra. I y II, Tarapoto 2022” se recurrirá a softwares de Microsoft office, como el Excel 2016 para ordenar los resultados obtenidos en él estudio de mecánica de suelos para una mejor comprensión de los valores expresados en tablas y gráficos que evidenciaran la hipótesis del presente documento.

3.7 Aspectos éticos

Los aspectos éticos deben ser desarrollados, de manera transparente, asumiendo, la importancia del mismo, para que la investigación científica se promueva de una manera ética, transparente y moral para el crecimiento personal y científico. Paz et al (2012). El presente documento titulado “propuesta de estabilización con cal para la subrasante del jr. villa santa rosa cdra. I y II, Tarapoto 2022” fue elaborado respetando las condiciones del código de ética, al mismo tiempo, cumpliendo con la rúbrica exigidas por la Universidad Cesar Vallejo para la elaboración del presente trabajo de investigación. A si mismo las fuentes han sido citadas respetando la propiedad intelectual de los autores, los cuales son de carácter internacional, nacional y local ampliamente confiables.

V. RESULTADOS

5.1. Se determinó las características físicas mecánicas del suelo natural sin la incorporación de cal en el Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II.

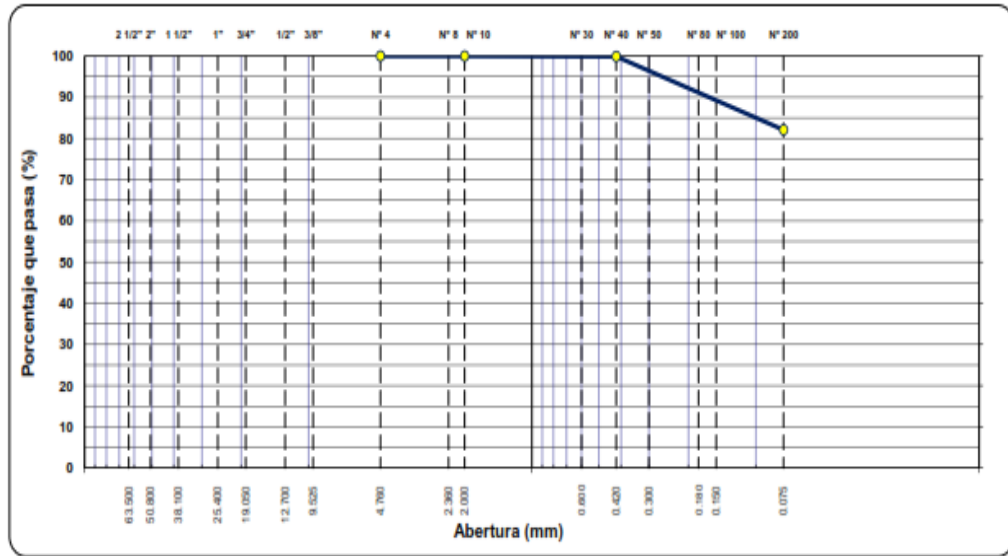
Tabla 8. Características físicas mecánicas del suelo natural

Calicata	C1	C2		UNIDAD
N° CAPA	A	A	B	
Profundidad	0.30 1.50	0.40-0.80	0.80-1.50	Mts.
Resistencia del suelo (Cimentación Aislada)				Kg/cm ²
Angulo de fricción				Grados
Cohesión				Kg/cm ²
Densidad peso Volumétrico				Kg/m ³
Humedad natural	25.5	33.9	14.7	%

Fuente: elaboración propia

Interpretación: luego de haber realizados el ensayo de humedad natural en el laboratorio de suelos, se logró determinar los porcentajes de humedad de las dos calicatas realizadas, las cuales referencian un 25.5% en la C1 así mismo en la calicata C2 se encontró dos tipos de estratos en los cuales los resultados fueron: en la C2 -A un 33.9% y un 14.7% en C2-B.

Figura 3. Curva Granulométrica Calicata N° 02



Fuente: elaboración propia

Interpretación: como se muestra en la curva granulometría de la figura 5: curva granulométrica calicata C1 tiene un porcentaje de 27.4% de gravas y un 72.6% de finos, en la figura 6: curva granulométrica calicata C2 se observa un porcentaje de 17.9% de arena y un 82.1% de finos.

5.3 Se ha determinado los límites de Atterberg de las muestras extraídas de las calicatas C1 y C2 del Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II

Tabla 10. Límites de Atterberg del suelo natural

Calicata N° CAPA	Límites de Atterberg			UNIDAD
	C1 A	C2 A	C2 B	
-Limite liquido	39.91	52.15	27.02	%
-Limite plástico	16.40	24.95	13.88	%
-Índice de plasticidad	23.51	27.20	13.14	%

Fuente: elaboración propia

Interpretación: como se detalla en la tabla 10 en la en la C1 se obtuvo un LL 39.91%, LP de 16.40% y un IP de 23.51, en la C2-A se determinó un 52.15% de LL, un 24.95% de LP, y un IP de 27.20% seguidamente en la C2-B se determinó un 27.02% de LL, un 13.88% de LP, y un IP de 13.14%.

5.4 Se determinó los resultados de Proctor modificado de las muestras extraídas de las calicatas C1 y C2 en el laboratorio de mecánica suelos JHCD contratistas, del Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II

Tabla 11. *Ensayo de Proctor modificado del suelo natural*

Calicata	Proctor Modificado			UNIDAD
	C1	C2		
N° CAPA	A	A	B	
Máxima Densidad	1.915		1.877	gr/cm3
Humedad Óptima %	12.97		15.5	%
Clasificación SUCS	CL	CH	CL	
Clasificación AASHTO	A-6	A-7-6	A-6	

Fuente: *elaboración propia*

Interpretación: según la tabla 11, en la muestra de la C1 se obtuvo una máxima densidad de 1.915% con un porcentaje de humedad optima de 12.97%, así mismo se determinó según la clasificación SUCS un suelo CL y mediante la clasificación AASHTO un suelo A-6, por otro lado, en la C2-A, no hubo máxima densidad, no hubo humedad optima, y se clasifico según SUCS un suelo CH, según AASTHO un suelo A-7-6, del mismo modo en la C2-B se obtuvo una máxima densidad de 1.877% con un porcentaje de humedad optima de 15.5%, así mismo se determinó según la clasificación SUCS un suelo CL y mediante la clasificación AASHTO un suelo A-6

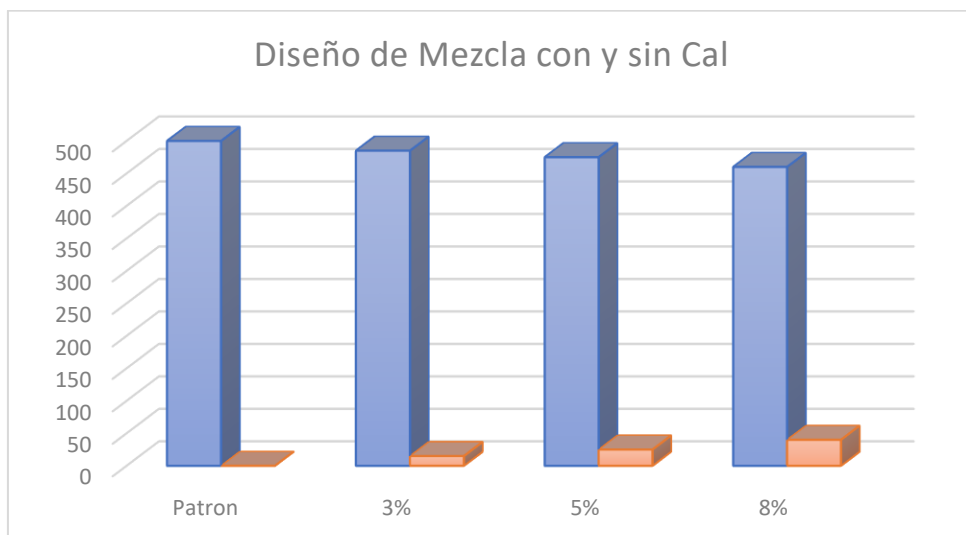
5.5 Se elaboró el diseño de mezcla para la estabilización de la subrasante sin la incorporación de Cal y con la incorporación de Cal en porcentajes de 3%, 5% y 8%.

Tabla 12. *Diseño de mezcla*

Material	Patrón	3% Cal	5% Cal	8% Cal
Material terreno de fundación	500 (gr)	485	475	460
Cal	0	15	25	40

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 4. *Diseño de Mezcla con y sin Cal*



Interpretación: como se ve en la figura 4, se calculó las combinaciones para el material de terreno de fundación y la Cal viva, donde se observa que en el primer caso al 3% se obtuvo 485 gr de la muestra patrón y 15 gr de Cal, al 5% se utilizó 475 gr de muestra patrón y 25 gr de Cal, al 8% se utilizó 460 gr de muestra patrón y 40 gr de Cal.

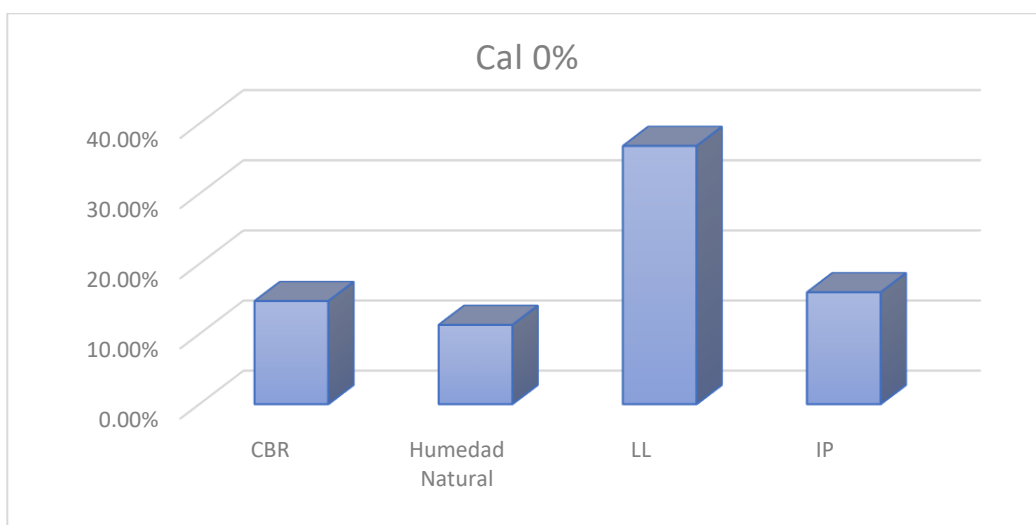
5.6 Se determinó los resultados del laboratorio de mecánica de suelos, incorporando 0% (patrón) de Cal para la mezcla de estabilización.

Tabla 13. Resumen de las características físico – mecánicas de la estabilización de suelos con cal 0% (patrón)

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Valores Obtenidos
CBR	MTC E 132			14.70%
Humedad		D 1557		11.30%
Limite liquido	MTC E 110	D 4318	T 89	36.81%
Índice de plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	15.95%

Fuente: elaboración propia

Figura 5. Mezcla con cal al 0%



Interpretación: según la figura 5, los resultados del laboratorio de mecánica de suelos, la estabilización al 0% de Cal, indican un CBR (MTC E 132), de 14.70%, una humedad (D 1557) 11.30% un LL (MTC E 110), 36.81% y un IP (MTC E 111), de 15.95%

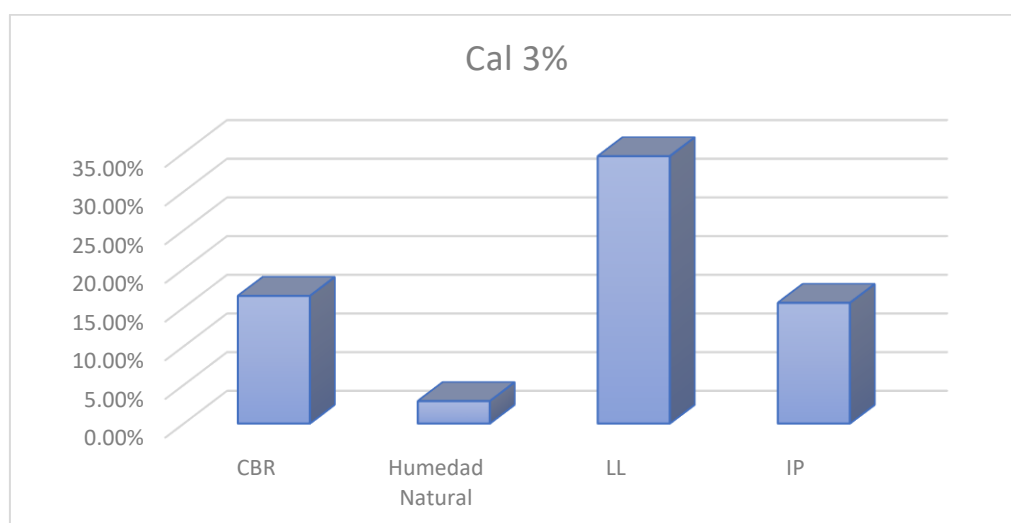
5.7 Se determinó los resultados del laboratorio de mecánica de suelos, incorporando 3% de Cal para la mezcla de estabilización.

Tabla 14. Resumen de las características físico – mecánicas de la estabilización de suelos con cal 3%

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Valores Obtenidos
CBR	MTC E 132			16.5%
Humedad		D 1557		2.90%
Limite líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	34.56%
Índice de plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	15.06%

Fuente: elaboración propia

Figura 6. Mezcla con Cal al 3%



Interpretación: según la figura 6, los resultados del laboratorio de mecánica de suelos, la estabilización al 3% de Cal, indican un CBR (MTC E 132), de 16.5%, una humedad (D 1557) 2.90% un LL (MTC E 110), 34.56% y un IP (MTC E 111), de 15.06%

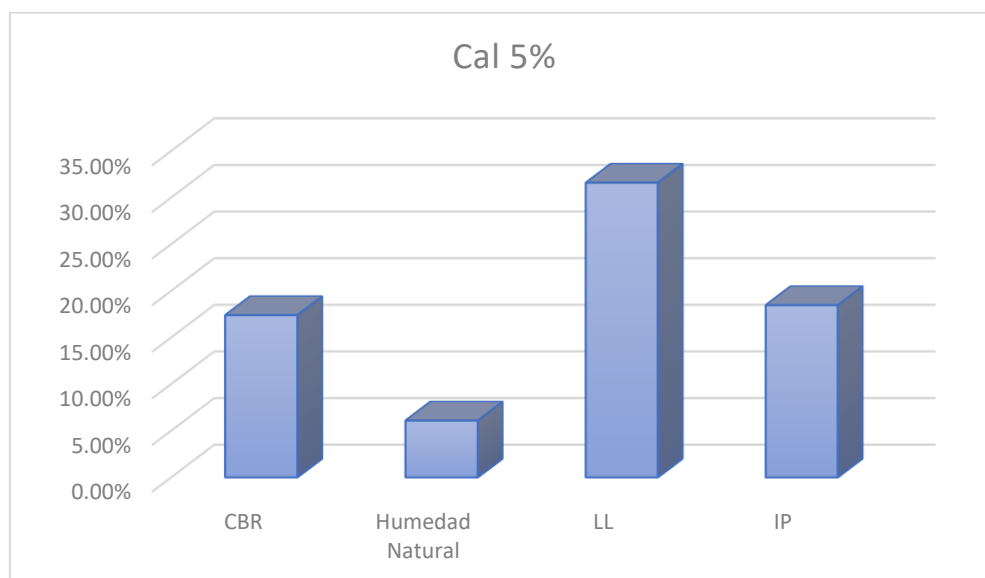
5.8 Se determinó los resultados del laboratorio de mecánica de suelos, incorporando 5% de Cal para la mezcla de estabilización.

Tabla 15. Resumen de las características físico – mecánicas de la estabilización de suelos con cal 5%

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Valores Obtenidos
CBR	MTC E 132			17.40%
Humedad		D 1557		6.10%
Limite liquido	MTC E 110	D 4318	T 89	31.60%
Índice de plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	18.47%

fuentes: elaboración propia

Figura 7. Mezcla con Cal al 5%



Interpretación: según la figura 7, los resultados del laboratorio de mecánica de suelos, la estabilización al 5% de Cal, indican un CBR (MTC E 132), de 17.40%, una humedad (D 1557) 6.10% un LL (MTC E 110), 31.60% y un IP (MTC E 111), de 18.47%

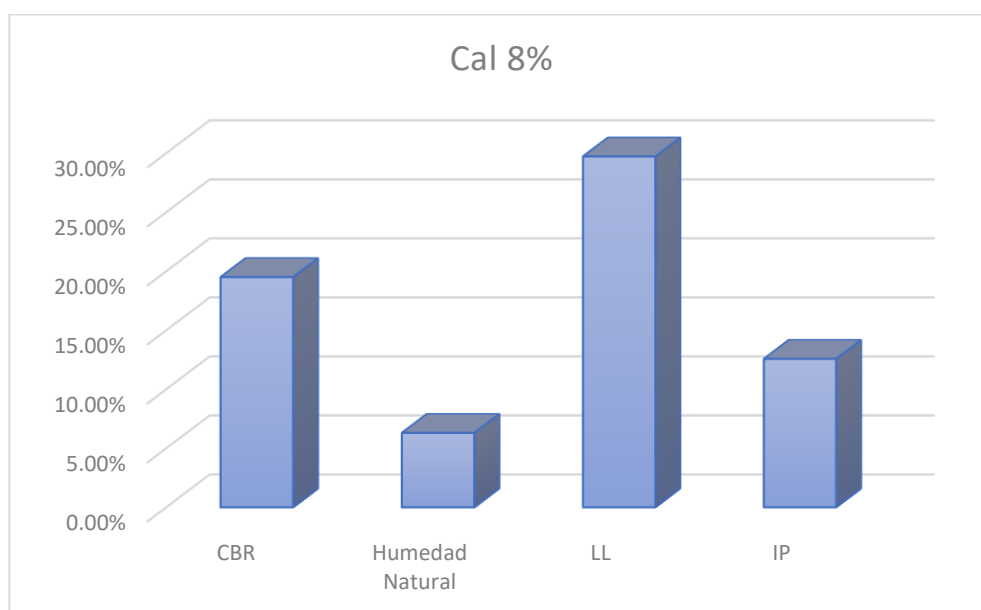
5.9 Se determinó los resultados del laboratorio de mecánica de suelos, incorporando 8% de Cal para la mezcla de estabilización.

Tabla 16. Resumen de las características físico – mecánicas de la estabilización de suelos con cal 8%

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Valores Obtenidos
CBR	MTC E 132			19.50%
Humedad		D 1557		6.30%
LL	MTC E 110	D 4318	T 89	29.72%
IP	MTC E 111	D 4318	T 89	12.67%

fuentes: elaboración propia

Figura 8. Mezcla con Cal al 8%



Interpretación: según la figura 8, los resultados del laboratorio de mecánica de suelos, la estabilización al 8% de Cal, indican un CBR (MTC E 132), de 19.50%, una humedad (D 1557) 6.03% un LL (MTC E 110), 29.72% y un IP (MTC E 111), de 12.67%

VI. DISCUSIÓN

Se hace mención al investigador Tacca (2021), el cual realizó un estudio científico titulado *“Estabilización del Suelo Arcilloso con Adición de Cal para el Mejoramiento de la Subrasante, Vía de Evitamiento, Abancay – Apurímac, 2021”*, donde extrajo una muestra patrón de una calicata de 1.80 m x 0.90m de profundidad en la cual se determinó las propiedades físico mecánicas del suelo natural dando un porcentaje de humedad natural de 60%, un IP de suelo natural de 67% teniendo un CBR de 5.30 %. del mismo modo Delgado y Guerra (2020), realizó un estudio científico de *“Análisis comparativo de aceite sulfonato y cal para la estabilización de la subrasante no pavimentada”*, donde extrajo una muestra patrón de tres calicatas ubicadas en puntos estratégicos de 1.50 m de profundidad la cual obtuvo las características física mecánicas del suelo natural , donde el contenido de humedad optima fue de 7.60%, un CBR de terreno natural de 10.7%, un índice de plasticidad de 11%, En tal sentido nuestro proyecto de investigación se ha logrado determinar las características físico mecánicas del suelo natural siendo las siguientes: en cuanto a la C-1 presenta una humedad natural del 25.5 % y en la C-2 A una humedad natural de 33.9% y en la C- 2B una humedad natural de 14.7%.En donde el LL de la C-1 fue 39.91% con LP de 16.40% y un IP de 23.51% en cuanto a la C-2 A se obtuvo un LL de 52.15% un LP de 24.95% y un IP de 27.20% de mismo modo de la C-2 B se obtuvo un LL de 27.02% un LP 13.88% y un IP de 13.14%. posterior a ello se dio con la cantidad de material de terreno de fundación y Cal para el diseño de mezcla, donde el autor Flores (2020), realizó un estudio científico titulado *“Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martin – 2020”*. donde realizó su diseño de mezcla partiendo de su muestra patrón de 500 gr en el cual se agregó puzolánico de cascarilla de arroz y cal en porcentajes de 5%, 10% y 15%, dando el diseño donde la mezcla estabilizante fue la siguiente: al 5%, se utilizó 475 gr de arcilla, 15 gr de puzolánico de cascarilla de arroz y 10 gr de cal, para la mezcla al 10% se utilizó 450 gr de arcilla, 30 gr de puzolánico de cascarilla de arroz y 20 gr de cal, y finalmente para la

mezcla al 15% se utilizó 425 gr de arcilla, 45 gr de puzolánico de cascarilla de arroz y 30 gr de cal. Del mismo modo en nuestro trabajo de investigación se determinó el diseño de mezcla en porcentajes de 3%, 5% y 8%, partiendo de nuestra muestra patrón de 500gr de material de terreno de fundación, en cual se determinó al 3%, 485 gr de material de terreno de fundación incorporando 15gr de cal, al 5%, se utilizó 475 gr de material de terreno de fundación y 25 gr de cal, al 8% se utilizó 460 gr de material de terreno de fundación y 40 gr de cal. Según Cabana (2017), realizo un estudio científico "*Mejoramiento de la relación de soporte (cbr) al adicionar el estabilizante químico cal a la sub – rasante de la carretera no pavimentada de bajo tránsito paria – wilcahuain, huaraz, 2017*", donde extrajo una muestra patrón de una calicata de 1.50 m de profundidad la cual le sirvió como muestra para los ensayos de laboratorio correspondiente y así comparar la efectividad al añadir Cal en porcentajes de 2%, 3% y 6%, viendo resultados favorables en el contenido de humedad, límites líquidos e índice de plasticidad, en cuanto al CBR de la subrasante según los resultados obtenidos del se pudo comprobar la mejora de valores al añadir la Cal, llegando a concluir que la adición de 6% de Cal a la muestra patrón es la más adecuada para una estabilización mejorando de 8% de CBR a 16%. A si mismo Calderón (2022), realizo un estudio científico de los efectos de la estabilización con cal viva y ceniza de Cañihua en las propiedades de la subrasante, carretera Caracoto – Suches, Puno, 2022. Donde realizo la excavación de 03 calicatas de 1.50m x 1.50m de profundidad en las progresivas 3+300, 3+800 y 4+300, para extraer las muestras y realizar los ensayos de laboratorios correspondientes y así identificar el tipo de suelo y sus características, teniendo como resultados en la C-1 un CL, A-6(6), en la C-II un CL, A-6(7) y en C-III, un CL, A-6(6), con un LL de 33.17% en la C-I, 34.95% en la C-II, y 33.77% mientras el IP fue de 16.44% en la C-I, 18.68% en la C-II y 15.94% en la C-III, al añadir 5% de Cal + 4% de CC el LL vario a 31.38% en C-I, 32% en la C-II, y 31.44% en la C-III, al igual que su IP variando a 15.94 en C.I, 16.73 en C-II y 15.03 en C-III, al añadir 5% de Cal + 7% de CC el LL vario a 28.61% en C-I, 30.70% en la C-II, y 29.76% en la C-III,

al igual que su IP variando a 13.85 en C-I, 15.26 en C-II y 14.37 en C-III, al añadir 5% de Cal + 10% de CC el LL vario a 25.94% en C-I, 28.26% en la C-II, y 28.36% en la C-III, al igual que su IP variando a 12.60 en C-I, 14.49 en C-II y 13.93 en C-III, en al CBR en suelo natural obtuvo valores de 8.2% en C-I, 9.5% en C-II y 9.6% en C-III, al añadir 5% Cal + 4% de CC el CBR vario a 9.8% en C-I, 9.9% en C-II y 10.5% en C-III, al añadir 5% Cal + 7% de CC el CBR vario a 11,6% en C-I, 11.3% en C-II y 11.3% en C-III, al añadir 5% Cal + 10% de CC el CBR vario a 12.6% en C-I, 12.1% en C-II y 12.7% en C-III, donde se puede deducir que mientras más aumente el porcentaje de material estabilizante mejora el límite líquido, índice de plasticidad y CBR. De tal manera Landa (2019), realizo un estudio científico Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas Volante de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal, con el fin de estabilizar dicha subrasante no pavimentada con material agroindustrial donde se incorporó la CBCA y Cal en porcentajes de 5%, 15% y 25% en la cual clasifico a la muestra patrón A-6(8) como acilla de baja plasticidad según la clasificación AASHTO, en la cual obtuvo un LL de 36.71% un LP de 22.1% y un IP de 14.61% y CBR de 6.6%. al añadir 5% de material estabilizante se obtuvo una máxima densidad de 1.95%, al añadir 15% de material estabilizante se obtuvo una máxima densidad de 2.01%, al añadir 25% de material estabilizante se obtuvo una máxima densidad de 2.05%, en cuanto al contenido óptimo de humedad, al añadir 5% de material estabilizante se obtuvo optimo contenido óptimo de humedad de 20%, al añadir 15% de material estabilizante se obtuvo optimo contenido óptimo de humedad de 10%, al añadir 25% de material estabilizante se obtuvo optimo contenido óptimo de humedad de 18%, por otro lado el CBR al añadir 5% de material estabilizante se obtuvo un CBR de 8.8%, al añadir 15% de material estabilizante se obtuvo un CBR de 13.4%, al añadir 25% de material estabilizante se obtuvo un CBR de 16.4%. Infiriendo a partir de los resultados de estas investigaciones se puede concluir que la incorporación de Cal como material estabilizante mejora las propiedades físicas mecánicas de las muestras de suelos.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1 En relación a los datos técnicos proporcionado por los resultados del estudio de mecánica de suelos se logró identificar las características físicas mecánicas del suelo natural de la C1 encontrando desde 0.00 a 0.30 m un material orgánico, un LL: 39.91% e IP: 23.51%, por otro lado en la C2 se encontró desde 0.00 a 0.30 m un material orgánico, un primer estrato de 0.40 a 0.80 m conformado por una arcilla de alta plasticidad con arena de color amarillo claro, con 82.10 de finos, (que pasa la malla N°200), LL: 52.15% e IP: 27.20%.
- 7.2 De acuerdo con los diseños de mezcla al 3%, 5% y 8% de cal se concluye que se obtuvieron resultados favorables para nuestra investigación, logrando estabilizar las propiedades físicas mecánicas del suelo natural.
- 7.3 En relación a los estudios de mecánica de suelos se logró mejorar la humedad de natural, de 11.30% de la muestra patrón a 2.90% al 3% de Cal, 6.10% al 5% de Cal, 6.03% al 8%, siendo la mezcla al 3% la que reduce más la humedad natural del suelo.
- 7.4 En relación a los datos técnicos proporcionado por los resultados del estudio de mecánica de suelos se logró identificar el CBR en la muestra patrón, dando 14.70%, al 3% de Cal el CBR fue de 16.5%, al 5% de Cal en CBR fue de 17.40%, al 8% de Cal el CBR fue 19.50%, siendo valores aceptables para una buena subrasante según lo establece el MTC.
- 7.5 En relación a los estudios de mecánica de suelos, se identificó el LL y IP de la muestra patrón dando un LL: 31.81%, IP: 15.95, al 3% de Cal el LL: 34.56%, IP: 15.06, al 5% de Cal el LL: 31.60, IP: 18.47, al 8% de Cal el LL: 29.72, IP: 12.67
- 7.6 Se concluyó que al incorporar Cal se mejora las propiedades físicas. Mecánicas del suelo natural, mejorando los valores de CBR, límites de Atterberg y humedad natural.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1 En base a los resultados obtenidos se recomienda identificar las características físicas mecánicas de la subrasante estudiada para poder tener conocimiento del tipo de suelo a estudiar. Se recomienda a futuros investigadores a utilizar la cal como material estabilizante para subrasantes de bajo CBR.
- 8.2 Con todo lo mencionado se recomienda tomar muy en cuenta el lugar de extracción de los materiales porque intervienen muchos factores sobre todo en el diseño de una mezcla y por ende mantener la veracidad de los datos que se obtengan.
- 8.3 Nuestro trabajo investigativo a raíz del uso de la cal como material estabilizante se recomienda el uso de cal al 8% porque proporciona mejor resultado ya que mejora propiedades físicas mecánicas de la subrasante.
- 8.4 Con todo lo mencionado se sugiere hacer más investigación con diversos tipos de suelos, incorporando la Cal en diversos porcentajes, de esa manera esto influirá satisfactoriamente con su contenido de humedad óptima.

REFERENCIAS

ACUÑA SUPO, S.; LIENDO LUQUE, C. 2020. "USO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ COMO ALTERNATIVA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS EN PAVIMENTOS". SOTO DUEÑAS, M. (M.SC.). TESIS DE PREGRADO, PONTEFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. DISPONIBLE DE:

<HTTPS://TESIS.PUCP.EDU.PE/REPOSITORIO/HANDLE/20.500.12404/20754>

ARIAS, J. (2021). "TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA". LIBRO ACADÉMICO. ISBN: 978-612-48444-0-9. OBTENIDO EN:

<HTTP://REPOSITORIO.CONCYTEC.GOB.PE/HANDLE/20.500.12390/2238>

ALARCON, J. [ET AL.]. 2020. STABILIZATION OF SOILS THROUGH THE USE OF OILY SLUDGE [EN LÍNEA]. VOL. 35 N° 8 [FECHA DE CONSULTA 20 DE JULIO DE 2022]. DISPONIBLE EN:

HTTP://WWW.SCIELO.CL/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI_ARTTEXT&PID=S0718-50732020000100005&LNG=ES&NRM=ISO

AUCCALLA GAMARRA, M.; VALENZUELA VILCAMICHE, J. 2019. "ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ - CHICHIZU, JUNÍN 2019". TACZA CEBALLOZ, J. (M.SC.). TESIS DE PREGRADO, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. DISPONIBLE DE:

<HTTPS://REPOSITORIO.UCV.EDU.PE/HANDLE/20.500.12692/55879>

BOWELS, J. [ET AL.]. 2017. "COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA". (56 000 PIE-LB/PIE3 [2700 KN-M/M3]) (PROCTOR MODIFICADO) [EN LÍNEA]. VOL. 33 N° 2 [FECHA DE CONSULTA 24 DE JULIO DE 2022]. DISPONIBLE EN:

<HTTPS://XDOC.MX/PREVIEW/PROCTOR-MODIFICADO-LMS-607BB121C26EC>

CABANA VALVERDE, M. (2017). "MEJORAMIENTO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE (CBR) AL ADICIONAR EL ESTABILIZANTE QUÍMICO CAL A LA SUB – RASANTE DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE BAJO TRÁNSITO PARIA – WILCAHUAIN, HUARAZ, 2017". TESIS PREGRADO. UNIVERSIDAD

CESAR VALLEJO. DISPONIBLE DE:
[HTTPS://REPOSITORIO.UCV.EDU.PE/HANDLE/20.500.12692/13375](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/13375)

CASTILLO PARRA, B. 2017. "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON VALORES DE CBR MENORES AL 5% Y LÍMITES LÍQUIDOS SUPERIORES AL 100%, PARA UTILIZARLOS COMO SUBRASANTES EN CARRETERAS". BOJORQUE IÑEGUEZ, J. (M.SC.) TESIS DE PREGRADO, UNIVERSIDAD DE CUENCA. DISPONIBLE DE:

[HTTP://DSPACE.UCUENCA.EDU.EC/HANDLE/123456789/26917](http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26917)

CALDERON LOPEZ, N. (2022). "EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO – SUCHES, PUNO 2022", TESIS PREGRADO. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. DISPONIBLE DE:

[HTTPS://REPOSITORIO.UCV.EDU.PE/HANDLE/20.500.12692/101625](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101625)

CONDORI, P. (2020). "UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA". REVISTA ELECTRÓNICA. OBTENIDO EN:

[HTTPS://WWW.ACADEMICA.ORG/CPORFIRIO/18.PDF](https://www.academica.org/cporfirio/18.pdf)

CRESPO VILLALAZ, C. (2018). "MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTOS". REVISTA INGENIERIA. OBTENIDO EN:

[HTTPS://STEHTEN.FILES.WORDPRESS.COM/2015/06/MECANICA-DESUELOS-Y-CIMENTACIONES-CRESPO-VILLALAZ.PDF](https://stehten.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf)

DELGADO LEON, I.; GUERRAS PISCO, B. 2020. "ANÁLISIS COMPARATIVO DE ACEITE SULFONADO Y CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA SAN FRANCISCO, TARAPOTO-2020". BENITES ZUÑIGA, J. (M.SC.). TESIS DE PREGRADO, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. DISPONIBLE DE:

[HTTPS://REPOSITORIO.UCV.EDU.PE/HANDLE/20.500.12692/67008](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67008)

DUARTE NIÑO, M.; ROJAS GARZON, H. 2017. "OBTENCIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO USANDO EL PENETRÓMETRO DE CONO DE CAÍDA, CONSIDERANDO LOS DIFERENTES CONOS EXISTENTES EN LA LITERATURA PARA UN SUELO BENTÓNICO". RUGE CARDENAS, J. (M.SC.).

TESIS DE PREGRADO, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. DISPONIBLE DE: <HTTPS://REPOSITORY.UCATOLICA.EDU.CO/HANDLE/10983/15200>

DIARIA ALVAREZ, A.; OROSCO OSPINO, J. 2020. “EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO – QUIMICAS Y MECANICAS DEL ADOBE ELABORADO CON CAL PARA SU USO EN LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE”, REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIA DE AVANZADA [EN LÍNEA]. VOL. 1 N° 35 [FECHA DE CONSULTA 08 DE AGOSTO DE 2022]. DISPONIBLE EN: <HTTPS://OJS.UNIPAMPLONA.EDU.CO/OJSVICEINVES/INDEX.PHP/RCTA/ARTICLE/VIEW/47>

FLORES ISMINIO, M. (2020). “ESTABILIZACION DE SUBRASANTE UTILIZANDO PUZOLANICO DE CASCARILLA DE ARROZ Y CAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE, SAN MARTIN – 2020”. TESIS PREGRADO. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. DISPONIBLE DE: <HTTPS://REPOSITORIO.UCV.EDU.PE/HANDLE/20.500.12692/47893>

GUEVARA, G., ET AL. (2020). “METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA (DESCRIPTIVAS, EXPERIMENTALES, PARTICIPATIVAS, Y DE INVESTIGACIÓN-ACCIÓN)”. REVISTA CIENTÍFICA. OBTENIDO EN: <HTTPS://WWW.RECIMUNDO.COM/INDEX.PHP/ES/ARTICLE/VIEW/860>

GUILLEN BERNAL, L.; ZÚÑIGA TORRES, B. (2021). “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL SUELO MEDIANTE ESTABILIZACIÓN SUELO CEMENTO APLICADO A LA MINA GANZHIGADPC1 EN EL CANTÓN CAÑAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO”. TESIS PREGRADO. UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA. DISPONIBLE DE: <HTTP://DSPACE.UTPL.EDU.EC/HANDLE/20.500.11962/29194>

HERNÁNDEZ, S., Y DUANA, D. (2020). “TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS”. REVISTA CIENTÍFICA. OBTENIDO EN: <HTTPS://REPOSITORY.UAEH.EDU.MX/REVISTAS/INDEX.PHP/ICEA/ARTICLE/VIEW/6019>

HERNANDEZ GONZALEZ, O. “APROXIMACIÓN A LOS DISTINTOS TIPOS DE MUESTREO NO PROBABILÍSTICO QUE EXISTEN”. [ONLINE]. 2021, VOL.37,

N.3 [FECHA DE CONSULTA 17 DE AGOSTO DE 2022], DISPONIBLE EN:
<HTTPS://REVMGI.SLD.CU/INDEX.PHP/MGI/ARTICLE/VIEW/1442>

JIMENEZ HUALLPA, C. 2017. “EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUAS ACIDAS DE MINA MEDIANTE NEUTRALIZACIÓN ACTIVO CON LECHADA DE CAL DE LA UNIDAD MINERA ARASI – PUNO”. CRUZ HUARANGA, M. (M.SC.). TESIS DE PREGRADO, UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN. DISPONIBLE
HTTPS://REPOSITORIO.UPEU.EDU.PE/BITSTREAM/HANDLE/20.500.12840/856/CYNTHIA_TESIS_BACHILLER_2016.PDF?SEQUENCE=5

KIKUT CRUZ, K; 2020. “BENEFICIOS DEL USO DE CAL HIDRATADA EN MEZCLAS ASFALTICAS: REVISION DEL ESTADO DEL ARTE”, REVISTA INFRAESTRUCTURA VIAL. [EN LÍNEA]. VOL. 22 N° 39 [FECHA DE CONSULTA 13 DE AGOSTO DE 2022]. DISPONIBLE EN:
<HTTPS://WWW.SCIELO.SA.CR/PDF/INFRAESTRUCTURA/V22N39/2215-3705-INFRAESTRUCTURA-22-39-12.PDF>

LINARES ORDOÑES, C. 2019. “PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE LA RED VIAL TERCIAARIA DEL MUNICIPIO DE COGUA”. TESIS DE PREGRADO, UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, BOGOTÁ. DISPONIBLE DE:
<HTTP://HDL.HANDLE.NET/10654/32012>

LANDA ALARCON, J.; TORRES MONTESINOS, S. 2019. “MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS EN SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZAS VOLANTES DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y CAL”. ARRIOLA, G. (M.SC.). TESIS DE PREGRADO, UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS DISPONIBLE DE:
HTTPS://REPOSITORIOACADEMICO.UPC.EDU.PE/BITSTREAM/HANDLE/10757/626177/LANDAA_J.PDF?SEQUENCE=6&ISALLOWED=Y

J. ALARCON, ET AL. 2020. “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE EL USO DE LODOS”. ACEITOSO REVISTA CHILENA DE INGENIERIA [EN LÍNEA]. VOL. 35 N° 1 [FECHA DE CONSULTA 8 DE JULIO DE 2022]. DISPONIBLE EN:
HTTPS://WWW.SCIELO.CL/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI_ARTTEXT&PID=S0718-50732020000100005

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO (MVCS). (2018). TIPOS DE SUELOS EN LAS REGIONES DEL PERU, PAG. 53

[HTTPS://WWW.CONGRESO.GOB.PE/DOCS/COMISIONES2018/PRESUPUESTO/FILES/VIVIENDA_RE.PDF](https://www.congreso.gob.pe/docs/comisiones2018/presupuesto/files/vivienda_re.pdf)

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMERCIO (MTC). (2015). MANUAL DE CARRETERAS SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS, SECCION SUELO Y PAVIMENTOS, PAG. 305.

[HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM_DOCS/P_RECIENTES/4515.PDF](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/p_recientes/4515.pdf)

NORIEGA ARMAS, Y. VIVES ARROYO, J. A, & MUÑOZ PÉREZ, S. P. (2022). "USO DE ESTABILIZADORES DE SUELO: UNA REVISIÓN DEL IMPACTO AL CORTE Y ASENTAMIENTO". AVANCES INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA, 19(1). DISPONIBLE DE: [HTTPS://DOI.ORG/10.18041/1794-4953/AVANCES.1.6856](https://doi.org/10.18041/1794-4953/AVANCES.1.6856)

NESTERENKO, F. 2018. "DESEMPEÑO DE SUELOS ESTABILIZADOS CON POLIMEROS EN PERU". UNIVERSIDAD DE PIURA, DISPONIBLE EN: [HTTPS://PIRHUA.UDEP.EDU.PE/BITSTREAM/HANDLE/11042/3474/MAS_ICIV-L_043.PDF?SEQUENCE=2&ISALLOWED=Y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3474/mas_iciv-l_043.pdf?sequence=2&isallowed=y)

PAZ, C.; OCHOA, I. 2012 LA PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN NACIONAL Y LOS ASPECTOS ÉTICOS INVOLUCRADOS [EN LÍNEA]. VOL. 4 N° 3 [FECHA DE CONSULTA 04 DE AGOSTO DE 2022]. DISPONIBLE EN: [HTTPS://DIALNET.UNIRIOJA.ES/SERVLET/ARTICULO?CODIGO=7527397#:~:TEXT=SE%20PLANTEA%20QUE%20LA%20INVESTIGACI%C3%B3N,EN%20CIE NCIA%20SEA%20MUY%20ESCAZA.](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7527397#:~:text=se%20plantea%20que%20la%20investigaci%C3%B3n,en%20ciencia%20sea%20muy%20escaza)

PARRA GOMEZ, M. 2018. "ESTABILIZACION DE UN SUELO CON CAL Y CENIZA VOLANTE". BASTIDA MARTINEZ, J.G. (M.SC.) TESIS DE PREGRADO, UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA. DISPONIBLE DE:

[HTTPS://REPOSITORY.UCATOLICA.EDU.CO/BITSTREAM/10983/22856/1/TRA_BAJO%20DE%20GRADO%20MANUEL%20GERARDO%20PARRA%20GOMEZ%20505587.PDF](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22856/1/TRA_BAJO%20DE%20GRADO%20MANUEL%20GERARDO%20PARRA%20GOMEZ%20505587.pdf)

RAMOS PEREZ, M.; ROBLEDO MERINO, S. 2020. "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020". RIOS VARGAS, C. (M.SC.). TESIS DE PREGRADO, UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ. DISPONIBLE DE:

[HTTP://REPOSITORIO.UCP.EDU.PE/BITSTREAM/HANDLE/UCP/1241/RAMOS%20P%20C%2089REZ%20MERCY%20JUDIT%20Y%20ROBLEDO%20MERINO%20STHEFANY%20-%20TESIS.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y](http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/ucp/1241/RAMOS%20P%20C%2089REZ%20MERCY%20JUDIT%20Y%20ROBLEDO%20MERINO%20STHEFANY%20-%20TESIS.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y)

RODRIGUEZ, M.; HIDALGO CESAR, C. 2005. REVISTA INGENIERIAS [EN LÍNEA]. VOL. 04 N° 6 [FECHA DE CONSULTA 12 DE JULIO DE 2022]. DISPONIBLE EN: [HTTPS://WWW.REDALYC.ORG/PDF/750/75040608.PDF](https://www.redalyc.org/pdf/750/75040608.pdf)

RIVERA, J.; AGUIRRE RIVERO, A.; MEJIA DE GUTIERREZ, R. 2020. "ESTABILIZACION QUIMICA DE SUELOS – MATERIALES CONVENCIONALES Y ACTIVADOS ALCALINAMENTE". [EN LÍNEA]. VOL. 84 N° 2 [FECHA DE CONSULTA 16 DE AGOSTO DE 2022]. DISPONIBLE EN: [HTTPS://DIALNET.UNIRIOJA.ES/SERVLET/ARTICULO?CODIGO=7590766](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7590766)

ROBLES, DIAZ. J. 2018. ANÁLISIS Y ESTABILIZACIÓN DE ARCILLA NEGRA CON CLORURO DE SODIO (NACI), ARENA PÓMEZ, CAL Y CEMENTO, PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA. TESIS DE PREGRADO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, MANAGUA. DISPONIBLE DE: [HTTPS://REPOSITORIOSIIDCA.CSUCA.ORG/RECORD/REPOUNI2473#:~:TEXT=SUMARIO%3A-,_DETERMINA%20LA%20ESTABILIZACION%20DE%20ARCILLA%20NEGRA%20CON%20CLORURO%20DE%20SODIO,%20HUMEDAD%20OPTIMA%20HUMEDAD%20NATURAL](https://repositoriosiidca.csuca.org/record/repouni2473#:~:TEXT=SUMARIO%3A-,_DETERMINA%20LA%20ESTABILIZACION%20DE%20ARCILLA%20NEGRA%20CON%20CLORURO%20DE%20SODIO,%20HUMEDAD%20OPTIMA%20HUMEDAD%20NATURAL).

RODRIGUEZ, A; ET AL. 2017. "DE CAL Y CARRETERAS", REVISTA TECNICA DE LA ASOCIACION ESPAÑOLA DE LA CARRETERA [EN LÍNEA]. VOL. 1 N° 135 [FECHA DE CONSULTA 10 DE AGOSTO DE 2022]. DISPONIBLE EN: [HTTPS://TRID.TRB.ORG/VIEW/967669](https://trid.trb.org/view/967669)

SÁNCHEZ, F. (2019). "FUNDAMENTOS EPISTÉMICOS DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA: CONSENSOS Y DISENSOS". REVISTA

DIGITAL. INVESTIGACIÓN. DOCENCIA UNIV. VOL.13 NO.1. LIMA. OBTENIDO EN:

[HTTP://WWW.SCIELO.ORG.PE/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI_ARTTEXT&PID=S223-25162019000100008](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S223-25162019000100008)

M, SERNA. ¿CÓMO MEJORAR EL MUESTREO EN ESTUDIOS DE PORTE MEDIO USANDO DISEÑOS CON MÉTODOS MIXTOS? APORTES DESDE EL CAMPO DE ESTUDIO DE ELITES. EMPIRIA. REVISTA DE METODOLOGÍA DE LAS CIENCIAS SOCIALES, 2019, NO 43, P. 187-210. DISPONIBLE EN: [HTTPS://WWW.REDALYC.ORG/JOURNAL/2971/297166564008/297166564008.PDF](https://www.redalyc.org/JOURNAL/2971/297166564008/297166564008.PDF)

SUAREZ PEREZ, D.; CAMILO ZARATE, J. 2013. EFECTO DE LA UTILIZACION DE CAL VIVA COMO ADITIVO SOBRE LOS PARAMETROS DE FERMENTACION Y LA CALIDAD NUTRICIONAL EN EL PASTO KIKUYO PENNISETUM CLANDESTINUM, PAPA SOLANUM TUBEROSUM Y ARVEJ PISUM SATIVUM, REVISTA CHILENA DE INGENIERIA. [EN LÍNEA]. VOL. 1 N° 2 [FECHA DE CONSULTA 12 DE AGOSTO DE 2022]. DISPONIBLE EN: [HTTPS://CIENCIA.LASALLE.EDU.CO/CGI/VIEWCONTENT.CGI?ARTICLE=1180&CONTEXT=ZOOTECNIA](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1180&context=zootecnia)

TACCA HUARACCA, J. 2021. “ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO CON ADICIÓN DE CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE, VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC, 2021”. VILLEGA MARTINEZ G. (M.SC.). TESIS DE PREGRADO, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. DISPONIBLE DE: [HTTPS://REPOSITORIO.UCV.EDU.PE/HANDLE/20.500.12692/58189](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58189)

ANEXOS

ANEXO 01: Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente: CAL	según kikut (2020) la cal u es un agregado químico que se obtiene de la calcinación de piedras calizas, utilizado mayormente para proyectos de infraestructura vial, esto para mejorar la composición del suelo	según Álvarez (2020). menciona que la cal es un aditivo utilizado por sus propiedades brindando al asfalto la capacidad de resistir mayor humedad.	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización de subrasante 	<ul style="list-style-type: none"> • +3 % • +5 % • +8 % 	Razón
Variable dependiente: Estabilización de la subrasante.	según Cabrera (2020). Nos dice que consiste en la mejora de las propiedades físicas y capacidad portante de una subrasante al combinar un material estabilizante para fines de pavimentación	Según: MCGP (2014). hace referencia a una mezcla homogénea entre el suelo, cal y agua, el material denominado cal es oxido de calcio, que poseen la característica de hacerse rígida al contacto con el aire una vez mezclada con agua en cantidad apropiada por el diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización de subrasante 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico • Límite de Atterberg • Proctor modificado • CBR 	Razón

ANEXO 02: Matriz de consistencia

Título: Propuesta de estabilización con cal para la subrasante del jr. villa santa rosa cdra. I y II, Tarapoto 2022						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores.	Metodología
<p>Problema general: ¿En qué aspecto mejorará la adición de cal para estabilizar la subrasante del Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál será las características físicas mecánicas del suelo natural sin la incorporación de Cal en el Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II? • ¿Cuál será el diseño de mezcla para la estabilización de la subrasante sin la incorporación de cal y con la incorporación de cal en porcentajes de 3%, 5% y 8%? • ¿en qué aspecto variará las propiedades físico mecánicas al incorporar cal en porcentajes de 3%, 5% y 8% para estabilizar la subrasante del Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II? 	<p>Objetivo general:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la efectividad de la incorporación de cal a la subrasante del Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • determinar las características físicas mecánicas del suelo natural sin la incorporación de Cal en el Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II • determinar el diseño de mezcla para la estabilización de la subrasante sin la incorporación de cal y con la incorporación de cal en porcentajes de 3%, 5% y 8% • determinar en qué aspecto variará las propiedades físico mecánicas al incorporar cal en porcentajes de 3%, 5% y 8% para estabilizar la subrasante del Jr. Villa Santa Rosa Cdr I y II 	<p>Hipótesis general.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿la incorporación de cal para estabilizar la subrasante de la calle villa Santa Rosa Cdra. I y II influirá significativamente en el mejoramiento de la subrasante? <p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿la incorporación de cal mejorará significativamente las propiedades físicas mecánicas de la subrasante? • ¿La incorporación de cal mejorará significativamente la humedad natural, limite líquido e índice de plasticidad de la subrasante? • ¿La incorporación de cal mejorará significativamente el porcentaje de CBR de la subrasante? 	<p>Variable independiente. CAL.</p> <p>Variable dependiente. Estabilización de la subrasante</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Límites de Atteberg. • Humedad Natural. • Propiedades de Granulometría • CBR 	<p>+3 %</p> <p>+5 %</p> <p>+8 %</p>	<p>Enfoque Cuantitativo, Tipo Aplicado, Diseño Experimental</p>



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, FERNÁNDEZ VALLES CÉSAR ALFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis Completa titulada: "Propuesta de Estabilización con Cal para la Subrasante del Jr. Villa Santa Rosa Cdra. I y II, Tarapoto 2022", cuyos autores son ZUÑIGA DEL AGUILA DIEGO MAURICIO, GARIBAY RAMIREZ ESTEBAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TARAPOTO, 09 de Enero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
FERNÁNDEZ VALLES CÉSAR ALFREDO DNI: 80290053 ORCID: 0000-0002-8436-5327	Firmado electrónicamente por: CESARALFREDO300 el 09-01-2023 12:34:14

Código documento Trilce: TRI - 0514578