



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020.”

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

AUTORES:

Anaya Ordinola, Selene Brijith (ORCID0000-0003-1162-6327)

Saavedra Senmache, Luis Felipe (ORCID 0000-0002-6764-1713)

ASESORA:

Mg. Saldarriaga Castillo, María del Rosario (ORCID: 0000-00a2-0566-6827)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de infraestructura vial

PIURA – PERÚ

2021

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios, por todo el amor incondicional que siempre nos está demostrando, por la vida y la salvación.

A mis Padres, que gracias al trabajo y esfuerzo que demostraron en sus roles, me motiva a luchar por mis metas.

Y por último a todas las personas que apoyaron en el cumplimiento y desarrollo de esta investigación.

Agradecimiento

Especialmente a nuestra asesora, por el apoyo incondicional que siempre nos dio, por su tiempo y trabajo que demostró con profesionalismo, de igual forma agradecer a nuestro centro de estudio la Universidad Cesar Vallejo por sus instalaciones que aportaron un conocimiento científico a esta investigación, por sus docentes que con sus conocimientos nos dieron sabiduría y claridad en toda nuestra carrera.

Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	ii
Índice de contenidos	iv
Índice de Tablas	¡Error! Marcador no definido.
Índice de gráficos y figuras.....	¡Error! Marcador no definido.
Índice de abreviaturas	¡Error! Marcador no definido.
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
I. INTRODUCCIÓN	7
II. MARCO TEORICO	12
III.METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
Enfoque de Estudio.....	22
3.2. Categorías, Subcategorías y Matriz de categorización.....	22
3.3. Escenario de Estudio.....	23
3.4. Participantes.....	23
3.6. Procedimiento.....	24
3.7. Rigor Científico	26
3.8. Método de análisis de datos	26
3.9. Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
V. CONCLUSIONES	28
VI. RECOMENDACIONES.....	33
VII. PROPUESTAS	¡Error! Marcador no definido.
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

Resumen

El presente trabajo de investigación denominado, Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una subrasante. Piura 2020, tiene como objetivo realizar una evaluación de los trabajos previos a nivel de pre-grado, maestría, así como la intervención de artículos científicos, la finalidad de esta investigación es identificar cuál de los materiales no convencionales cumplen con las características necesarias para ser utilizados como estabilizadores, teniendo en cuenta que por materiales no convencionales se refiere a las cenizas de carbón y las conchas de abanico. La metodología empleada señala a un tipo de investigación no aplicada, cuyo diseño es experimental es básico y de enfoque cualitativo, la zona de estudio se basa en los trabajos previos obtenidos, la técnica aplicada para la evaluación de estos fue el análisis documental por lo que se tuvo que emplear instrumentos como lo son las fichas de investigación documental.

Con respecto a los resultados tenemos que la muestra estudiada fue una arcilla de baja compresibilidad conformada por 34.14% de arena y 65.86% de material pasante por la malla N°200, por lo que la compresibilidad se vio seriamente afectada, lo que se obtiene es que resulta imposible realizar una estabilización empleando cal en un suelo de tipo arcilloso.

Para concluir esta investigación concluye que para la estabilización de sub – rasantes con presencia de arcilla, se busque otro tipo de material, que cumpla con los parámetros de la norma.

Abstract

The present research work called, Evaluation of previous works on the use of non-conventional materials in the stabilization of a subgrade. Piura 2020, aims to evaluate previous works at undergraduate and master level, as well as the intervention of scientific articles, the purpose of this research is to identify which of the non-conventional materials meet the necessary characteristics to be used as stabilizers, taking into account that non-conventional materials refer to coal ashes and fan shells. The methodology used points to a type of non-applied research, whose design is experimental, basic and qualitative approach, the study area is based on the previous works obtained, the technique applied for the evaluation of these was the documentary analysis, so it was necessary to use instruments such as the documentary research cards.

With respect to the results we have that the sample studied was a clay of low compressibility formed by 34.14% of sand and 65.86% of material passing through the N°200 mesh, so the compressibility was seriously affected, what is obtained is that it is impossible to perform a stabilization using lime in a clay type soil.

In conclusion, this research concludes that for the stabilization of sub-slopes with the presence of clay, another type of material should be sought that complies with the parameters of the standard.

Key words: Stabilization, unconventional materials and subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

En el año de 1926 en EE. UU se llevaron a cabo prácticas ambientales las cuales consistían en la disminución de desechos tóxicos e industriales. lo que generó la búsqueda de opciones para la reutilización de residuos, así fue cómo surgió la idea de utilizar material no convencional en la elaboración de suelos estables. (NationalAcademyofSciencies, 2009) afirma que en Alemania se comenzó a estabilizar los suelos desde los años 30 pero es en los años 50 donde toma su debida importancia, esto se debe a la aplicación de nuevas tecnologías como la cal y el cemento, de esta manera se podía lograr un mejoramiento parcial o total de un suelo.

Según (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2016), la transición de un suelo pésimo a un suelo optimo es una práctica que se ha venido empleando en la ingeniería vial a lo largo del tiempo con excelentes resultados, reduciendo así el periodo de tiempo constante de los mantenimientos a dichas carreteras. En la ingeniería existen diferentes tipos de vías las cuales necesitan de un buen diseño que pueda ser ejecutado con el fin de soportar las diferentes cargas de aplicación, este diseño tiene que considerar una mejora como la impermeabilización y que la migración de elementos finos no sea permitida. Es por eso que un suelo es estable solo cuando cumple con las normativas del California Bearing Ratio (CBR), índice de plasticidad, porcentaje de humedad, caso contrario se debe llevar a cabo múltiples estabilizaciones para lograr los estándares adecuados.

En la actualidad se ha logrado manejar múltiples técnicas para el equilibrio de suelos así tenemos la estabilización mecánica que se demuestra en una buena compactación , la estabilización física radica en lograr una buena granulometría incorporando materiales granulares, la estabilización física – química que básicamente es modificar las propiedades del suelo producto a la intervención de un agente estabilizante y también tenemos la estabilización química que se enfoca en la aplicación de productos químicos como la cemento portland, cloruro de sodio, cloruro de calcio y cal. Sin embargo, también existen residuos agrícolas o industriales como las valvas de moluscos y las cenizas de carbón,

que con el propósito de reusarlos fueron enfocados como agentes estabilizadores teniendo así un resultado que es optimizar las características de los suelos, logrando que sea económico, constructivo y ambiental.

En países como Europa, EE. UU y Latinoamericanos han utilizado cenizas de carbón como parte de un elemento empleado para la pavimentación, logrando obtener una estabilización del suelo y a la vez optimizando las características mecánicas (PÉREZ, 2012). Un suelo arenoso se caracteriza por no cumplir con las propiedades mecánicas necesarias para la elaboración de una pavimentación, esto se debe a que la capacidad portante de carga es mínima, por ello ante este problema es necesario optar por modificar las propiedades mecánicas del suelo, mejorándolo con productos adicionados (MORALES, 2015).

En la actualidad existen diferentes tipos de terrenos tales como: limosos, calizos, humíferos, arcillosos, pedregosos, entre otros, así se observa que uno de los más grandes problemas que aborda la humanidad en la construcción, es el saber cómo construir o trabajar con estos tipos de terrenos, esto se debe a que no todos tienen las propiedades físicas y mecánicas inevitables, es por ello que se ha visto la necesidad de optar por mecanismos que aporten modificaciones parciales o totales. Respecto a lo anterior se conoce que el metro de Madrid una de las construcciones más famosas del mundo moderno en Europa presenta un problema que es la inestabilidad de su terreno arenoso, lo que le ha generado inconvenientes de inestabilidad al profundizar un túnel mediante el método tradicional de Madrid con escudos de división completa de frente proporcionado, en correlación con los requisitos geotécnicos del suelo.

En Perú, (INEI, 2012), estipula que, existe un alrededor de 350,72 carreteras a nivel nacional lo que superó al año 2005 en el cual se tenía registrado 78,506 carreteras a nivel nacional, es decir que el Perú presentó un aumento considerable de la construcción de vías de comunicación pavimentadas y caminos trochados los cuales intercomunican los diferentes departamentos de este País.

En el caso del departamento de Piura, se conoce que: existen 451,000 metros de vías en un estado de trocha, esta investigación identificó que la región Piura forma parte del territorio del noroeste del Perú, la que presenta accidentes geográficos como: área de llanura desértica al oeste conformada por cotas que varían entre los 100 y 350 m.s.n.m. , zonas comprendidas por montañas las cuales son parte de la cordillera occidental, que esta segmentada por la depresión de Huancabamba, además Piura está conformada por cotas que varían los 350 y los 3750 m.s.n.m. (CAMPOS, 2011), como se puede entender el departamento de Piura cuenta con múltiples tipos de suelo así como una gran cantidad de accidentes geográficos.

Considerando los datos anteriormente mencionados y teniendo en cuenta las características de los suelos que componen las vías de Piura, esta investigación se centra en hacer una evaluación de investigaciones que con anterioridad se han realizado que compartan similitud con los objetivos presentados en el desarrollo del proyecto, todo ellos para describir los nuevos conocimientos que se obtienen a partir de esos análisis comparativos poder proponer nuevos conceptos, características, instrumentos y diseños de investigación que puedan ser aplicados e esta realidad peruana o piurana.

En resumen, se busca realizar un análisis de los resultados obtenidos en trabajos previos y así brindar una posible solución para la estabilización de una sub - rasante mediante el uso de cenizas de carbón.

Luego de haber recreado la problemática de esta investigación se plantea como problema general ¿Cuál es el resultado de la evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante Piura. 2020? y como problemas específicos ¿cuáles son las propiedades físicas – mecánicas resultantes de evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020?; ¿Cuáles son las propiedades químicas resultado de la evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante Piura. 2020? y ¿cuál es porcentaje de materiales no convencionales para la optimización de una mezcla según la

evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub-rasante. Piura. 2020?

Continuando con el desarrollo de esta investigación existe la necesidad de justificar el motivo de la misma, la cual tiene el fin de evaluar los trabajos previos y demostrar si al combinar algunos elementos con la sub-rasante de un suelo se puede incrementar la capacidad portante del terreno de fundación ya que estos elementos poseen características de tener componentes cementantes que cooperaran a incrementar la capacidad portante del suelo y a reducir el índice plástico y de expansión. Es importante aclarar que en esta investigación se trabajaran con el análisis documental, porque se recopilaran investigaciones preliminares, teniendo en cuenta los datos reales para poder comparar objetivos y así obtener nuevas teorías de cuál de los elementos estabilizadores tienen mejores características para la estabilización de un terreno de fundación. Uno de los elementos investigados para el empleo de una sub-rasante son las cenizas de carbón, la cal y el cemento portland, los cuales que resultan ser contaminantes para el medio ambiente de modo que, para transportar estos materiales no convencionales, estos tienen las partículas muy pequeñas que se trasladan a través del viento produciendo enfermedades en la salud de las personas, por este motivo se cree conveniente darle un nuevo uso en lo que es la estabilización de suelos, logrando esto se ayudara a disminuir el porcentaje de contaminación en el mundo. Con esta investigación se quiere demostrar que de manera práctica se están siguiendo los criterios dados en el manual de carreteras vigente, acerca de la estabilización de la sub rasante y disminuyendo los problemas del terreno. Ahora bien, existen diversas maneras para estabilización de suelos no obstante el costo de esos productos no es muy accesible, por ende, que se están buscando cual es el elemento más económico y accesible para el uso de la estabilización ya que estos tienen propiedades cementantes que son importantes para la estabilización de la sub rasante. Por otra parte, esta investigación potenciara a que con nuevos conocimientos se logre obtener nuevos resultados y la verificación de con cuál de los elementos es el más útil para la estabilización de una sub-rasante beneficiando así al conocimiento.

A partir del problema suscitado se presentan los objetivos de esta investigación proponiendo como objetivo general Determinar los resultados de la evaluación de los trabajos previos de estabilización de una sub-rasante mediante el uso de materiales no convencionales en. Piura 2020 y como objetivos específicos se presentan: establecer las propiedades físico-mecánicas resultantes de la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub - rasante mediante el uso de materiales no convencionales. Piura 2020; establecer las propiedades químicas resultados de la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub-rasante mediante el uso de materiales no convencionales. Piura 2020; establecer el porcentaje de materiales no convencionales para la optimización de una mezcla según la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub-rasante. Piura. 2020

II. MARCO TEORICO

El suelo es un material no consolidado, heterogéneo y permeable donde sus propiedades son afectadas por las variaciones de la densidad y humedad. Existen dos tipos de partículas individuales las cuales son partículas granulares y partículas arcillosas, este orden de los diversos grupos de suelos tienen propiedades equivalentes que pueden lograr simplificar la semejanza con otros suelos de la misma clase, cuyas características son similares. Para esto hay diversos procesos de clasificación de suelos, donde los más empleados en el país son el sistema de clasificación de suelos según AASHTO y sistema de clasificación de los suelos según SUCS, estos dos métodos nos ayudan a establecer la estructura granulométrica y los límites de atterberg.

La sub-rasante es el terreno natural de una carretera en el cual se realizan los movimientos de tierra; corte y relleno, en ella se coloca el paquete la estructura de un pavimento. La sub-rasante está conformada por diversos tipos de suelos clasificados según sus características, es aquella que resistirá la estructura del pavimento, para esto se necesita que el terreno sea compactado por capa y así lograr obtener una estructura estable en óptimas condiciones de modo que no se perjudique la carga del diseño resultante de un estudio de tránsito, en este estudio se tendrá en consideración la capacidad de soporte para las características de servicio requeridas, tránsito y rendimiento de los materiales de construcción del área de rodadura, estos tres puntos establecen criterios fundamentales para el diseño del paquete estructural.

Para esto se deberá tener en cuenta que los suelos deberán estar por debajo del nivel superior a una profundidad no inferior de 0.60 m, donde estos deberán ser suelos uniformes con un CBR \geq 6%, si el suelo por debajo de la sub-rasante es menor al 6% en su capacidad de soporte; esta es un área podre o inadecuada, para esto le corresponde a un ingeniero encargado para que estudie la situación de acuerdo al tipo de suelo y logre una solución correcta.

Entre los tipos de estabilización establecidos en el MTC existen la estabilización mecánica, combinación de suelos, sustitución, estabilización con cal, cemento, escoria, cloruro de sodio, cloruro de calcio, cloruro de magnesio, productos asfálticos, con geo sintéticos, entre nuevas alternativas que han resultado económicas y mitigan el daño en el medio ambiente.

La estabilización del suelo determina el mejoramiento de las características físicas del suelo a través de procesos mecánicos y añadiendo productos químicos, innatos o sintéticos. Los tipos de estabilización son procedimientos que se realizan generalmente en las áreas de sub-rasante defectuosas o insuficiente, como las ya mencionadas posteriormente. Estos métodos sirven para darle a la sub-rasante una resistencia mejorada y perennidad de las propiedades adquiridas por el método aplicado. No obstante, estos procedimientos cuentan con ensayos de laboratorio que comprueban la capacidad y tramos ejecutados que refuercen los buenos resultados obtenidos. Asimismo, con estas estabilizaciones se garantiza que en la conservación vial y la construcción se realicen de manera clara, económica y con material accesible.

Siguiendo con el tema estas van de la mano con normas obligatorias del territorio nacional, exigiéndose la aplicación de todos los estudios de estabilización de suelos y taludes (Norma CE.020) en obras de ingeniería civil.

NTP 334.125:2002 Cal viva y cal hidratada para Estabilización de Suelos.

NTP 339.127:1998 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NTP 339.128:1999 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.

NTP 339.129:1999 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

NTP 339.133:1999 SUELOS. Método de ensayo de penetración estándar SPT.

NTP 339.134:1999 SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).

NTP 339.135:1999 SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

NTP 339.143:1999 SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena.

NTP 339.145:1999 SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.

NTP 339.146:2000 SUELOS. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.

NTP 339.150:2001 SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual.

NTP 339.152:2002 SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.

NTP 339.153:2001 SUELOS. Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados.

NTP 339.159:2001 SUELOS. Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL).

NTP 339.167:2002 SUELOS. Método de ensayo estándar para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos.

NTP 339.171:2002 SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas.

NTP 339.174:2002 SUELOS. Método de ensayo normalizado para relaciones de humedad – densidad de mezclas de suelo – cemento.

NTP 339.179:2002 SUELOS. Módulo de suelos de sub-rasante y materiales no tratados de base/sub-base.

MTC E1103-2000 Resistencia a la compresión de Probetas de Suelo-Cemento.

MTC E1104-2000 Ensayo de Humedecido y Secado para mezclas de Suelo Cemento compactadas.

MTC E115-2000 Compactación de Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada, 2000 kN-n/m³, 56000 pie-lbf/pie³.

Así mismo se emplean otros documentos de estudio desarrollados por instituciones reglamentadas en el Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), Norma E.050 - Suelos y Cimentaciones, Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), Norma E.030 - Diseño Sismo Resistente, Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), Norma E.020 – Estabilización de Suelos y Taludes.

Habiendo explicado la realidad problemática, seguidamente se plantearán los trabajos previos a la siguiente investigación. así:

(ULLOA, 2015), en su investigación Estabilización de suelos cohesivos a través de Cal. Tuvo objetivo principal la estabilización con combinación de cal hidratada en el suelo cohesivo de las carreteras comunitarias de San Isidro del Pegón - Rivas. En esta investigación el método es cuantitativo y se ajusta a un modelo experimental cabe aclarar que es explicativo porque se quiere demostrar que el material a emplearse sea un buen adherente para el mejoramiento en los suelos cohesivos. En este estudio se utilizó una elaboración propia tratándose de una pirámide de etapas; las cuales son Etapa A: selección de datos, observación y valuación de estados críticos, Etapa B: selección de suelos, Etapa C: evaluación de las características físico-mecánicas (determinación en laboratorio) y mejoramiento de suelos con cal hidratada y la Etapa D: determinación y explicación de resultados. Se pudo comprobar que el tipo de material que prevalece es un A-7-6 que según las reglas AASHTO estos suelos tienen poco soporte de carga, un rango elevado de plasticidad; incluyendo un mayor porcentaje de expansión debido a cambios en la humedad. Al definir las características con los porcentajes se consiguió una mejoría positiva en los términos de plasticidad, densidad de compactación; se aumentó la humedad requerida con este método a causa de la reacción exotérmica generada entre la cal y la arcilla, incremento de modo significativo la capacidad de portante del suelo. Resultados: Pese a que no se ejecutaron los parámetros de expansión expresados, se logró un resultado satisfactorio y finalmente se puede

recomendar que la estabilización atreves de cal viva, sería más eficaz, incluso esto fomentaría la creación de un manual utilizando este elemento como estabilizante.

MORALES, D. (2015) En su trabajo denominado Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas, (tesis pregrado) Universidad de Medellín, Colombia. Se planteó como objetivo general analizar las consecuencias del procedimiento de curado en la conducta mecánica de mezclas de suelo adicionadas con ceniza de carbón y activadas alcalinamente; con la finalidad de definir los criterios más favorables para su uso en vías no pavimentadas. El método investigación es de enfoque cuantitativa y se ajusta a un modelo experimental. El nuevo elemento empleado en este método fue CC (cenizas de carbón), procedente de la empresa Coltejer la cual tiene propiedades cementantes que le dan mejor adherencia. Durante el procedimiento de la arenisca no se logró obtener resultados apropiados al ser mezclados con las cenizas de carbón en ninguno de los términos expuestos, pero si realizaron mejoras en los resultados al emplearse CColtejer y el mejor rendimiento se realizó al aplicarse una temperatura entre 35°C y 55°C en los dos factores de humedad, consiguiendo la distribución a 350 kPa, logrando una respuesta factible en ensayos UCS para suelos arenosos visto cuyas propiedades son beneficiadas en 600%, lo que asegura la existencia de material cementante producto de la reacción hidróxido de sodio (3.5 m) de cenizas. El método que se utilizo es sobre la realización de mezclas de CC Tamizada y CColtejer queriendo así demostrar el tamaño de las partículas no era la causa que perjudicaba la resistencia en los suelos. Para concluir en esta investigación se demostró que al realizar la mezcla la causa que influenciaba en el esfuerzo máximo del material fue la conglomeración del hidróxido de sodio, esto de produjo debió a que la cantidad de moralidad empleada no era lo proporcionado para obtener un mejor material cementante.

PEREZ, R. (2012) Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como sub-rasante mejorada o base de pavimentos, Lima, Perú (tesis de maestría) Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Su objetivo fue evaluar el comportamiento del suelo arcilloso colocándole cenizas volantes y cemento en distintas cantidades. En esta investigación se demostró el comportamiento del suelo arcilloso usando las cenizas volantes de carbón, considerando diversos factores como el tiempo de la compactación, cantidad de agua, duración del curado y otros elementos que influyan en la conducta de la mezcla. Al ejecutarse esta combinación del cemento y las cenizas de carbón, se demostró un aumento a la resistencia en el suelo arcilloso de 7.6% a un 51% en la resistencia al esfuerzo cortante del suelo al 100% de la mayor densidad seca del Proctor Modificado. En conclusión, con los resultados alcanzados se comprobó que el tipo de suelo era arcilloso con lo cual la estabilización no sería buena utilizando un solo elemento y para esto se empleó la ceniza y el cemento obteniendo óptimos resultados ya que al mezclarlos dan como resultado una mejor resistencia en el suelo. Así mismo, se pudo resolver que las cenizas de carbón disminuyen la humedad y la plasticidad en los suelos arcillosos, con esto se llega a obtener menores costos para su elaboración.

CUBAS Y FALEN (2016) Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas (tesis pregrado) Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. El objetivo de esta investigación es evaluar el uso de las cenizas de carbón (vegetal) para estabilizar el suelo mediante la activación alcalina en carreteras sin pavimentar. El método que se utilizó es el método cuantitativo, cuasi-experimental ya que en esta investigación no es posible realizar la selección aleatoria y con esto podemos incorporar grupos experimentales. Durante el desarrollo de esta investigación se evaluaron los restos de carbón con el fin de lograr la activación alcalina y la estabilización de los suelos, esto llevo a la conclusión que las cenizas de carbón han tenido un óptimo efecto en los suelos arcillosos y arenosos, gracias a la elevada capacidad de óxido de silicio. Este elemento se utiliza para la fabricación de los cerámicos teniendo un alto porcentaje cementantes que facilita la estabilización de este producto. Con esto se pudo concluir que, si se puede utilizar los restos de carbón vegetal como aditivo a

fin del mejoramiento en la sub-rasante para obtener un mejoramiento en suelos, solo en carreteras no pavimentadas, y que su resistencia aumento a un 7% en suelos arenosos.

QUEZADA, S. (2017) Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación (tesis pregrado) Universidad de Piura, Piura. Esta investigación tiene como objetivo principal es la evolución y comparación del empleo de concha pico de pato y concha de abanico trituradas a modo de estabilizadores mecánicos para suelos arcillosos por modificación de la granulometría en el momento en que se requiere emplear para la estabilización de la sub-rasante arcillosa en un pavimento, ya que en cuanto aumente la cantidad de valvas se añade a la mezcla con suelo natural, se acrecienta la densidad seca y se reduce el óptimo contenido de humedad para la compactación, plasticidad, expansión y absorción capilar, lo que crea un aumento en el CBR del suelo arcilloso y se logre un suelo menos adecuado al agua. Dos de las causas que trascienden en el comportamiento de un suelo estabilizado es su granulometría y el tamaño de las conchas al ser trituradas. Resultado, cuando se utilizó la granulometría demasiado fina esta no obtuvo la resistencia al corte requerido. Es por eso que el rango de trituración fue de 2 y 0.075 mm, con esto se lograría una variación importante en la capacidad de carga del suelo. Para este tipo de estabilización como lo es la concha de abanico que incrementó el CBR del terreno arcilloso y se mejoró la calidad en el terreno natural utilizando un 40% de este elemento, mientras que la concha de pico de pato el cambio se produjo cuando se incrementó a un 60%. En conclusión, se puede decir que las valvas de molusco son un gran elemento para la pavimentación en la subbase, con esto pueden reemplazar agregados habituales, una de las ventajas de este elemento es que no se necesita de limpieza, solo se trituran dependiendo de la granulometría requerida.

FARFÁN R. (2015) Uso de concha de abanico trituradas para mejoramiento de sub-rasantes arenosas (tesis pregrado) Universidad de Piura, Piura. Esta investigación trata sobre ver cómo es la evolución de la concha de abanico triturada para que sea un agente estabilizador, esta se empleó en suelos arenosos-limosos, de la ciudad de Sechura. El método que se empleo es una investigación cuantitativa y se adecua a un modelo experimental ya que se quiere demostrar y explicar cómo la concha

triturada a una granulometría de 38.1 y 0.86 milímetros puede ser útil para la sub-rasante en suelos arenosos con limos. Durante el proceso se realizaron cuatro mezclas combinadas por diferentes proporciones, estas cumplen con la norma ATSM-D-1241, determinándose las propiedades físico-químico-mecánicas. Al realizarse los ensayos se alcanzó a la terminación que la concha de abanico triturada es un buen elemento para la estabilización ya que esta tiene una dureza semejante a los agregados pétreos, el CBR obtenido demuestra que mejora las características de suelo con un valor máximo de CBR de 121% y 45% de la concha de abanico triturada.

En esta investigación, se tomaron en cuenta teorías sobre la estabilización de suelos que contribuirán con los criterios que se requieran para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el presente estudio. Ahora bien, de los objetivos ya ejecutados se podrá analizar las conclusiones de algunas investigaciones que se ha escogido a manera de antecedente. Comparándolos para después su discusión respectiva

(MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2016), nos dice que una estabilización de suelos es la alteración positiva de las características físicas por medio de un procedimiento mecánico en el cual se añaden sustancias químicas, de naturaleza pura o sintéticas. También se estipula que dichas estabilizaciones, proceden a realizarse en suelos de sub-rasante en mal estado o pobre, en este manual se establecen las estabilizaciones más conocidas y demostradas como lo son estabilización suelo asfalto, suelo cemento, suelo cal y otros componentes terceros, Estos métodos para estabilizar los suelos son heterogéneos, los cuales se logran complementándose con diversos suelos o insertando uno o varios elementos estabilizadores. Al elegirse uno de los sistemas de estabilización, se procede a ser compactado, no obstante, se debe enfatizar en la importancia que tiene el disponer de ensayos de laboratorio, demostrando así la capacidad y eficiencia de los intervalos construidos, certificando una mejor calidad. Asimismo, es obligatorio asegurar que la construcción y la preservación vial se pueden llevar a cabo de manera sencilla, económica y con los instrumentos aptos. Los terrenos con California Bearing Ratio (CBR) menor de 6% cumplen con las características

necesarias para la conformación del terreno natural. Existen suelos con un gran contenido de humedad que arrojan un CBR muy alto por lo que se requieren estudios para identificar el tipo de solución que necesitaría dicha zona, la cual puede ser por medio de una estabilización o un reemplazo total.

Según (ULLOA, 2015) menciona que para determinar el tipo de estabilización es importante realizar primero un estudio completo de suelos, donde se aprecien los ensayos físicos químicos y mecánicos y su influencia, De cierta manera lo que más abunda en las sub rasantes son las arenas y las arcillas, siendo necesario para esta investigación determinar el CBR in situ para proceder a los objetivos determinados, así mismo se hace referencia que por la precipitación y al no haber confinamiento como sardineles o veredas, es necesario la colocación de una malla geotextil, debido a que el material erosiona producto de la intervención de dicha humedad en la estructura, causando una contaminación a la sub base y base.

Según el manual del MTC (2016) se afirma que, para una combinación de suelos, se deberá escarificar el material con motoniveladora del riper usado, al operador se le mencionará que escarifique por nivel quince centímetros, y luego acompañado de la cisterna y del rodillo tanden para su compactación efectuando las densidades referentes y grosores hasta el nivel de sub-rasante establecido. se establece que es necesario la perforación de pozos exploratorios denominado calicatas, con el objetivo de recolectar muestras e identificar las propiedades físico-mecánicas. Un factor de suma importancia de los suelos es su humedad natural; el material o cualquier material sacado o extraído de manera in situ, contiene su propia humedad que es relativa para las zonas costeras, pues representa una zona árida y la humedad es baja, el ensayo de contenido de humedad, se representa en cantidad de porcentaje sobre la cantidad de agua que puede presentar una muestra, este valor es comparado con el Proctor en humedad óptima, y si los valores coinciden el ingeniero responsable propondrá la compactación final con el rodillo liso de una rola.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según el Autor Tamayo M. (2003), el tipo de investigación básica es aquella que aporta conocimiento científico, investigando principalmente nuevos conocimientos y modificando las ya existentes. Este tipo de investigación es sistemática ya que, con los objetivos ya claros, se recopilan datos ordenadamente y secuencialmente, evaluando e interpretando los datos para poder mejorar algunas teorías y añadiendo nuevos conocimientos, se debe interpretar de manera objetiva, es decir, describiendo la situación tal como es con los datos recolectados.

Esta investigación tiene como objetivo analizar información proveniente de fuentes confiables, por ello la presente investigación corresponde a un tipo de investigación básica o simple, porque se ha creado con el fin de analizar trabajos previos con características similares y poder extraer resultados

Diseño de investigación

Según los Autores HERNÁNDEZ R, FERNÁNDEZ C y BAPTISTA (2014) el presente trabajo de investigación corresponde a un tipo de estudio No Experimental porque la investigación que se lleva a cabo no manipula premeditadamente las variables, por lo tanto, los estudios que se aplican no hacen variar intencionalmente la variable independiente para lograr obtener el resultado con otras variables. Pues aquí se analizan los fenómenos como suceden en un entorno natural ya existentes, la variable independiente en una investigación no experimenta tiene hechos ya sucedidos y es ahí donde ya no puede ser posible la manipulación de esta variable, ni influyen en ellas porque ya sucedieron al igual que sus resultados.

En esta investigación no experimental, se realizará el procedimiento de analizar la extracción de investigación y poder lograr una comparación con diversos conocimientos resultantes de los trabajos previos recolectados y así poder demostrar a través de una comparación de resultados la similitud y la eficiencia del producto obtenido de cada investigación.

Enfoque de Estudio

Según los autores DEL CID A, MÉNDEZ R. Y SANDOVAL F. (2011), refieren que el enfoque cualitativo no se requiere de cuantificar más bien de establecer un definido fenómeno, en otras palabras, es establecer la relación que existe en dos aspectos diferentes. Los datos a comparar no se recopilan fácilmente sino gradualmente y a veces la falta de datos dan la necesidad de recolectar otros. Siendo esta una desventaja para el enfoque cualitativo la carencia de datos concretos y contrastables complicando el método generalizado y teorías establecidas; no obstante, la ventaja del enfoque cualitativo es intensificar el conocimiento de los fenómenos, dando así una mejor comprensión, captando profundamente en ellos.

Así mismo esta investigación se especifica con un enfoque cualitativo, dado que los resultados logrados en la recolección de datos de investigaciones previas al compararlas se podrá determinar la eficiencia del uso de los estabilizadores para una sub rasante, demostradas a través de tablas estandarizadas, por ensayos realizados en laboratorios de la recopilación de datos.

3.2. Categorías, Subcategorías y Matriz de categorización

Según BELTRAMINO, Fabián y otros, en el libro titulado *Metodologías cualitativas en ciencias sociales*, nos menciona que en este apartado es necesario hacer mención respecto a las categorías y sub-categorías encontradas durante la investigación, para lo cual una categoría es definida por el mismo autor como la manera más explícita de ir aclarando un concepto, es decir que es un mecanismo practico de ir fundamentando los instrumentos, objetivos, problemas que se han suscitado en el estudio tal como se menciona en la matriz de consistencia (Anexos).

3.3. Escenario de Estudio

Para ALVAREZ, J. en el artículo científico, Como hacer investigación cualitativa, el autor comenta que todos los escenarios son dignos de estudio a la vez son similares y únicos, similares en el sentido de que en cualquier escenario se puede hallar proyectos de tipo general y son únicos debido a que en cada escenario los investigadores pueden estudiar del mejor modo, es decir que los investigadores pueden estudiar e investigar de la manera más eficaz los proyectos que desee. Para la presente investigación se marca como fuente del escenario de estudio los antecedentes o trabajos previos, ya que comparten una característica en común, la sub- rasante.

3.4. Participantes

Según la *Guía de Elaboración del Trabajo de Investigación y Tesis para la obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales (2020)*, el desarrollo del apartado de participantes debe contar con la descripción de los mediadores de la investigación o las fuentes de donde se obtendrá la información, es así que en cumplimiento de la guía se procede a la descripción de las fuentes, en un inicio los investigadores recurrieron a revistas científicas como “ESPACIOS” cuya revista tiene más de 40 años brindando información en países latinoamericanos como Brasil, Colombia, México, entre otros (Imagen 01).

Se contó con páginas electrónicas como “GALE ONEFILE” la cual es una gran fuente de revistas académicas, a la vez cuenta con paginas asociadas como Integrated G Suite for Education: Gmail, Classroom, Drive, Docs y más, así mismo facilita el ingreso a los usuarios y tiene herramientas como guardar, compartir y descargar fácilmente los artículos científicos, de igual forma tiene el propósito de alentar la colaboración y fomentar el pensamiento crítico, desde cualquier lugar y en cualquier dispositivo

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de esta investigación fue necesario la intervención de trabajos previos, estos fueron sujetos a un análisis y que estarán descritos en fichas documentales o cuadros de análisis, las cuales conforman los instrumentos a utilizar en esta investigación.

La técnica utilizada en esta investigación es el Análisis documental, que según ELINOR María y MOLINA María, en el artículo científico denominado *Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso (2004)*, define al análisis documental como el análisis de la literatura el cual es una forma de investigación técnica, es decir, un grupo de operaciones intelectuales, que tiene como objetivo describir y representar documentos de manera sistemática y unificada para facilitar la restauración de documentos. Incluye un procesamiento integral del análisis, que a su vez incluye bibliografía y descripción general de la literatura, clasificación, indexación, anotación, extracción, traducción y preparación de comentarios.

El instrumento utilizado para recolectar información son las fichas de investigación documental, las cuales son definidas por ELINOR María y MOLINA María, en el artículo científico denominado *Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso (2004)* como una ficha con características similares a una ficha bibliográfica, la diferencia es que la ficha de investigación documental se basa en documentos, la cual involucra información como las ideas principales y el lugar de archivo.

3.6. Procedimiento

Debido a la nueva modalidad existente en esta investigación, la cual se basa en una investigación básica de tipo no experimental, los objetivos comparten una similitud en su planteamiento, tanto como el objetivo general, determinar los resultados de la evaluación de los trabajos previos de estabilización de una sub-rasante mediante el uso de materiales no convencionales, como los específicos.

Es decir, que para el desarrollo de los objetivos se empleará el mismo mecanismo, obviamente que los puntos a evaluar varían en correlación con los objetivos, para

dejar en claro es importante saber que los objetivos se basan en una evaluación de trabajos previos, la diferencia yace en que para cada objetivo se evalúan distintos puntos, así se tiene que, el primer objetivo específico se denomina como, establecer las propiedades físico-mecánicas resultantes de la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub - rasante mediante el uso de materiales no convencionales, mientras que el segundo objetivo específico se denomina, establecer las propiedades químicas resultantes de la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub-rasante mediante el uso de materiales no convencionales, y el tercer objetivo específico está definido como, establecer el porcentaje de materiales no convencionales para la optimización de una mezcla según la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub-rasante, como se observa, los objetivos comparten cierta similitud, es por ello que el mecanismo de evaluación podrá ser aplicado para todos estos sin problema alguno.

Continuando con el desarrollo del procedimiento, se explica detalladamente el mecanismo que se empleará en la realización de los objetivos y para un mejor entendimiento se irá definiendo ciertos puntos clave. Para iniciar se deberá elaborar una ficha de análisis documental técnica la cual se basará o tendrá como referencia a los trabajos previos, estos a su vez deberán contener objetivos que comparta relación con los objetivos de esta investigación, estas fichas de análisis documental técnica son de vital importancia para este tipo de investigación ya que en estas se podrá organizar de una manera detallada la información de la forma más sencilla y entendible, el objetivo de estas fichas es poder brindar información rápida y puntual, es decir que los investigadores tengan un rápido acceso a la información que necesiten, una vez culminadas las fichas se procederá a la evaluación de la información extraída, en otras palabras se realizara una evaluación más profunda de los datos previamente seleccionados, los datos extraídos deben estar contenidos desde el punto más básico que sería los autores hasta el punto final que sería recomendaciones, comprendiendo puntos importantes como la metodología empleada, técnicas e instrumentos, resultados y conclusiones.

3.7. Rigor Científico

Según ERAZO JIMÉNEZ, María Soledad. *Rigor científico en las prácticas de investigación cualitativa*. Nos dice en su artículo científico que existe una tendencia hacia una valoración positiva de la investigación cualitativa, es decir que prevalece aún un cuestionamiento a su carácter científico, especialmente en lo que respecta a la rigurosidad con que se lleva a efecto el proceso de investigación y a la credibilidad de sus hallazgos, partiendo de este punto, los autores se comprometen en afirmar la conformidad de las bases de información empleadas. Del mismo modo se respalda el óptimo empleo de las técnicas e instrumentos utilizados para la ejecución de los objetivos planteados para esta investigación, que ayudaran a poder recolectar datos que establecen la Evaluación de trabajos previos de la estabilización de la sub- rasante mediante el uso de la ceniza de carbón.

3.8. Método de análisis de la información

Para el desarrollo del Método de análisis se aplicó 2 tipos de fichas documentales, la Ficha documental N° 01 que consiste en Clasificar de una manera metodológica los trabajos previos, lo que significa que en esta ficha podemos encontrar el nombre que lleva la investigación, el tipo de investigación, el diseño de investigación, la muestra, instrumentos y el procedimiento, de una manera ordenada, clara y fácil de entender.

Por otro lado, tenemos la Ficha documental N° 02 esta ficha es un poco más específica ya que se basa en la clasificación de resultados según los objetivos, por lo que encontraremos en un inicio el nombre de la investigación estudiada y datos muy puntuales como los objetivos propios de las investigaciones, los resultados obtenidos, las conclusiones de los autores en sus investigaciones y por parte de los autores de esta investigación se añade la interpretación, cabe resaltar que ambas fichas documentales tienen como fuente el centro de estudio metodológico de la Universidad Cesar Vallejo.

3.9. Aspectos éticos

En la presente tesis, los autores se comprometen en afirmar la conformidad de las bases de información empleadas. Del mismo modo se respalda el óptimo empleo de las técnicas e instrumentos utilizados para la ejecución de los objetivos planteados para esta investigación, que ayudaran a poder recolectar datos que establecen la Evaluación de trabajos previos de la estabilización de la sub- rasante mediante el uso de la ceniza de carbón. La investigación se realizará teniendo en cuenta como base las normas establecidas en Norma CE.020 Estabilización de suelos y Taludes, de la mano con el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos teniendo en cuenta los criterios para establecer la estabilización de suelos, logrando así una mejor comparación de nuevas teorías y resultados de laboratorio, dando a conocer cuál de los tipos de estabilización tiene óptimos resultados en el terreno de fundación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el desarrollo del primer objetivo específico, el cual fue, establecer las propiedades físico-mecánicas resultantes de la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub - rasante mediante el uso de materiales no convencionales. Piura 2020, se optó por usar como fuentes de estudio las siguientes investigaciones denominadas: Efecto de la cal en la estabilización de sub rasantes, esta investigación tiene como objetivo general realizar una valoración del efecto de la cal, la cual es utilizada como un aditivo estabilizador de materiales finos los cuales presenten índices de plasticidad (IP) medios y altos, también busca encontrar el efecto en las propiedades mecánicas, por lo que los autores buscan conseguir en esta investigación cuál es el impacto de influencia en las propiedades mecánicas del suelo producto a la intervención de la cal, en los resultados obtenidos en esta investigación se puede evidenciar que existe una mejoría en las propiedades mecánicas así como también mejoramiento en la durabilidad del material que conforma la sub-rasante, este factor positivo aumenta en relación a la cantidad que se adicione del material cal, la cal empleada en la evaluación de esta investigación, contiene una gran variabilidad en sus propiedades fisicoquímicas e incumplimientos respecto a los requisitos requeridos internacionalmente, esto se origina posiblemente al proceso de producción en el momento del muestreo; debido a esto se propone un estudio que busque cuantificar el efecto de esta variabilidad en las propiedades mecánicas del material estabilizado.

Continuando con el desarrollo del primer objetivo, se cuenta con otra investigación denominada, Estabilización de suelos y su aplicación en el mejoramiento de sub-rasante, la cual uno de sus objetivos específicos se denomina Influencia del aditivo en las propiedades del suelo (Físico-Mecánico) presenta como resultado en un inicio que la muestra tomada es de procedencia a una arcilla inorgánica lo que significa que tiene una baja compresibilidad, se obtuvo un aumento de la MDS desde un rango de 2.01 gr/cm³ sin aditivo y 2.03 gr/cm³ en 2% de Cal, siendo dicho aumento de un 0.99% del valor inicial, para después sufrir un decrecimiento y tener un valor de 1.95 gr/cm³. La muestra estudiada fue una arcilla de baja compresibilidad conformada por 34.14% de arena y 65.86% de

material pasante por la malla N°200, por lo que la comprensibilidad se vio seriamente afectada, lo que se obtiene es que resulta imposible realizar una estabilización empleando cal en un suelo de tipo arcilloso.

Por otro lado, contamos con la investigación titulada, estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación, la cual tiene como objetivo específico determinar y comparar las características físicas y mecánicas del suelo del AA.HH. Nuevo Santa, en relación a primer objetivo los resultados de caracterización física del suelo natural, éste se clasifica según SUCS en tipo CL (Suelo arcilloso de baja plasticidad) y según AASHTO en tipo A-6 (Suelo arcilloso de mala calidad), además presenta un IP de 13.01%, por lo que según el Manual de Suelos, Geología y Pavimentos del MTC (2014) este suelo cumple con las características para llevar a cabo una estabilización.

Durante el desarrollo de esa tesis, se pudo observar la existencia de una variedad en los límites de Atterberg producto a la introducción de las conchas de abanico y las cenizas de carbón, se puede evidenciar que existe un aumento considerable entre un 5.45% y 10.56 % como se menciona en el MTC (2014), este también menciona que la cal origina un crecimiento del I.P., sin embargo los resultados demuestran que sólo hay un aumento en 1.44% para la combinación al 20%, ya que las combinaciones al 25% y 30% presentan un I.P. menor en 0.6% y 3.15% correspondientes al suelo natural. Esto se debe a la influencia de las cenizas del carbón que alteran el estado de los suelos arcillosos. Como se demuestra existe una controversia con la norma del MTC (2014) y la investigación, sin embargo, el autor si obtuvo un aumento de su I.P. con las adiciones del 10% y 15% en 1.02% y 6.51% respectivamente, que si confirmaría lo mencionado en el MTC. Esta desigualdad se debe a que hay otro material siendo adicionado al suelo y que la cal que se empleó no cumple con la composición química requerida.

Continuando con la resolución del segundo objetivo específico sobre establecer las propiedades químicas resultantes de la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub-rasante mediante el uso de materiales no convencionales, Piura 2020. Para lo cual se utiliza como fuente de estudio a las siguientes investigaciones, *Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación*, esta investigación cuenta con un objetivo específico en particular el cual está definido como determinar las características químicas de las conchas de abanico y cenizas de carbón y compararlas con la norma ASTM C 977, como resultado de este objetivo se obtuvo que dichos ensayos de laboratorio demostraron que las conchas de abanico están compuestas principalmente de Calcio (Ca), al elaborar el ensayo de Fluorescencia de Rayos X, dio los siguientes datos en porcentajes; magnesio (0.692), hierro (0.171), fósforo (0.159), humedad (0.88), Calcio (48.569), elementos livianos (32.413), estroncio (0.140) y azufre (0.098), óxido de calcio (48.569%), entre otros.

Por otro lado, las cenizas de carbón están compuestas en lo general de Silicio (Si) con (23.008), con respecto a la humedad (0.70), elementos livianos (57.515), aluminio (11.972), hierro (1.537), potasio (1.329), titanio (1.066), calcio (1.032), entre otros. Incluso se muestra que el óxido de Sílice (SiO_2) de 34.954% tiene el mayor porcentaje con los demás óxidos.

Finalmente, para el desarrollo del tercer objetivo específico, establecer el porcentaje de materiales no convencionales para la optimización de una mezcla según la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub-rasante. Piura 2020, los autores utilizaron como fuentes de estudio las siguientes investigaciones denominadas: *Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como sub-rasante mejorada. (Pre-grado)* la cual tiene como objetivo específico, estudiar las proporciones adecuadas de ceniza volante para encontrar el valor óptimo que cumpla con los requerimientos de las especificaciones técnicas para ser capa de sub-rasante de carreteras, para lograr la obtención de este objetivo se llevó a cabo dos ensayos de laboratorio, el primero denominado como análisis granulométrico por tamizado y análisis granulométrico por sedimentación obteniendo como resultado a un suelo arcilloso por el alto contenido

en finos en el suelo, ceniza volante y en las mezclas, como datos adicionales a los ensayos se obtuvo que la ceniza volante no presenta plasticidad y por lo contrario se obtuvo que la arcilla es de alta plasticidad, también se aplicó el ensayo denominado Límites de Atterberg obteniendo como resultados 585 de límite líquido, 28% de límite plástico y 30% de Índice de Plasticidad, progresivamente se adiciona la ceniza volante en el suelo arcilloso lo cual genera que la mezcla presentara un índice de plasticidad menor al inicial, también se obtuvo 4.4% de arenas y 95.6% de finos, la ceniza volante 3.1% de arenas y 96.9% de finos entre las mezclas la que presenta mayor y menor proporción son la mezcla 1 S90/CV10; 3.3% de arenas y 96.7% de finos y la mezcla 4 S60/CV40; 5.4% de arenas y 94.6% de finos. En conclusión, Según la norma ASTM D-2487, nos especifica que el Suelo es CH (arcilla de alta plasticidad), Ceniza Volante es ML (limo) y los cuatro mezclan según la clasificación SUCS son CL (arcilla).

Así mismo para fundamentar el desarrollo del tercer objetivo específico se contó con la investigación titulada, estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación, la cual tiene como objetivo específico, determinar las combinaciones del suelo con la adición del 20%, 25% y 30% de conchas de abanico y cenizas de carbón y posteriormente realizar una comparación con la norma ASTM C 977, las características físicas se realizaron en la combinación del suelo con la adición de conchas de abanico y cenizas de carbón al 20%, 25% y 30%. se observó que el terreno natural tuvo 18%, 20% y 24% más de limos y arcillas, determinándose los porcentajes de gravas, arenas, limos y arcillas, en los límites de Atterberg se observó que la combinación al 20% tiene un Índice Plástico superior al suelo natural en 1.44% en cambio en las mezclas de 25% - 30% tuvo un I.P. inferior en 0.6% - 3.2%.

En relación con L.L al mezclar al 20%, 25% y 30% se obtiene como resultado un valor mayor en 6.89%, 8.31% y 7.41% respectivamente al suelo natural. El L.P de la mezcla al 20%, 25% y 30% fue mayor al L.L del terreno natural en 5.5% ,8.9% y 10.6%. Las combinaciones que se realizaron suelo de Suelo (S) 80%, 75%, 70% y a las conchas de abanico con cenizas de carbón (CoCe) 20%, 25% y 30%.

En resumen, tenemos que al incorporar el 20%, 25% y 30% de conchas de abanico y cenizas de carbón al terreno arcilloso, aumenta la capacidad portante, obteniendo

así un CBR de 14.50%, 19.80% y 15.60% superior al que se da en la hipótesis de un 6%. Se comprueba que las conchas de abanico calcinadas no son aptas para el funcionamiento y cumplimiento de los estándares impuestos por la norma ASTM C 997, lo que significa que no pueden cumplir el rol de un estabilizador, por lo tanto, esta hipótesis de la investigación queda rechazada. Mientras tanto según AASHTO el tipo de suelo encontrado pertenece al grupo A-6 definido también como u suelo arcilloso de mala calidad y según SUCS mediante una determinación de las propiedades físicas del suelo, se pudo determinar que el suelo es de un tipo arcilloso de baja plasticidad (CL), lo cual resulta factible debido a que este tipo de suelos necesitan de una estabilización

V. CONCLUSIONES

1. En la investigación denominada, estabilización de suelos y su aplicación en el mejoramiento de sub-rasante, las principales propiedades mecánicas como dureza, resistencia, elasticidad y plasticidad mejoraron conforme se añade un mayor porcentaje de contenido de cal.
2. Las propiedades físicas de la arcilla estabilizada con cal, las cuales tienen porcentajes de arena de 34.14%, grava y arcilla 65.86%. y los límites de consistencia: son de 25.43% en el límite líquido, 17.04% en el límite plástico y 10.54% al 2% de humedad en el índice de plasticidad, teniendo en cuenta que el contenido de humedad fue de 8.65%, se concluye que según los resultados obtenidos en esta investigación la variación no es significativa ya que es menos del 1%, mientras que el valor óptimo contenido de humedad ha aumentado llegando cerca al 2% más del rango inicial. Con esto se reafirma que el comportamiento de la cal, fue analizado con los valores de los índices de consistencia, demostrándose que la cal no reaccionó de modo factible con el suelo analizado.
3. Las conchas de abanico calcinadas están compuestas por un 48.569% de óxido de calcio y las cenizas de carbón contienen un 34.954% de óxido de silicio y un 16.064% de óxido de aluminio. Asimismo, las conchas de abanico calcinadas no cumplen con la norma ASTM C 977, debido a que presentan un porcentaje del 49.261% de óxido de calcio y magnesio, siendo este inferior al requerido por la norma mencionada.

VI. RECOMENDACIONES

1. En los últimos años, la estabilización de los suelos ha sido un tema de importancia para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, sobre el cual se han realizado diversas investigaciones, tratando con diferentes tipos de estabilizadores para así obtener un buen producto para el diseño en construcción y económico, necesario para el mantenimiento y rehabilitación de las carreteras. Sin embargo, se han empleado productos para la estabilización de suelos que son importados sin haber tenido una previa intervención y analizar su idoneidad en los suelos peruanos y así comprobar un óptimo resultado previo. Es por eso que el tema de estabilización de suelos se ha manejado de manera experimental y priorizando ventas comerciales dejando atrás metas técnico-económico que es lo que siempre busca un ingeniero civil en el manejo de estos productos.
2. Ahora bien, en esta investigación se logró obtener alternativas de productos estabilizadores económicos y fácil de conseguir en el país a través de varias empresas peruanas, las cuales ya han tenido un estudio previo, obteniendo sus propiedades físico-mecánico y propiedades químicas dando como resultado que estos elementos tenían propiedades de resistencia, durabilidad y trabajabilidad en el tipo de suelo elegido por el investigador.
3. Se debe llevar a cabo un estudio de productos estabilizadores que han logrado tener resultados positivos en suelos peruanos con la finalidad de tener un producto nacional adaptado a nuestro presente, dicho estudio se recomienda ser ejecutado por un ingeniero civil y un ingeniero químico, en el cual el ingeniero encargado de campo verifique la reacción del producto diseñado y lo verifique el ingeniero químico, teniendo en cuenta que este campo no es muy ejecutado en nuestro país y así observar los efectos que se producirán en las obras civiles.

4. Se logró demostrar que las conchas de abanico calcinadas no tuvieron resultados favorables en suelo arcilloso como estabilizador en el terreno natural, es por eso que se recomienda el empleo de otros productos que obtengan propiedades calcáreas más elevadas a un 85% de óxido de calcio y magnesio a fin de llevar a cabo las especificaciones de ASTM C 977. Y las cenizas de carbón en diferentes porcentajes, en otro tipo de suelo, ya que este material se recomienda ser empleado en para carreteras de bajo volumen de tráfico y así demostrar su eficiencia en construcciones viales. Es posible que a las cenizas de carbón se le añada otro elemento como lo es el cemento o cal para mejorar la sub-rasante de un terreno arcilloso.

5. Con respecto al estabilizador utilizado como la cal este agente estabilizador ha tenido buenos resultados en suelos arcillosos o suelos plásticos se recomienda tener en cuenta que el índice plástico sea superior o exacto a 12, tener realizados los estudios físicos-mecánicos como los son la granulometría, límites de atterberg, y su clasificación según SUCS y AASHTO a fin de establecer el producto estabilizador más favorable, conocer el PH del terreno estudiado, de la cal y la proporción orgánica del suelo para establecer la dosificación de cal.

6. Finalmente se recomienda que en el Perú se deberían tomar en consideración plantear nuevas normativas con respecto a la metodología empleada por AASHTO, ya que ellos consideran tener en cuenta el clima y el cambio de temperatura, para así tener diseños más prácticos y convenientes, apartando el concepto conservativo como los parámetros prácticos que plantea AASHTO 93 que se emplea en toda Latinoamérica.

REFERENCIAS

ERAZO JIMÉNEZ, María Soledad. Rigor científico en las prácticas de investigación cualitativa. Ciencia, Docencia y Tecnología [en línea]. 2011, XXII(42), 107-136. ISSN: 0327-5566. Disponible en: (<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14518444004>)

Referencias Estilos ISO 690 Y 690-2. Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 34pp.

ULLOA H. Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas, Tesis (posgrado) Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, Nicaragua, 2015. 113pp. Disponible en :(<https://repositorio.unan.edu.ni/6456/1/51667.pdf>)

MORALES, Daniel. Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas, Tesis (pregrado) Universidad de Medellín, Colombia, 2015. 105pp. Disponible en: [https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1236/Valoraci%
c3%b3n%20de%20las%20cenizas%20de%20carb%
c3%b3n%20para%20la%20estabili%
zaci%
c3%b3n%20de%20suelos%20mediante%20activaci%
c3%b3n%20alcalin%
a%20y%20su%20uso%20en%20v%
c3%adas%20no%20pavimentadas.pdf?se
quence=1&isAllowed=y](https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1236/Valoraci%c3%b3n%20de%20las%20cenizas%20de%20carb%c3%b3n%20para%20la%20estabili%20zaci%c3%b3n%20de%20suelos%20mediante%20activaci%c3%b3n%20alcalina%20y%20su%20uso%20en%20v%c3%adas%20no%20pavimentadas.pdf?sequence=1&isAllowed=y))

PEREZ, Rocío. Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como sub-rasante mejorada o base de pavimentos, Lima, Perú. Tesis (maestría) Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. 89pp. Disponible en:(<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4466>)

CUBAS K. y FALEN J. Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas. Tesis (pregrado) Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, 2016. Disponible en:

http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/3134/20170605165810XaaY_1000193270_5606_2040_152727574.pdf?sequence=1&isAllowed=y

QUEZADA, Osoria Santiago. Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación. Tesis (Pregrado). Universidad de Piura, Piura, 2017. 122pp. Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3207/ICI_242.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FARFÁN, Pedro. Uso de concha de abanico trituradas para mejoramiento de sub-rasantes arenosas Tesis (pregrado) Universidad de Piura, Piura, 2015. 59pp. Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2333/ICI_218.pdf?sequence=1&isAllowed=y

THENOUX, Guillermo y CARRILLO, Héctor. Estudio para la utilización de cenizas provenientes de la caldera cogeneradora petropower en la estabilización de suelos, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2006. 16 pp.

MINISTERIO de Transportes y comunicaciones (Perú). Of 14.

Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima, 2014.355pp.

HERNÁNDEZ R, FERNÁNDEZ C. Y BAPTISTA P, Metodología de la investigación, sexta edición, Editorial Mc Graw Hill / Interamericana Editores S. A. de C.V, 2014, pág. 149. Disponible en:

https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

MINISTERIO de Transportes y comunicaciones (Perú). Of 16. Manual de Ensayo de Materiales. Lima, 2016. 1269pp.

GLOSARIO DE TERMINOS DE MANUAL DE SUELOS Y PAVIMENTOS, 2015

TAMAYO T. y TAMAYO M. El proceso de la investigación científica, primera edición, Editorial Limusa, Mexico, 1997, pág.38 y pág. 114

TAMAYO M. El proceso de la investigación científica, cuarta edición, Editorial Limusa, México, 2003. Disponible en:

(file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/El%20proceso%20de%20la%20Investigacion%20Cientifica.%20Mario%20Tamayo%20y%20Tamayo.%204ta%20edic.%202004.pdf)

DZUL ESCAMILLA, Marisela. 2013. Artículo científico, estudio de suelos.

VELÁZQUEZ Ángel y REY Nérida, Metodología de la Investigación Científica, editorial San Marcos, Perú, 2000, pág.98.

MONTALVO, Marcos. Tesis (maestría) Universidad Ricardo Palma, Perú, 2015. Diseño Estructural de pavimentos hidráulicos y asfálticos.

SANDOVAL, Hernando. Caracterización de la resistencia de la subrasante con la información del difracto-metro de impacto, UPTC, Facultad de Ingeniería, 2009.

CASTILLO, Fernando. 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, Universidad de Cuenca, Ecuador, 2017.

DEL CID A., MÉNDEZ R. Y SANDOVAL F. Investigación, fundamentos y metodología, segunda edición, Editorial Pearson Educación, México, 2011, pág. 24. Disponible en:

(https://www.academia.edu/20225403/Investigacion_Fundamentos_y_metodologia)

Ing. BADILLA, Gustavo e Ing. ELIZONDO, Fabian. Mejoramiento y estabilización de subrasantes con cal, Unidad de Investigación en Infraestructura Vial, PITRA, 2016.

VALENCIA, Luz. Caracterización Física, Química, y Mineralógica de las Cenizas Volantes, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia, 2017.

QUINTANA PEÑA, Alberto. Metodología de Investigación científica cualitativa, Lima (2006)

ÁLVAREZ GAYOU, J. Como hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología, México (2003).

DULZAIDES IGLESIAS, Elinor Y MOLINA GÓMEZ, ANA. Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso (2004). Disponible en: (<http://eprints.rclis.org/5013/1/analisis.pdf>)

CEDILLO, G. J. Los instrumentos y técnicas como cuestiones insolubles en el corpus teórico-metodológico del accionar del Trabajador Social. *Recuperado el*, 2017, vol. 12. Disponible en:

(https://www.margen.org/suscri/margen86/avila_86.pdf)

Anexo N° 1 Ficha documental tipo 01, N° 01: Clasificación metodológica de trabajos previos sobre “Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020”

INVESTIGACIONES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	MUESTRA	INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTO
<p>“ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CENIZAS DE CARBÓN PARA SU USO COMO SUBRASANTE MEJORADA”</p>	<p>Aplicada</p>	<p>Experimental</p>	<p>La arcilla a investigar, las cuales se obtuvieron de la ciudad de Villarica, provincia de Oxapampa y departamento de Paseo, ubicada aproximadamente en el Km. 132 de la carretera Villarica - Puerto Bermúdez; recolectándose 800kg de material arcilloso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E107 • Análisis Granulométrico por Método del Hidrómetro ASTM 0-422 • Límite Líquido ASTM D-4318, MTC E110 • Límite Plástico ASTM D-4318, MTC E111 • Clasificación SUCS ASTM D-2487 • Gravedad Específica ASTM 0854 • Próctor Modificado ASTM 0-1557, MTC - E115 • California Bearing Ratio ASTM D-1883, MTC- E132 • Caracterización Mineralógica (Difracción de Rayos X - DRX) • Análisis de Materia Orgánica 	<p>Proporción de mezcla: Suelo (S), Ceniza Volante (CV), Mezcla 1 (S90/CV10) donde Suelo 90% y Ceniza Volante 10%, Mezcla 2 (S80/CV20), Mezcla 3 (S70/CV30) y Mezcla 4 (S60/CV40). Se realizaron los ensayos:</p> <p>1. Ensayos Estándar</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Distribución Granulométrico</u>, se realizaron dos ensayos El análisis granulométrico por tamizado y por sedimentación teniendo como resultado que pertenecen a un suelo arcilloso por el alto contenido en finos en el suelo, ceniza volante y en las mezclas. • <u>Límite Líquido y Límite Plástico</u> la ceniza volante no presenta plasticidad y la arcilla es de alta plasticidad (LL.58%, LP.28% Y IP.30%). A medida que se adiciona la ceniza volante en el suelo arcilloso la mezcla baja la plasticidad de la arcilla. • <u>Clasificación SUCS</u> siendo desde un suelo de arcilla de alta plasticidad y la ceniza volante clasificada como limo arenoso y las demás combinaciones en las proporciones indicadas son clasificadas como arcilla. • <u>Gravedad Especifica de Sólidos</u> se logra obtener que a medida que se adiciona la ceniza volante, aumenta el valor de la gravedad específica. <p>2. Ensayos Especiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Próctor Modificado</u> Se puede entender que la densidad seca máxima es mayor que la arcilla y disminuye con la adición de cenizas volantes. También se observaron cambios en el contenido óptimo de humedad. Es el valor máximo de arcilla y la mezcla de arcilla y cenizas volantes. Exhibe humedad variable, que disminuye a medida que aumenta el contenido de cenizas volantes en la mezcla. • <u>California Bearing Ratio</u> Cuando se mezcla con cenizas volantes, varias proporciones de materiales de cenizas volantes. La arcilla reduce en gran medida la tasa de expansión del material de 4.8% (correspondiente a la arcilla (CH)) a 1.1%. Se utiliza para clasificar la arcilla (CL) 60% y mezclar con cenizas volantes 40%. <p>3. Ensayos de Caracterización Química</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Caracterización Mineralógica</u> Los componentes principales del suelo arcilloso son Cuarzo (SiO₂=89.37%), Lepidolita (Al₂O₃ = 4.78%), y Hematita (Fe₂O₃=1.19%), y en la ceniza volante son Cuarzo (SiO₂=73.67%), Amorfo (11.67%), Mullita (Al₆Si₂O₁₃=6.5%), Hematita (Fe₂O₃=3.5%) los cuales participan activamente en el proceso de estabilización. • <u>Análisis de Materia Orgánica</u> Se observa que la existencia de la materia. El contenido orgánico en arcilla es bajo, mientras que el contenido orgánico del material orgánico es mediano en las cenizas volantes

Ficha documental tipo 02, N° 02: Clasificación de resultados según objetivo sobre trabajos previos sobre “Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020”

Investigaciones	Objetivo 1	Resultados	Conclusión	Interpretación	Objetivo 2	Resultados	Conclusión	Interpretación
“ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CENIZAS DE CARBÓN PARA SU USO COMO SUBRASANTE MEJORADA”	Estudiar las proporciones adecuadas de ceniza volante para encontrar el valor óptimo que cumpla con los requerimientos de las especificaciones técnicas para ser capa de subrasante de carreteras.	Se realizaron dos ensayos, el análisis granulométrico por tamizado y por sedimentación teniendo como resultado que pertenecen a un suelo arcilloso por el alto contenido en finos en el suelo, ceniza volante y en las mezclas.	El suelo presenta 4.4% de arenas y 95.6% de finos, la ceniza volante 3.1% de arenas y 96.9% de finos entre las mezclas la que presenta mayor y menor proporción son la mezcla 1 S90/CV10; 3.3% de arenas y 96.7% de finos y la mezcla 4 S60/CV40; 5.4% de arenas y 94.6% de finos.	El suelo en estudio no cumple con las especificaciones requeridas para el uso de la sub-rasante, este es un suelo inestable que presenta arcilla y con la adición de la ceniza volante con las proporciones adecuadas se logró una mejor estabilización comprobado a través de ensayos.	Realizar ensayos especiales en suelo arcilloso y en mezcla con ceniza volante a fin de verificar su comportamiento.	Se puede entender que la densidad seca máxima es mayor que la arcilla y disminuye con la adición de cenizas volantes. También se observaron cambios en el contenido óptimo de humedad. Es el valor máximo de arcilla y la mezcla de arcilla y cenizas volantes. Exhibe humedad variable, que disminuye a medida que aumenta el contenido de cenizas volantes en la mezcla.	Según los gráficos presentados se pudo apreciar que la máxima densidad seca varía ligeramente y disminuye con la adición de la ceniza volante. Incluso en el gráfico de contenido de humedad el comportamiento de la ceniza volante disminuye a medida que incrementan el empleo de este elemento en la arcilla.	Al realizarse el ensayo de Proctor modificado este presentó un incremento significativo en el grado de compactación empleándose en la mezcla de arcilla con cenizas de carbón.
		La ceniza volante no presenta plasticidad y la arcilla es de alta plasticidad (LL.58%, LP.28% Y IP.30%). A medida que se adiciona la ceniza volante en el suelo arcilloso la mezcla baja la plasticidad de la arcilla.	A medida que se incrementa el contenido de ceniza volante disminuye la humedad de los valores de límites de consistencia e índice plástico.	La inclusión de ceniza volante en la muestra de arcilla reduce los efectos de plasticidad y humedad en el suelo.		Cuando se mezcla con cenizas volantes, varias proporciones de materiales de cenizas volantes. La arcilla reduce en gran medida la tasa de expansión del material de 4.8% (correspondiente a la arcilla (CH)) a 1.1%. Se utiliza para clasificar la arcilla (CL) 60% y mezclar con cenizas volantes 40%.	El nivel de expansión disminuye a medida que aumenta el contenido de CV y que el incremento del valor de CBR al 100% de la MDS desde un valor de 13.1% hasta un valor de 20.8%.	Por medio del ensayo se verifico que la mezcla aumento su capacidad de resistencia en un 9% con la proporción S80/CV20 y el CBR al 100% de la MDS incremento de 8.3% a 17.3% en la misma mezcla.

		Siendo desde un suelo de arcilla de alta plasticidad y la ceniza volante clasificada como limo arenoso y las demás combinaciones en las proporciones indicadas son clasificadas como arcilla.	Según la norma ASTM D-2487, nos especifica que el Suelo es CH (arcilla de alta plasticidad), Ceniza Volante es ML (limo) y los cuatros mezclan según la clasificación SUCS son CL (arcilla)	La arcilla es un material plástico, se expanden con la humedad y se contraen al secarse y al emplearse la ceniza volante esta actúa como un aditivo que evita que las propiedades expansivas del suelo arcilloso actúen.		Los componentes principales del suelo arcilloso son Cuarzo ($\text{SiO}_2=89.37\%$), Lepidolita ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 4.78\%$), y Hematita ($\text{Fe}_2\text{O}_3=1.19\%$), y en la ceniza volante son Cuarzo ($\text{SiO}_2=73.67\%$), Amorfo (11.67%), Mullita ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}=6.5\%$), Hematita ($\text{Fe}_2\text{O}_3=3.5\%$) los cuales participan activamente en el proceso de estabilización.	La ceniza volante empleada es una ceniza clase F, puesto que la adición de porcentaje de sus principales elementos (SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3) es mayor a 70%.	Se demostró que a través del ensayo de Difracción de Rayos X, el suelo arcilloso más la ceniza volante están compuestas primordialmente por cuarzo (SiO_2).
--	--	---	---	--	--	---	---	--

Ficha documental tipo 01, N° 03: Clasificación metodológica de trabajos previos sobre “Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020”

INVESTIGACIONES	TIPO DE INV.	DISEÑO DE INV.	MUESTRA	INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTO
ESTABILIZACION DE SUELOS Y SU APLICACIÓN EN EL MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE	Aplicada	Experimental	La cal viva se ha empleado como estabilizador de suelos con el propósito de demostrar las semejanzas de este elemento con otros productos estabilizadores demostrando así sus características físico-mecánica y químicas, obteniendo un óptimo porcentaje de muestra. Este producto fue adquirido en bolsas de 25 Kg. y el suelo en estudio de la zona aeropuerto del proyecto Camisea.	<ul style="list-style-type: none"> • Optimo Contenido de Cal Viva • Análisis Granulométrico ASTM D422 - MTC E1 07 • Contenido de Humedad ASTM D2216- MTC E108 • Determinación del Limite Líquido ASTM D423 - MTC E11 O • Determinación del Limite Plástico ASTM D424 - MTC E 111 • Influencia en la Capacidad de Soporte (CBR) • Influencia sobre la Densidad Seca 	<p>Se realizaron los ensayos</p> <p>1. Ensayos Estándar</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Límite Líquido y Límite Plástico</u> la cal demostró que una de sus principales funciones es modificar la plasticidad del suelo, para suelos con índices plásticos inferiores a 15 en el caso de la cal incrementa el límite líquido de forma que el Índice Plástico experimenta un ligero incremento y para suelos más plásticos (IP>15) la cal generalmente reduce el límite líquido y aumenta el límite plástico reflejándose esto en una disminución apreciable del índice plástico • <u>Clasificación SUCS</u> es una arcilla (CL) de baja comprensibilidad, demostrando que presenta arena, grava y arcilla. <p>2. Ensayos Especiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Próctor Modificado</u> al ser compactada la mezcla de suelo-cal se obtuvo una densidad seca menor que el propio suelo natural. Los valores de Máxima Densidad Seca y Optimo Contenido de Humedad del suelo en estado natural y con 2% y 4% de Cal. Complementa la tabla los resultados del ensayo de Soporte de California (CBR) al 95%, 98% y 1 00% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado. • <u>California Bearing Ratio</u> el incremento de la resistencia de un suelo se logra a causa de las películas que rodean las partículas de arcilla. Se tiene en cuenta también los criterios de plasticidad, expansión, contracción, humedad de compactación y trabajabilidad. <p>3. Ensayos de Caracterización Química</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Caracterización Mineralógica</u> los elementos principales es el óxido de calcio (CaO), también el producto obtenido a través de la calcinación de rocas calcáreas que contiene 95% al 99% de carbonato de calcio (CaCO3), esta se cuece a unos 900°C. El calcio que contiene se mezcla con sílice y alúmina del suelo modelando varios silicatos de calcio y alúmina, estos elementos poseen características cementantes, logrando una mejor resistencia.

Ficha documental tipo 02, N° 04: Clasificación de resultados según objetivo sobre trabajos previos sobre “Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020”

Investigación	Objetivo 1	Resultados	Conclusión	Interpretación	Objetivo 2	Resultados	Conclusión	Interpretación
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y SU APLICACIÓN EN EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE.	Influencia del aditivo en las propiedades del suelo (Físico-Mecánico).	En la clasificación de suelo dio como resultado que la toma ensayada es arcilla inorgánica de baja comprensibilidad (CL) obteniendo los límites de consistencia y contenido de humedad.	Las propiedades físicas de la arcilla estabilizada con cal tienen porcentajes de arena 34.14%, grava y arcilla 65.86%. y los límites de consistencia: L. Líquido 25.43%, L. Plástico 17.04% y IP. al 2% = 10.54%, Mientras que el contenido de humedad fue de 8.65%.	Para tener una buena estabilización se debe emplear un suelo en óptimas condiciones que cumple las especificaciones en el tipo de suelo AASHTO-SUCS según la norma corresponde A – 4, que según SUCS es un suelo CL – ML (arcilla inorgánica de baja plasticidad – limo inorgánico de baja plasticidad)	Determinación del Optimo Contenido de Aditivo.	Se realizó pruebas con el método de Hveem para el empleo de la arcilla en la estabilización con cal. Se realizó los estudios de la presión de expansión, peso volumétrico seco, presión de exudación, valor de estadiómetro y valor de cohesiómetro.	Al realizar el ensayo se verifico que existían mínimas cantidades despreciables y para eso se considera adicionar un 0.5% a 1% de cal. Esto es inevitable para los casos de construcción.	El método de Hveem en la arcilla estabilizada con cal, se consideró conveniente escoger el 4% de cal para esto se determinó el espesor al valor del estabilómetro en cada humedad de compactación de 0.002 kg/cm3.
		Se obtuvo un aumento de la MDS desde un rango de 2.01 gr/cm3 sin aditivo y 2.03 gr/cm3 en 2% de Cal, siendo dicho aumento de un 0.99% del valor inicial, para después sufrir un decrecimiento y tener un valor de 1.95 gr/cm3.	Según los resultados obtenidos la variación no es significativa ya que es menos del 1%, mientras que el valor óptimo contenido de humedad ha aumentado llegando cerca al 2% más del rango inicial.	Con esto se reafirma que el comportamiento de la cal, fue analizado con los valores de los índices de consistencia, demostrándose que la cal no reaccionó de modo factible con el suelo analizado.				

		<p>La muestra estudiada fue una arcilla de baja compresibilidad conformada por 34.14% de arena y 65.86% de material pasante por la malla N°200.</p>	<p>El análisis granulométrico dio como resultado que el tipo de suelo estudiado fue arcilla pasando este por la malla N° 200, esta arcilla es de baja compresibilidad (arena 34.14% y 65.86% material) y los límites de consistencia dan como resultado 25.43% en límite líquido y 17.04% en índice plástico.</p>	<p>Para la construcción en vías se emplea la clasificación AASHTO especificando que a través de la malla N° 200 para el material A – 4, pasando hasta el 35% a través de ella siendo un suelo arcilloso con presencia de limos. Teniendo como propiedades elasticidad, capilaridad y cambio en volumen.</p>				
		<p>La capacidad portante del suelo compactado disminuye sus valores 2.6 veces a 4% de cal al 100% de la máxima densidad seca en Proctor Modificado.</p>	<p>En el ensayo de CBR se realizó tres porcentajes al 4% de cal (95% = 8.57, 98% = 10.34, 100% = 13.12) y en 2% (95% = 13.68, 98% = 15.11, 100% = 23.00) verificándose una disminución en la capacidad portante del suelo al incorporarse la cal.</p>	<p>El tipo de suelo empleado fue arcilla (CL) la cual fue llevada a laboratorio siendo mezclada con dos proporciones en porcentajes 2% y 4% de cal, se obtuvieron resultados desfavorables a los criterios de resistencia.</p>				

Ficha documental tipo 01, N° 05: Clasificación metodológica de trabajos previos sobre “Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020”

INVESTIGACIONES	TIPO DE INV.	DISEÑO DE INV.	MUESTRA	INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTO
<p>“VALORACIÓN DE LAS CENIZAS DE CARBÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE ACTIVACIÓN ALCALINA Y SU USO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS”</p>	<p>Aplicada</p>	<p>Experimental</p>	<p>La característica del suelo son de tipo Arcilla y Urrao y Arenilla y el elemento estabilizador que se emplea es la ceniza de carbón y el activador alcalino analizándose el efecto que estas tenían en los dos tipos de suelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de Proctor Modificado siguiendo la Norma INV E – 142 • Probetas de ensayo • Métodos de curado 	<p>Se desarrolló en cuatro partes demostrando en ellas los ensayos requeridos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión bibliográfica de las cenizas de carbón usadas como cementantes o filler en materiales de construcción, principalmente en suelos. 2. Caracterización de los materiales objeto de estudio: de arcilla, arenilla, suelo de Urrao y ceniza de carbón. 3. Diseño de experimentos, elaborado a partir de lo obtenido por la etapa de caracterización para realizar las mezclas. 4. Ejecución experimental, en la cual se elaboraban las probetas y posteriormente se evaluaban las propiedades mecánicas de éstas. <p>Tipo de suelo: Suelo Urrao, Suelo Arcilloso, Suelo Arenoso</p> <p>Adición de cenizas de carbón: adición 7%, 14%, 21%</p> <p>Temperatura: (20°- 30°) °C y (40°- 50°) °C</p>

Ficha documental tipo 02, N° 06: Clasificación de resultados según objetivo sobre trabajos previos sobre “Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020”

Investigación	Objetivo 1	Resultados	Conclusión	Interpretación	Objetivo 2	Resultados	Conclusión	Interpretación
“VALORACIÓN DE LAS CENIZAS DE CARBÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE ACTIVACIÓN ALCALINA Y SU USO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS”	Definir mediante ensayos Proctor modificado o la humedad óptima necesaria para obtener la densidad máxima de las mezclas a evaluar.	Al realizar los ensayos de Proctor Modificado a los suelos de arenilla, arcilla y Urrao; así mismo a cada suelo se incorporó cenizas de carbón pasando por la malla N°04 en dosificaciones de 7%, 14% y 21% en peso seco del material. En cada ensayo de Proctor se utilizaron cuatro porcentajes de humedad diferentes para lograr las curvas de humedad óptima vs densidad máxima en cada tipo de dosificación.	Para el suelo de Urrao, añadiéndose las cenizas de carbón se observó que poseía una baja densidad máxima seca, llegando a 14.75KN/m ³ al incluirse 7% de cenizas de carbón. Desde ese porcentaje comenzó a disminuir la densidad máxima seca. Y la humedad óptima de las muestras con 0% - 7% de cenizas de carbón no cambio de manera importante, no obstante, cuando se aumentó la CC a la humedad esta fue disminuyendo. Para la arcilla la humedad establecida fue de 2% en el Proctor modificado 7, al adicionarse CC la densidad máxima seca reduce a 18.8KN/m ³ con 0%	Cuando se usó CC al 21%, la densidad máxima experimento un descenso del 3.4% respecto al suelo de muestra, y la humedad óptima se observó una reducción en 5 puntos de proporción, lo que puede afectar la estructura de compuestos cementantes al tener inferior cantidad de solución activadora al incrementar la cantidad de Cenizas de carbón agregada al suelo. La humedad óptima; en la arcilla tuvo un comportamiento opuesto al del suelo de Urrao, presento mayor contenido de humedad al aumentarse la proporción de cenizas de carbón. Sin embargo, la densidad máxima descendió con el incremento de la	Determinar la resistencia mecánica mediante ensayos de resistencia a la compresión no confinada de mezclas estabilizadas con cenizas de carbón y activación alcalina.	Los ensayos de resistencia mecanizan se realizaron con el equipo Humboldt – 3000 con una celda de carga de 45 kN y a una velocidad de 1 mm/min según indica la norma INV E – 614. Se empleó un diseño factorial $3^2 \times 2^2$, exponiendo los factores y niveles <ul style="list-style-type: none"> • Corrida 1 de la matriz experimental: Cuando la humedad de fallado fue ambiente • Corrida 2 de la matriz experimental: Cuando la humedad de fallado fue superior a 95% 	Los resultados promedios en densidad promedio de las probetas fueron Suelo Urrao 1.23 g/cm ³ , Suelo Arcilloso 1.44 g/cm ³ , Suelo Arenoso 1.60 g/cm ³ . Se muestran todos los resultados obtenidos en la ejecución experimental. Las celdas con el valor de 0, indican que las probetas no lograron ser falladas debido a que se dañaron en el método de curado. En el suelo patrón se realizó dos ensayos con H ₂ O (sin cenizas de carbón) y con Hidróxido de Sodio 3.5M (sin cenizas de carbón utilizando una solución de NaOH a 3.5 M)	La Arenilla no obtuvo resultados satisfactorios al ser combinada con CC en ninguna condición, pero si obtuvo mejores resultados al utilizarse CColtejer y los mejores resultados se dieron cuando se empleó temperatura entre(40-50)°C en las dos condiciones de humedad, llegando al orden de 350 kPa, siendo un resultado muy satisfactorio para un ensayo UCS en un suelo arenoso ya que las propiedades fueron favorecidas en 600%, lo que afirma la presencia de material cementante por efecto de la reacción hidróxido de sodio (3.5M) – ceniza. Las mezclas de Arcilla con CC con NaOH de 3.5 M obtuvieron las mejores condiciones a una humedad mayor al 95% cuando se someten a una temperatura entre 40°C y 50°C, llegando al orden de 270 kPa, sin embargo, al compararse los resultados patrón con NaOH vs CC Tamizada

			<p>de cenizas de carbón y mínima 16.5 KN/m³ con 21% de cenizas de carbón y la humedad aumento al ser mezclada con cenizas (0%) a un 12%</p> <p>Para la arenilla la humedad utilizada fue de 2% la densidad disminuyo en un 19.9 KN/m³ al incorporarle las cenizas de carbón y la humedad optima aumento el 10% teniendo 0% de cenizas de carbón.</p>	<p>proporción de CC. Y al utilizar 21% de CC, la densidad disminuyo 11.70% del suelo sin adición de CC. En cuanto a la humedad óptima se aumentó en 4.30 puntos.</p> <p>Al igual que la arcilla una mayor humedad óptima mostro mayor cantidad de solución activadora, lo que generó una mejor formación de fases cementantes.</p>				<p>vs CColtejer, se observa que el uso de CC tiene un efecto negativo en todas las condiciones de curado, por lo que se recomienda realizar estudios con mayores dosificaciones de CC, realizar un tamizaje por una malla mayor para filtrar la cantidad de inquemados y usar mayores molaridades para lograr mejorar la resistencia UCS del suelo. Las mezclas del suelo de Urrao con CC con concentraciones de NaOH de 3.5 M obtuvieron las mejores condiciones a humedades mayores al 95% cuando se someten a una temperatura entre 40°C y 50°C, llegando al orden de 240 kPa, pero a una humedad ambiente las mejores condiciones se dieron cuando el suelo se somete a una temperatura entre 20°C y 30°C, llegando al orden de 150 kPa. En las dos condiciones de humedad se dio como resultado que a mayor adición de CC la resistencia UCS disminuía.</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ficha documental tipo 01, N° 07: Clasificación metodológica de trabajos previos sobre “Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020”

INVESTIGACION	TIPO DE INV.	DISEÑO DE INV.	MUESTRA	INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTO
<p>"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CONCHAS DE ABANICO Y CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN"</p>	<p>Exploratorio - Experimental</p>	<p>Experimental</p>	<p>Suelo arcilloso del AA.HH. Nuevo Santa. La muestra de suelo arcilloso se obtuvo de las calicatas realizadas en el AA.HH. Nuevo Santa, se realizaron 04 calicatas en diferentes calles de dicho asentamiento. El número de calicatas estuvo acorde con lo dispuesto en la norma CE.010 Pavimentos Urbano Las cenizas de carbón se obtuvieron de los depósitos de estos restos ubicados en los alrededores de las ladrilleras artesanales en el AA.HH. San Luis, distrito de Santa. El suelo arcilloso, las conchas de abanico y cenizas de carbón fueron mezclados en tres porcentajes en peso: Suelo 80% - Conchas de abanico y Cenizas 20%, Suelo 75% - Conchas de abanico y Cenizas 25% y Suelo 70% - Conchas de abanico y Cenizas 30%</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Granulometría por Tamizado (MTC E 107). •Contenido de Humedad (MTC E108). Granulometría mediante Hidrómetro (MTC E-109) • Límite de Atterberg. (MTC E 110-111). • Gravedad específica mediante Picnómetro (MTC E-113) • Proctor Modificado (MTC E-115) California Bearing ratio (CBR) (MTC E -132) • Fluorescencia de Rayos X • Gravimetría 	<p>Para demostrar e realizaron los ensayos de laboratorio para demostrar las características físico – mecánico y químicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis Granulométrico de Suelos por tamizado MTC E 107. • Determinación Del Contenido De Humedad De Un Suelo MTC E 108 • Análisis Granulométrico por medio del Hidrómetro MTC E 109 • Determinación del Límite Líquido de los Suelos MTC E 110 • Determinación del Límite Plástico (L.P) de los Suelos E Índice de Plasticidad (I.P) MTC E 111 • Método de Ensayo Estándar para la Gravedad Especifica de Solidos de Suelo mediante Picnómetro de Agua MTC E 113 • Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una Energía Modificada (Proctor Modificado) MTC E 115 • CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 • Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X

Ficha documental tipo 02, N° 08: Clasificación de resultados según objetivo sobre trabajos previos sobre "Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020"

Investigación	Objetivo 1	Resultados	Conclusión	Interpretación	Objetivo 2	Resultados	Conclusión	Interpretación
"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CONCHAS DE ABANICO Y CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN"	Determinar y comparar las características físicas y mecánicas del suelo del AA.HH. Nuevo Santa y las combinaciones del suelo con la adición del 20%, 25% y 30% de conchas de abanico y cenizas de carbón.	Las características físicas se realizaron en la combinación del suelo con la adición de conchas de abanico y cenizas de carbón al 20%, 25% y 30%. se observó que el terreno natural tuvo 18%.20% y 24% más de limos y arcillas, determinándose los porcentajes de gravas, arenas, limos y arcillas. En los límites de atterberg se observó que la combinación al 20% tiene un Índice Plástico superior de al suelo natural en 1.44% en cambio en las mezclas de 25% - 30% tuvo un I.P. inferior en 0.6% - 3.2%. En límite líquido Al mezclar al 20%, 25% y 30% son > en 6.89%, 8.31% y 7.41% con respecto al suelo natural. El límite plástico de la mezcla al 20%, 25% y 30% fue > al líquido plástico del terreno	Las cenizas de carbón tras varias investigaciones con los resultados obtenidos demostraron que su granulometría paso a través de la malla N°200 esta disminuye al incrementar el porcentaje de conchas de abanico y cenizas de carbón en la sub-rasante además el índice de plasticidad de la sub-rasante incremento de 13% a 14.50% en la muestra para el 20%, no obstante al mezclarse al 25% - 30% mostro un Índice Plástico mínimo al de la sub-rasante, teniendo una disminución máxima de 3.15% para la muestra al 30%. Dados los valores del índice de plasticidad del terreno natural y las mezclas son superiores a 7 este se	Al adicionar el 20%, 25% y 30% de CCH y CC al terreno arcilloso, incremento su capacidad de soporte, logrando un CBR de 14.50%, 19.80% y 15.60% mayor al dado en la hipótesis de un 6%. Se demostró que las conchas de abanico calcinadas no cumplieron con los estándares para ser empleados como estabilizadores según la norma ASTM C 997 y como consecuencia no es aceptada la hipótesis. Al determinar las características físicas del suelo según SUCS se determinó que la	Determinar las características químicas de las conchas de abanico y cenizas de carbón y compararlas con la norma ASTM C 977	Los ensayos realizados en laboratorio mostraron que las conchas de abanico su principal elemento predominante fue el Calcio (Ca), utilizándose el ensayo de Fluorescencia de Rayos X, dando como resultado los siguientes porcentajes; humedad (0.88), Calcio (48.569), elementos livianos (32.413), magnesio (0.692), hierro (0.171), fosforo (0.159), estroncio (0.140) y azufre (0.098), entre otros. También tuvo porcentajes de Óxido de calcio (Cao) este presenta un 48.569% que los demás.	Las conchas de abanico calcinadas están compuestas por un 48.569% de óxido de calcio y las cenizas de carbón contienen un 34.954% de óxido de silicio y un 16.064% de óxido de aluminio. Asimismo, las conchas de abanico calcinadas no cumplen con la norma ASTM C 977, debido a que presentan un porcentaje del 49.261% de óxido de calcio y magnesio, siendo este inferior al requerido por la norma mencionada.	Las conchas de abanico calcinadas tuvieron como elemento principal el óxido de calcio que sirve como estabilizador de suelos, esta seca el suelo húmedo y mejora las propiedades de los suelos arcillosos, sin embargo, no cumplieron con la norma establecida en ASTM C 977, debido a que como la muestra presenta un porcentaje de 49.261% de óxido de calcio y magnesio, este es inferior a lo

		<p>natural en 5.5% ,8.9% y 10.6%.</p> <p>Las combinaciones que se realizaron suelo de Suelo (S) 80%, 75%, 70% y a las conchas de abanico con cenizas de carbón (CoCe) 20%, 25% y 30%.</p>	<p>categoriza como plasticidad media según MTC (2014) siendo estos suelos arcillosos.</p> <p>La clasificación de suelo según SUCS, el suelo natural y las mezclas corresponden al tipo de suelo CL tratándose de un suelo arcilloso de baja plasticidad. Y según AASHTO el terreno natural y la mezcla al 20% corresponde al grupo A – 6 y a 25% corresponde al grupo A – 7 – 5 que refiere a un suelo arcilloso de mala calidad al ser requerido a un suelo de fundación y la combinación al 30% está en el grupo A – 4 que es un suelo limoso de mala calidad.</p>	<p>clasificación de suelos fue de tipo suelo arcilloso de baja plasticidad (CL) y según AASHTO el suelo está en el grupo A – 6 (suelo arcilloso de mala calidad), conveniente a tener como estabilización este método para el tipo de suelo.</p> <p>Las características de mecánicas dejaron por entendido que MDS de 1.928 gr/cm³ y un valor CBR de 2.8% al 95% de su máxima densidad seca.</p>		<p>Las cenizas de carbón a través del método empleado se demostraron que el Silicio (Si) tiene el mayor porcentaje, dando como resultado los siguientes porcentajes; humedad (0.70), elementos livianos (57.515), silicio (23.008), aluminio (11.972), hierro (1.537), potasio (1.329), titanio (1.066), calcio (1.032), entre otros. Incluso se muestra que el óxido de Sílice (SiO₂) de 34.954% tiene el mayor porcentaje con los demás óxidos.</p>		<p>establecido en la norma. Así mismo las cenizas de carbón contaron con tres elementos predominantes oxido de silicio, oxido de aluminio y hierro. Según la norma ASTM C 618 (NTC 3493), demanda principalmente un mínimo de 70% de óxidos como los es SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ y un máximo de 5% de sulfatos.</p>
		<p>Las características mecánicas, se demostraron a través del ensayo de Proctor modificado en ella el resultado del Optimo Contenido de Humedad (OCH) y MDS se obtuvo</p>	<p>Se muestra que el Optimo Contenido de Humedad incrementa al adicionar las CoCe hasta tener el valor máximo de 13.8% en la mezcla al 25%, al agregar mayores</p>	<p>Lo que nos dice el MTC (2014) la calidad del terreno natural establece que de acuerdo al valor su CBR por la cual el suelo</p>				

		<p>que el mayor OCH fue en la mezcla S75%-CoCe25% fue de 13.8 % y al lanzó un mínimo OCH cuando se le adiciona CoCe en el suelo natural. La máxima densidad seca del terreno natural fue el de 1.93%, incluso muestra que al integrar al suelo las conchas de abanico y las cenizas de carbón este porcentaje desciende a 1.84 en 25% de CoCe y para la combinación del 30% el valor llega a 1.85%. Y el CBR muestra que el CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca del suelo natural y la mezcla del suelo con las CoCe en porcentajes de 20%, 25% y 30%, obteniendo el aumento del valor CBR en 11.7%, 17% y 12.8% del CBR del suelo natural.</p>	<p>cantidades de CoCe se origina la disminución del contenido de humedad hasta llegar a un valor de 11% para la combinación al 30%.</p>	<p>natural se clasifica como suelo inadecuada y todas las mezclas como sub-rasantes buenas, debido a que son >10% de acuerdo a las normas establecidas, estas pueden ser empleadas como sub-rasante ya que sus valores son > 6%.</p>				
--	--	---	---	--	--	--	--	--

Ficha documental tipo 01, N° 09: Clasificación metodológica de trabajos previos sobre “Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020”

INVESTIGACION	TIPO DE INV.	DISEÑO DE INV.	MUESTRA	INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTO
<p>Propuesta de estabilización con cal para sub-rasantes 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</p>	<p>Descriptiva</p>	<p>Experimental</p>	<p>La zona de estudio el tramo I, que contempla la construcción de 49.9 Km de vía, y del mismo, mediante un análisis estadístico de los volúmenes de mejoramiento por calicata se ha identificado que la calicata con mayor volumen de mejoramiento es la ubicada en la progresiva 170 +830, en la que predomina el suelo arcilloso de baja plasticidad (CL).</p>	<p>Ensayos estándar de clasificación de suelos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico por tamizado MTC E-107. • Límite líquido y límite plástico MTC E-110, E-111. • Contenido de humedad MTC E-108. • Clasificación SUCS ASTM D-2487. • Clasificación AASHTO M-145 • Ensayos de compactación de clasificación de Suelos • Proctor modificado MTC E-115. • Relación de soporte de california (CBR) MTC E-132 	<p>Las técnicas de procesamiento:</p> <p>1.- Para el procesamiento de datos se emplearon presentaciones en tablas de los tipos de suelos, características de precipitaciones, temperaturas, espesores de diseño, capacidad portante, estabilizaciones, espesores de suelos estabilizados y tipos de estabilizaciones según el manual de carreteras: suelos, geología y geotécnica.</p> <p>2.- Para el análisis de los datos, por un lado, se empleó estadística descriptiva en la información primaria de la zona de estudio. Por otro lado, se empleó comparaciones en los espesores de las diferentes capas del paquete estructural planteado en el expediente técnico y del paquete estructural planteado en esta investigación.</p>

Ficha documental tipo 02, N° 10: Clasificación de resultados según objetivo sobre trabajos previos sobre “Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020”

Investigaciones	Objetivo 1	Resultados	Conclusión	Interpretación	Objetivo 2	Resultados	Conclusión	Interpretación
Propuesta de estabilización con cal para sub-rasantes 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	Efectuar los respectivos ensayos de laboratorio a las mezclas suelo-estabilizante (suelo-cal) siguiendo los procedimientos de las normas necesarias.	Se realizó el análisis granulométrico por tamizado según lo establecido por las normas ASTM D-422 y AASHTO T 88, logrando obtener el tamaño de la muestra era grava quedando retenida en el tamiz 3/8" utilizando solo 500 gr de muestra hasta la malla N°200. Al determinar los límites de Atterberg dio como resultado que el Limite Líquido fue de 35% el valor de la curva de flujo con respecto al número de golpes (25). El Limite Plástico se obtuvo que el contenido de humedad fue	Se ha determinado mediante los ensayos PH que el incremento de cal al suelo natural lo convierte en un suelo más básico; el PH máximo obtenido es de 11.7 y se presenta cuando se adiciona 10% en peso seco de cal viva al 97% de pureza al suelo	En la granulometría y los límites de Atterberg se determinó que tiene la siguiente clasificación según SUCS el suelo es CL arcilla de baja plasticidad, y según AASHTO está en el grupo A – 7 – 6 (suelo arcilloso con presencia de limos)	Definir la calidad de la sub-rasante mediante los resultados obtenidos en la prueba de valor de soporte de california (CBR) y diseñar el paquete estructural del pavimento rígido bajo la metodología AASHTO 93	Los ensayos de CBR realizados al suelo antes y después de estabilizar con 10% de cal en peso demuestran que emplear Cal como metodología de estabilización de suelos arcillosos de baja plasticidad incrementa la capacidad de soporte del suelo; se ha	La arcilla de baja plasticidad ensayada en estado natural presenta un índice de plasticidad de 17, 4.8% de contenido orgánico y CBR al 95% de 6%. Es en base a este índice de plasticidad que se ha elegido como alternativa favorable la estabilización con cal pues según la norma carreteras del MTC se limita la estabilización con cemento para suelos con índice de plasticidad mayor a 20	El suelo estudiado en la presente investigación en su estado natural no es considerado apto para ser utilizado como capa sub-rasante de un pavimento rígido, según lo establecido en el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos del MTC. El cual muestra la correlación entre la clasificación de suelos y el valor de soporte de california (CBR), considerando valores menores de CBR de 6 o menos como materiales inapropiados

		<p>de 17% a través de la ecuación del MTC.</p> <p>Se determinaron porcentajes de contenido orgánico mayores a 1%, en la investigación se empleó el 10% en peso seco de cal como porcentaje óptimo para la estabilización en la arcilla de baja plasticidad. En la cal de tipo II el PH es de 12.5 con una dosificación de 30% de cal en peso seco.</p> <p>En el ensayo de Proctor modificado demostró que la cantidad de agua requerida para compactar incrementa al aumentar la dosificación de cal en la mezcla de suelo natural mas 10% de cal su MDS FUE 1.893g/cm³ y OCH 15.9%.</p>				<p>pasado de CBR= 6% a CBR= 43.3%</p> <p>Según el manual de carreteras del MTC que clasifica la calidad de la sub-rasante de acuerdo al CBR al 95%.</p> <p>La sub-rasante estabilizada con cal ha pasado de ser una sub-rasante pobre a ser una sub-rasante de calidad excelente.</p>	<p>Un punto importante a considerar en el diseño es la optimización del material que conforma la capa de sub-base la cual según la normativa peruana del MTC recomienda un CBR mínimo de 60% para el nivel de servicio que tiene la vía en estudio y no 40% como la empresa encargada de realizar el expediente definitivo toma para el diseño.</p> <p>Por lo en el mejor de los casos al tener un CBR mayor se puede optar por incrementar el espesor de la capa en mención</p>	<p>para la conformación de la sub-rasante y para este caso se obtuvo un valor de CBR 6. Según lo descrito en el expediente técnico la baja capacidad de soporte de este suelo se debe a que atraviesa 23 zonas de bofedales en las que los suelos predominantes son MH, ML, GC y CL. El volumen de mejoramiento aproximado para este tramo de la carretera es de 12247 metros cúbicos</p>
--	--	---	--	--	--	---	--	---

		<p>el valor de CBR del suelo natural era de 6% y el valor del CBR estabilizado con 10% de cal llega a 43.3% lo que indica un 73 aumento significativo de la capacidad portante del suelo que tendrá la función de sub-rasante en la carretera de estudio. Es así que el CBR con el que se diseñará el espesor del pavimento rígido será de 43.3 %.</p>					<p>la cual influye directamente con la reducción del espesor del pavimento. Bajo este concepto se ha elaborado el tercer diseño respetando el CBR mínimo incrementando así el módulo de reacción de la sub-rasante.</p>	
--	--	--	--	--	--	--	---	--

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL N°11

Nombre del documento	Efecto de la cal en la estabilización de sub rasantes
Autor	(Fabián Elizondo Arrieta, Alejandro Navas Carro, Denia Sibaja Obando)
Objetivo	La valoración del efecto de la cal disponible en Costa Rica, utilizada como aditivo estabilizador de materiales finos que presenten índices de plasticidad (IP) medios y altos, y su efecto en las propiedades mecánicas y de durabilidad del material estabilizado.
Referencias Bibliográficas	<p>TESIS:</p> <p>1) Elizondo, F., Sibaja, D. (2008). Guía para la estabilización y mejoramiento de rutas no pavimentadas. Unidad de Investigación en Infraestructura Vial. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. San José, Costa Rica.</p> <p>2) Department of The Army, The Navy, and the Air Force (1994). Soil Stabilization for pavements. Washington D.C, United States. National Lime Association, (2004). Manual de estabilización de suelos tratados con cal, United States.</p> <p>3) Federal Highway Administration, (1993). Soil and Base Stabilization and Associated Drainage Consideration. Washington D.C, United States.</p>
Palabras Clave	Sub rasantes, Cal, Estabilización de sub rasantes.
Descripción del aporte al tema seleccionado	El proyecto está enfocado en evaluar el efecto de dos tipos de cal (primera y segunda calidad) en las propiedades de un suelo de alta plasticidad, estabilizado con cal y valorar el cumplimiento de especificaciones de acuerdo con la normativa existente.
Problema de la investigación	¿Cuál es el efecto de las propiedades mecánicas y de durabilidad del material estabilizado con cal en suelos de Costa Rica?
Análisis	<ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: Evaluar las propiedades claves del suelo como un paso inicial para determinar si el suelo es adecuado para a ser estabilizado con cal. • Paso 2: Determinación de la demanda estimada inicial de cal, el porcentaje más bajo de cal en el suelo que alcanza un pH en laboratorio de 12,4 es el porcentaje mínimo de cal para estabilizar un suelo.

	<ul style="list-style-type: none"> • Paso 3: Determinación del contenido de humedad óptimo y la máxima densidad seca del suelo tratado con cal, mediante el procedimiento ASTM D698 (Próctor Estándar). • Paso 4: Fabricación de los especímenes para compresión encofinada (CI) mediante el procedimiento ASTM D5102 procedimiento B. La muestra debe de ser almacenada en una bolsa sellada e impermeable por 1 h – 24 h antes de fabricar el espécimen de ensayo. • Paso 5: Curado y confinamiento de los especímenes de compresión encofinada (CI). Inmediatamente después de la fabricación de los especímenes
<p>Resultados</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. De los resultados obtenidos se evidencia la mejoría en las propiedades mecánicas y de durabilidad en el material de subrasante cuanto se incorpora la cal como material estabilizador. Con base en los resultados obtenidos, esta mejoría se incrementa conforme se agrega un mayor porcentaje de contenido de cal. En el caso de los resultados de compresión incofinada, se observa una mayor mejoría cuando se emplea cal con mayores contenidos de óxido de calcio y óxido de magnesio (propiedades de la cal de primera). 2. Es recomendable profundizar en el análisis y valoración de los efectos de la cal en los valores de módulo resiliente de materiales de subrasante estabilizados y determinar cuáles propiedades tales como el contenido de cal, el proceso de compactación, o bien determinar que otros factores influyen en el desempeño de los mismos. 3. La cal evaluada en el estudio presenta una alta variabilidad en sus propiedades fisicoquímicas e incumplimientos respecto a los requisitos requeridos internacionalmente, producto posiblemente del proceso de producción en el momento de muestreo; debido a esto se propone un estudio que busque cuantificar el efecto de esta variabilidad en las propiedades mecánicas del material estabilizado, así como analizar otras fuentes de cal para valorar si se repite esta condición. 4. El método de la NLA se propone como un método más factible para ser propuesto como método de diseño debido a la reducción en el tiempo requerido para el diseño y su correspondencia con los resultados del método del CI. 5. Con dosificaciones iguales o mayores al 6 % se pueden lograr materiales que de acuerdo con los procedimientos de diseño y especificación permiten transformar un material de alta plasticidad y muy susceptible a deformarse en un material con propiedades que permita ser utilizado como sub base e inclusive como base. 6. Se recomienda ampliar esta investigación a otros tipos de materiales que presenten condiciones aptas para ser estabilizado con cal, además se hace necesario la construcción de tramos de prueba que permitan valor en campo el desempeño real de material.

TABLA 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA	PROBLEMAS	OBJETIVOS	MÉTODO
<p>Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura. 2020.</p>	<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es el resultado de la evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante Piura. 2020?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuáles son las propiedades físicas – mecánicas resultantes de evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura 2020?</p> <p>¿Cuáles son las propiedades químicas resultado de la evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de una sub rasante. Piura 2020?</p> <p>¿Cuál es porcentaje de materiales no convencionales para la optimización de una mezcla según la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub-rasante. Piura 2020?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar los resultados de la evaluación de los trabajos previos de estabilización de una sub-rasante mediante el uso de materiales no convencionales. Piura 2020</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Establecer las propiedades físico-mecánicas resultantes de la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub - rasante mediante el uso de materiales no convencionales. Piura 2020.</p> <p>Establecer las propiedades químicas resultantes de la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub-rasante mediante el uso de materiales no convencionales. Piura 2020.</p> <p>Establecer el porcentaje de materiales no convencionales para la optimización de una mezcla según la evaluación de trabajos previos en la estabilización de una sub-rasante. Piura 2020</p>	<p>TIPO DE INV.</p> <p>Básica</p> <p>DISEÑO DE INV.</p> <p>No experimental</p> <p>ENFOQUE</p> <p>Cualitativo</p> <p>ESCENARIO DE ESTUDIO</p> <p>Antecedentes</p> <p>TÉCNICA</p> <p>Análisis Documental</p> <p>INSTRUMENTOS</p> <p>Ficha de análisis documental.</p>

Fuente: Autores de tesis



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SALDARRIAGA CASTILLO MARIA DEL ROSARIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "Evaluación de trabajos previos sobre el uso de materiales no convencionales en la estabilización de un a sub rasante. Piura. 2020, del (los) autor (autores) ANAYA ORDINOLA SELENE BRIJITH, SAAVEDRA SENMACHE LUIS FELIPE, constato que la investigación cumple con el índice de similitud de 18.00%, 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 el Trabajo de Investigación / Tesis 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.

Piura, 3 de agosto de 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SALDARRIAGA CASTILLO MARIA DEL ROSARIO DNI: 02609026 ORCID 0000-0002-0566-6827	Firmado digitalmente por: MSALDARRIAGAC el 03 Ago 2020 19:14:30

Código documento Trilce: 64618