

Influencia de la ceniza de tallo de avena en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en suelos in situ

Short title in English the Influence of Oat Stem Ash on the Physical-Mechanical Properties of the Subgrade in in situ Soils

Brayan Anderson Canihua Aquisé
brcanihuaaq@ucvvirtual.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-8690-9634>
Universidad Cesar Vallejo
Perú, Lima

Kevin Arturo Ascoy Flores
kascoy@ucvvirtual.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0003-2452-4805>
Universidad Cesar Vallejo
Perú, Lima

RESUMEN

Se evalúa la influencia de la ceniza de tallo de avena en las propiedades físico – mecánicas de la subrasante por adición en 5, 10, 15,20% y conocer las características en la subrasante. El método es de estudio experimental de tipo aplicado el nivel de esta investigación es de carácter explicativo con perspectiva cuantitativa, la población es de 694 ml. Se muestreo dos calicatas, usando instrumentos de recolección de datos basados en: ASTM-D 422, MTC E 109-2016, NTP 339.132-2014, ASTM-D 4318, MTC E 111, ASTM-D 1883, MTC-E 132-2000. La muestra patrón tiene un CBR de 6.76% y los porcentajes de 5, 10, 15 y 20% dieron un aumento de +3.26%, +5.55%, +6.89% y +9.45%, el suelo clasifica como muy arcilloso, la ceniza de tallo de avena mejora las condiciones del suelo calificándola como S3, según indica el Manual de suelos y pavimentos.

Palabras clave: Influencia; Ceniza; Avena; Sub rasante

ABSTRACT

The influence of oat stem ash on the physical-mechanical properties of the subgrade is evaluated by adding 5, 10, 15 and 20% and knowing the characteristics of the subgrade. The method is an experimental study of the applied type, the level of this research is of an explanatory nature with a quantitative perspective, the population is 694.00 ml. Two pits were sampled, using data collection instruments based on: ASTM-D 422, MTC E 109-2016, NTP 339.132-2014, ASTM-D 4318, MTC E 111, ASTM-D 1883, MTC-E 132-2000 The standard sample has a CBR of 6.76% and the percentages of 5, 10, 15 and 20% gave an increase of +3.26%, +5.55%, +6.89% and +9.45%, the soil is classified as very clayey and is reduced the IP, classifying it as clayey soil, oat stem ash improves soil conditions, qualifying it as S3, according to the Soils and Pavements Manual.

Key words: Influence; Ash; Oatmeal; Sub grade

INTRODUCCIÓN

En el carácter internacional, los presupuestos destinados a la infraestructura vial son muy altos, lo que dificulta la realización de proyectos importantes debido a restricciones presupuestarias. Como resultado, no se pueden alcanzar estándares de calidad deseados para el diseño y ejecución de carreteras. Para abordar la falta de carreteras pavimentadas, se llevaron a cabo estudios de suelos y se encontraron diferentes recursos de diversas áreas para estabilizar el suelo y mejorar la subrasante, que es la capa más afectada en las diferentes vías. (Cobos et al, 2019). El proceso de mejorar la subrasante de un suelo demanda un costo elevado y no es un proceso rápido, por esas razones recomiendan usar aditivos u otros compuestos en el suelo con la finalidad de aumentar su resistencia del suelo. (Aswathy et al, 2018). Esto conlleva a un aumento en el costo del proyecto, ya que tener que adquirir estos materiales adicionales resulta más costoso que utilizar los materiales originalmente previstos para la vía. (Duque et al, 2019), En este siglo se han dado investigaciones para el mejoramiento del suelo, en su mayoría mejorar la capacidad de carga, mediante adición de distintos materiales como cenizas y fibras, estos materiales se buscan que sean derivados de desechos (Coppola et al, 2016). A nivel nacional, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) establece que la capa de subrasante adecuada debe tener un Índice de Resistencia California (CBR) mayor al 6.0%, si la subrasante no cumple con este estándar debido a factores como la zona del suelo, será evaluada y luego mejorada mediante la adición de diferentes productos con el objetivo de garantizar la estabilización del suelo. El MTC asegura que las carreteras y vías de comunicación cumplan con los estándares necesarios para un correcto funcionamiento y seguridad. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014). Ya que el suelo natural que forma parte de la subrasante no cuenta con los estándares de calidad deseado muchas investigaciones se realizan para desarrollar el perfeccionamiento de las propiedades de la subrasante después de agregar porcentual por un material natural como cenizas (Ormeño et al, 2020). En la ciudad Chimbote la problemática viene desde un estudio de suelo mal efectuado, el cual es primordial para toda infraestructura vial para que alcance sus propiedades físicas ya que al tener precipitaciones pluviales en la zona el suelo se convierte en lodo por lo que no cuenta con pavimentación, provocando que los transportes urbanos

tengan que patinar o ladear en la vía, por esta razón las propiedades físico – mecánicas del suelo deben cumplir los parámetros correspondientes, de esta manera llevar mejor calidad de vida para los pobladores y no concurrir en un análisis mal elaborado. (Rimachi y Sánchez, 2019). Asimismo, el mal comportamiento de la estructura que componen las capas que son parte de la infraestructura de una vía sin pavimentar se debe al tipo de material el cual no tiene las propiedades físico-mecánicas adecuadas según el diseño vial. (Gonzales, 2018).

Este proyecto se enfoca en investigar cómo la adición porcentual de ceniza de tallo de avena afecta las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la prolongación de la Avenida Tacna en Juliaca. La justificación teórica de este proyecto busca conocer las mejoras en las propiedades de la subrasante según las Normas Técnicas Peruanas, al agregar la ceniza de tallo de avena en diferentes porcentajes. Esto permitirá explorar el campo de la adición porcentual de materiales que contribuyan a mejorar la subrasante. La justificación práctica se basa en la necesidad de conocer las propiedades de la subrasante al aumentar la cantidad de ceniza de tallo de avena, ya que existen antecedentes del uso de ceniza de avena con el objetivo de perfeccionar las características físico-mecánicas de la subrasante. La justificación metodológica del proyecto implica el uso de ensayos de laboratorio para evaluar la granulometría, el índice de resistencia CBR y la plasticidad del suelo de la subrasante con la adición porcentual de ceniza de tallo de avena, con el fin de lograr su estabilización.

El objetivo general de este proyecto es determinar cómo la ceniza de tallo de avena afecta las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, mediante los ensayos de granulometría, límites de consistencia y CBR de la subrasante. Se obtuvo un resultado promedio de 6.76% en el CBR patrón, se realizaron diferentes pruebas utilizando porcentajes de 5, 10, 15 y 20%, que arrojaron aumentos de +3.26%, +5.55%, + 6.89% y +9.45% respectivamente.

En cuanto al análisis de consistencia del suelo, originalmente presenta características de ser muy arcilloso. Sin embargo, después de utilizar la ceniza de tallo de avena, el Índice de Plasticidad (IP) disminuyó y clasifica como arcilloso. Este resultado sugiere que el uso de la ceniza de tallo de avena mejora las condiciones del suelo, clasificándolo como una subrasante buena (S3) según el Manual de suelos y pavimentos. Con los autores Gálvez y Santoyo, así como con los autores Ospina Chávez y Jiménez (2020), se evidenció la mayor diferencia para el análisis de Índice de plasticidad con respecto al menor porcentaje teniéndose una variabilidad del 100%. Ya que en sus ensayos dan como resultado un índice de plasticidad NP, Con el autor Chamba se evidenció la mayor similitud para el análisis de Índice de plasticidad con respecto al mayor porcentaje de adición del límite de consistencia teniéndose una similitud de 94.12%, Con los autores Cobos Ortegon y Peralta (2019).se evidenció la mayor diferencia para el CBR teniéndose una variabilidad del 91.8%. Con los autores Ospina, Chaves y Jiménez (2020).se evidenció la mayor similitud para el CBR teniéndose una similitud de 84.82%

MÉTODO

Se realizó la Investigación con metodología aplicada ya que utilizamos el conocimiento ya existente para abordar las problemáticas que se tienen en la sociedad Ñaupas et al (2018).

La investigación pue de tipo experimental puro, ya que referencia a la modificación o alteración de una variable, con el propósito de analizar los efectos que dichos cambios tienen sobre otra variable. Álvarez (2020).

Con enfoque cuantitativo, ya que se procedió a la recolección de datos numéricos porcentuales que se puede cuantificar por medio de ensayos estandarizados, por el cual se realizaron ensayos para determinar Índice de Plasticidad, Capacidad portante en suelos María e Iñiga, (2007)

La población está constituida por la subrasante que presenta en toda la prolongación de la Avenida Tacna de la ciudad de Juliaca, ya que nuestra vía en estudio contiene 694 ml y está en el parámetro de carreteras de tercera clase a cuál nos indica que debo realizar 2 calicatas por KM, se optó por desarrollar cada ensayo por calicata

RESULTADOS

Los resultados de la influencia de la ceniza de tallo de avena en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante son los siguientes:

- Para la Calicata N° 01

Tabla 1. Resultados de Ensayos Calicata - 1

CALICATA 01	Ceniza de tallo de avena				
Propiedades Físico - Mecánicas de la Subrasante	0 %	5%	10%	15%	20%
Granulometría (Tamiz N° 040)	96.80%	97.08%	93.57%	91.44%	91.77%
Índice de Plasticidad	23.37%	22.84%	21.23%	19.86%	17.65%
CBR	7.06%	9.98%	11.75%	13.65%	17.46%

De tal manera se hace un análisis para los resultados de la C-1

Tabla 2. Resultados del Análisis de Granulometría

CALICATA 01	Ceniza de tallo de avena				
Propiedades Físico - Mecánicas de la Sub rasante	0 %	5%	10%	15%	20%
Granulometría (Tamiz N° 040)	96.8%	97.08%	93.57%	91.44%	91.77%

Con respecto al ensayo de granulometría, se observa que a medida que se agrega ceniza de tallo de avena, disminuye el porcentaje pasante de la malla N° 40 el cual indica que el suelo puede ser considerado menos permeable.



Figura 1. Ensayo de Granulometría C-1

Tabla 2. Resultados de Límites de Consistencia

CALICATA 01	Ceniza de tallo de avena				
Propiedades Físico - Mecánicas de la Sub rasante	0 %	5%	10%	15%	20%
Índice de Plasticidad	23.37%	22.84%	21.23%	19.86%	17.65%

En los límites de consistencia, la adición de ceniza de tallo de avena disminuye el índice de plasticidad del suelo. El suelo se vuelve menos plástico y más fácil de trabajar a medida que se agrega ceniza de tallo de avena. Sin embargo, el porcentaje de adición del 5% resultó en el mayor índice de plasticidad, lo que indica que a mayor porcentaje de adición reduce la plasticidad del suelo.



Figura 2. Ensayo de Limites de Consistencia C-1

Tabla 4. Resultados de CBR

CALICATA 01	Ceniza de tallo de avena				
Propiedades Físico - Mecánicas de la Sub rasante	0 %	5%	10%	15%	20%
CBR	7.06%	9.98%	11.75%	13.65%	17.46%

En el ensayo de CBR, se observa que la adición de ceniza de tallo de avena aumenta la resistencia al esfuerzo cortante. Esto indica que la adición de ceniza de tallo de avena mejora la capacidad del suelo para soportar cargas. El porcentaje de adición del 20% resultó en el mayor CBR.



Figura 3. Ensayo de CBR C-1

- Para la Calicata N° 02

Tabla 5. Resultados de Ensayos C-2

Propiedades Físico Mecánicas de la Sub rasante	Ceniza de Tallo de Avena a 0%	Ceniza de Tallo de Avena a 5%	Ceniza de Tallo de Avena a 10%	Ceniza de Tallo de Avena a 15%	Ceniza de Tallo de Avena a 20%
Granulometría (Tamiz N° 040)	98.44%	89,7%	98,10%	96,6%	96,9%
Índice de Plasticidad	24,61%	21,43%	19,38%	17,38%	15,59%
CBR	6,46%	10,05	12,87%	13,65%	11,96%

De tal manera se hace un análisis para los resultados de la C-2

Tabla 6 Resultados del Análisis de Granulometría C-2

CALICATA 02	Ceniza de tallo de avena				
Propiedades Físico - Mecánicas de la Sub rasante	0 %	5%	10%	15%	20%
Granulometría (Tamiz N° 040)	98.44%	89.7%	98.1%	96.6%	96.9%

En el ensayo de granulometría, se observa que a medida que se agrega ceniza de tallo de avena, disminuye el porcentaje pasante de la malla N° 40 el cual indica que el suelo puede ser considerado menos permeable.

**Figura 4.** Ensayo de Granulometría C-2**Tabla 07.** Resultados de Limites de Consistencia

CALICATA 02	Ceniza de tallo de avena				
Propiedades Físico - Mecánicas de la Sub rasante	0 %	5%	10%	15%	20%
Índice de Plasticidad	24.61%	21.43%	19.38%	17.38%	15.59%

En los límites de consistencia, se observa que la adición de ceniza de tallo de avena disminuye el índice de plasticidad del suelo. Esto indica que el suelo se vuelve menos plástico y más fácil de trabajar a medida que se agrega ceniza de tallo de avena. Sin embargo, el porcentaje de adición del 5% resultó en el mayor índice de plasticidad, lo que indica que este porcentaje de adición reduce la plasticidad en el suelo.



Figura 05. Ensayo de Límites de Consistencia C-2

Tabla 08. Resultados de CBR

CALICATA 02	Ceniza de tallo de avena				
Propiedades Físico - Mecánicas de la Sub rasante	0 %	5%	10%	15%	20%
CBR	6.46%	10.05%	12.87%	13.65%	14.96%

En términos de CBR, se observa que la adición de ceniza de tallo de avena aumenta la resistencia al esfuerzo cortante. Esto indica que la adición de ceniza de tallo de avena mejora la capacidad del suelo para soportar cargas. El porcentaje de adición del 20% resultó en el mayor CBR.



Figura 3. Ensayo de CBR C-2

DISCUSIÓN

Con el autor Peralta (2020) se evidenció la mayor similitud para el Análisis Granulométrico teniéndose una variabilidad del 0.12%

Con los autores Gálvez y Santoyo (2019) con los autores Ospina Chávez y Jiménez (2020) se evidenció la mayor diferencia para el análisis de Índice de plasticidad con respecto al menor porcentaje teniéndose una variabilidad del 100%. Ya que en sus ensayos dan como resultado un índice de plasticidad NP

Con el autor Chamba (2021) se evidenció la mayor similitud para el análisis de Índice de plasticidad con respecto al mayor porcentaje de adición teniéndose una similitud de 94.12%

Con los autores Cobos Ortegón y Peralta (2019).se evidenció la mayor diferencia para el CBR teniéndose una variabilidad del 91.8%.

Con los autores Ospina, Chaves y Jiménez (2020).se evidenció la mayor similitud para el CBR teniéndose una similitud de 84.82%

En el Análisis Granulométrico, contrastaremos con el autor Peralta (2020).

En la muestra patrón, obtuvo en la malla N° 40 un porcentaje que pasa de 88.33%, mientras que en esta investigación de esta investigación se obtuvo un valor de 97.62%. Esta investigación difiere con una variación de 9.29% con el tipo de material que se ensayó, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 5 %

El mayor porcentaje pasante fue con la adición de ceniza de gallinaza en un porcentaje de 4.0% obteniéndose 97.37%, mientras que en esta investigación el mayor porcentaje pasante fue con 10% obteniéndose 95.84%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 5 % por lo que esta investigación se asemeja en un 98.42%.

El menor porcentaje pasante fue con la adición de ceniza de gallinaza en un porcentaje de 8.0% obteniéndose 90.56%, mientras que en esta investigación el mayor porcentaje pasante fue con 5% obteniéndose 93.39%, en base de similitud entre los datos se optó por

la variabilidad de esta investigación a un 5 % por lo que esta investigación asemeja en un 96.97%.

En el ensayo de Límites de consistencia, contrastaremos con los autores Ospina, Chaves y Jiménez (2020).

En la muestra patrón, obtuvo un IP de 15.5%, mientras en esta investigación se obtuvo un valor de 23.99%. Esta investigación difiere con una variación de 8.49% con el tipo de material que se ensayó, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 5.0 %.

El mayor porcentaje con la adición de escoria de acero en un porcentaje de 25.0% obteniéndose 11.60%, mientras que en esta investigación el mayor porcentaje de IP es de 5% obteniéndose 22.13%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 5.0 % por lo que esta investigación se asemeja en 88.52%.

El menor porcentaje con la adición de cloruro de sodio en un porcentaje de 75% obteniéndose 0%, mientras que en esta investigación el menor porcentaje de IP es de 20% obteniéndose 16.62%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 5.0 % por lo que esta investigación difiere en 100%

Para los Límites de Consistencia, contrastaremos con el autor Chamba (2020).

En la muestra patrón, se obtuvo un IP de 21.15%, mientras en esta investigación se obtuvo un valor de 23.99%. Esta investigación se asemeja con una variación de 2.21% con el tipo de material que se ensayó, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 5.0 %.

El mayor porcentaje fue con la adición de cloruro de sodio en un porcentaje de 2.0% y 10.0 % obteniéndose 17%, mientras que en esta investigación el mayor porcentaje de IP es de 5% obteniéndose 22.13%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 5.0 % por lo que esta investigación se asemeja en un 94.12%.

El menor porcentaje fue con la adición de cloruro de sodio en un porcentaje de 6.0% obteniéndose 15%, mientras que en esta investigación el menor porcentaje de IP es de 20% obteniéndose 16.62%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 5.0 % por lo que esta investigación difiere en un 14.43%.

Para los límites de consistencia, contrastaremos con el autor Gálvez y Santoyo (2019).

En la muestra patrón, se obtuvo un IP de 11%, mientras en esta investigación se obtuvo un valor de 23.99%. Esta investigación se difiere con una variación de 12.99% con el tipo de material que se ensayó, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 5.0 %.

El mayor porcentaje fue con la adición de ceniza de cascara de arroz en un porcentaje de 3.0% obteniéndose 13%, mientras que en esta investigación el mayor porcentaje de IP es de 5% obteniéndose 22.13%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 5.0 % por lo que esta investigación se asemeja 41.26%.

El menor porcentaje fue con la adición de cloruro de sodio en un porcentaje de 10.0% y 15% obteniéndose un resultado de NP, mientras que en esta investigación el menor

porcentaje de IP es de 20% obteniéndose 16.62%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 5.0 % por lo que esta investigación difiere en un 100 %.

Para el ensayo de CBR, contrastaremos con los autores Ospina, Chaves y Jiménez (2020).

En la muestra patrón, se obtuvo un 7.97%, mientras en esta investigación se obtuvo un valor de 6.76%. Esta investigación se asemeja con una variación de 15.18% con el tipo de material que se ensayó, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 %.

El mayor porcentaje fue un porcentaje de 75% obteniéndose 30.20%, mientras que en esta investigación el mayor porcentaje de CBR con 20% obteniéndose 16.21%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 % por lo que esta investigación difiere en un 46.32%.

El menor porcentaje fue con el porcentaje de 25.0% obteniéndose un resultado de 9.13%, mientras que en esta investigación el menor porcentaje de CBR es de 5% obteniéndose 10.02%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 % por lo que esta investigación se asemeja en un 91.12 %.

El menor porcentaje fue con el porcentaje de 4.0% obteniéndose un resultado de 17%, mientras que en esta investigación el menor porcentaje de CBR es de 5% obteniéndose 10.02%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 % por lo que esta investigación difiere en un 41.09 %.

Para el ensayo de CBR, contrastaremos con los autores Cobos Ortegón y Peralta (2019).

En la muestra patrón, se obtuvo un 76.67%, mientras en esta investigación se obtuvo un valor de 6.76%. Esta investigación difiere con una variación de 91.18% con el tipo de material que se ensayó, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 %.

El mayor porcentaje fue un porcentaje de 5% obteniéndose 101.55%, mientras que en esta investigación el mayor porcentaje de CBR con 20% obteniéndose 16.21%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 % por lo que esta investigación difiere en un 84.04%.

El menor porcentaje fue con el porcentaje de 10.0% obteniéndose un resultado de 85.86%, mientras que en esta investigación el menor porcentaje de CBR es de 5% obteniéndose 10.02%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 % por lo que esta investigación difiere en un 88.32 %.

Para el ensayo de CBR, contrastaremos con el autor Chamba (2021).

En la muestra patrón, en el CBR se obtuvo un 2.40%, mientras en esta investigación se obtuvo un valor de 6.76%. Esta investigación difiere con una variación de 91.18% con el tipo de material que se ensayó, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 %.

El mayor porcentaje fue un porcentaje de 6% obteniéndose 44%, mientras que en esta investigación el mayor porcentaje de CBR con 20% obteniéndose 16.21%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 % por lo que esta investigación difiere en un 63.16%.

El menor porcentaje fue con el porcentaje de 10.0% obteniéndose un resultado de 37.4%, mientras que en esta investigación el menor porcentaje de CBR es de 5% obteniéndose 10.02%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 % por lo que esta investigación difiere en un 73.21 %.

Para el ensayo de CBR, contrastaremos con el autor Gálvez y Santoyo (2019).

En la muestra patrón, se obtuvo un 3.92%, mientras en esta investigación se obtuvo un valor de 6.76%. Esta investigación difiere con una variación de 42.01% con el tipo de material que se ensayó, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 %.

El mayor porcentaje fue un porcentaje de 15% obteniéndose 13.77, mientras que en esta investigación el mayor porcentaje de CBR con 20% obteniéndose 16.21%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 % por lo que esta investigación se asemeja en un 84.95%.

El menor porcentaje fue con el porcentaje de 3.0% obteniéndose un resultado de 6.68 mientras que en esta investigación el menor porcentaje de CBR es de 5% obteniéndose 10.02%, en base de similitud entre los datos se optó por la variabilidad de esta investigación a un 30.0 % por lo que esta investigación se asemeja en un 66.67 %

CONCLUSIONES

La adición de ceniza de tallo de avena en la muestra afecta el porcentaje de partículas que pasan a través del tamiz N° 040. Al comparar las muestras 1 y 2, se observa que a medida que se agrega más ceniza de tallo de avena, el porcentaje de partículas que pasan a través del tamiz N° 040 disminuye.

Al agregar ceniza de tallo de avena tiene un efecto en su índice de plasticidad. Se ha observado que a medida que se aumenta el porcentaje de adición de la ceniza, el índice de plasticidad del suelo disminuye. En el Calicata 01, se encontró que el índice de plasticidad disminuyó en un 24.5% con el mayor porcentaje de adición, mientras que en el Calicata 02 la disminución fue del 36.67% en relación a la muestra patrón.

Al agregar la ceniza de tallo de avena al suelo, se mejora la capacidad portante del suelo medida por el CBR. Además, se muestra que en el Calicata 01 y 02, a medida que se incrementa el porcentaje de adición de la ceniza, se observa un aumento en el CBR.

La ceniza de tallo de avena mejora las condiciones del suelo de la subrasante ya que las cenizas no actúan como finos plásticos el cual ayuda a bajar los índices de plasticidad y aumenta el porcentaje de la capacidad portante de la subrasante.

CONFLICTO DE INTERESES.

No existe ningún conflicto

REFERENCIAS

Cobos Mario, Ortegón Carol Y Peralta Juan. (2019). *Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café. 2019.* [Tesis para optar el título profesional]. Universidad Cooperativa de Colombia Ibagué. Facultad de Ingeniería civil. Programa de Ingenierías.

Aswathy C., Athira S. y Savida M. (2018). *Effect of Bio-enzyme-Chemical Stabilizer Mixture on -improving the Subgrade Properties.* Problematic Soils and Geoenvironmental..

Duque Jennifer, Vásquez Brayan y Orrego José. (2019) *Mejoramiento de subrasante en vías de tercer orden.* [Tesis para optar el título profesional]. Universidad Libre de Colombia.

Coppola, L., kara, P. y Lorenzi, S. (2016). *Concrete manufactured with crushed asphalt as partial replacement of natural aggregates.* Revista Materiales de Construcción

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014) *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos.*

Ormeño, E., Rivas, N., Duran, G. y Soto, M. (2020). *Stabilization of a Subgrade Composed by Low Plasticity Clay with Rice Husk Ash.* IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering

Rimachi Ivan y Sánchez Robert. (2019). *Estabilización de suelos con adición de ceniza de cáscara de coco al 0.5%, 1.5%, 3%, 5% y 8%, a nivel de subrasante en el sector de Lampanin Distrito de Cáceres del Perú Provincia del Santa, Ancash.2019.* [Tesis para optar el título profesional]. Universidad Cesar Vallejo

Gonzales Flor. (2018). *Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno.* [Tesis para optar el título profesional]. Puno: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

Ospina Miguel, Chaves, Saieth y Jiménez Luis. (2020) *Mejoramiento de subrasante de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero*. Revista de Investigación, Desarrollo en Innovación

Ñaupas Humberto, Valdivia Marcelino, Palacios Jesús y Romero Hugo. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de la tesis*. 5.a 71 ed. Bogotá: Ediciones de la U.

Álvarez Risco, A. (2020). *Clasificación de las investigaciones*. Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, Carrera de Negocios Internacionales.

Müggenburg Rodríguez V., María Cristina; Pérez Cabrera, Iñiga, (2007). *Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa*. Revista Enfermería Universitaria, pp. 35-38 Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México

Peralta Angel. (2020). *Mejoramiento de la Subrasante de baja capacidad de soporte mediante la incorporación de la ceniza de gallinaza*. [Tesis para optar el título profesional] Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingenierías.

Santoyo Jessica, Galvez Paola. (2019). *Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con ceniza de cascara de arroz, carretera Yanuyacu Bajo – Señor Cautivo*. [Tesis para optar el título profesional]. Universidad Nacional de Jaén.

Chamba Luis. (2021). *Análisis comparativo de estabilización para el mejoramiento de subrasante entre el uso de cloruro de sodio y el sistema consolid de zonas urbanas no pavimentadas de la urbanización el Parral del distrito de la Victoria,2020*. [Tesis para optar el título profesional]. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería.