



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Bach. Heraldine Maribel Mendoza Guerrero

Asesor:

Ing. Anita Elizabeth Alva Sarmiento

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A mis padres, Amador Mendoza Vásquez y Leonor Guerrero Hernández y a mi hermano Miguel Ángel Mendoza Guerrero, porque con sus consejos y apoyo incondicional he podido lograr todas mis metas trazadas.

AGRADECIMIENTO

A Dios por habernos permitido llegar hasta esta etapa muy importante de mi vida. A la Ingeniera Anita Alva Sarmiento por su gran apoyo como asesor de curso. Gracias por su asesoramiento, por el conocimiento transmitido, su comprensión y apoyo para culminar la presente tesis.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Formulación del problema	40
1.3. Objetivos	40
1.3.1. Objetivo General	40
1.3.2. Objetivos específicos	40
1.4. Hipótesis	40
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	41
2.1. Tipo de investigación.....	41
2.1.1. Enfoque	41
2.1.2. Tipo	41
2.1.3. Diseño de Investigación.....	41
2.1.4. Variables de Estudio	41
2.2. Población y muestra	42
Grupo de Estudio	42
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	44
2.3.1. Técnicas e Instrumentos de Recolección	44
Técnicas:	44
Instrumentos:.....	44
a) Fichas Resumen	44
b) Ficha de Recolección de Datos.....	45

2.3.2. Técnicas e Instrumentos de Análisis de Datos.....	45
Técnicas:	45
Instrumentos:.....	46
2.4. Procedimiento.....	46
2.5. Aspectos Éticos	49
CAPÍTULO III. RESULTADOS	50
3.1. Codificación de las Investigaciones.....	50
3.2. Clasificación de las Investigaciones	51
3.3. Clasificación de estudios por año de publicación	52
3.4. Tipo de suelo al cual fue aplicado la estabilización	53
3.5. Tipos de Estabilización.....	54
3.6. Tipo de proceso utilizado en la estabilización de suelo de subrasante.....	57
3.7. Porcentajes de adición utilizados.....	58
3.8. Lugar de Aplicación.....	63
3.9. Profundidad y Número de Muestras	64
3.10 Resultados de OCH, MDS Y CBR.....	65
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	98
4.1. Discusión	98
4.2. Conclusiones	105
REFERENCIAS.....	107
ANEXOS.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de Suelos según SUCS	18
Tabla 2 Ensayos de Laboratorio	20
Tabla 3 Número de Calicatas para Exploración de Suelos	26
Tabla 4 Límites de acuerdo con la clasificación de suelo.....	35
Tabla 5 Estudios utilizados en la Tesis.....	43
Tabla 6 Código de los estudios según orden de recolección de datos	50
Tabla 7 Tipos de estudios recopilados.....	51
Tabla 8 Año de publicación de los artículos recopilados	52
Tabla 9 Tipo de suelo estabilizado	53
Tabla 10 Tipos de estabilización	54
Tabla 11 Cantidad de estudios según el estabilizador utilizado	56
Tabla 12 Tipo de proceso utilizado en el estudio	57
Tabla 13 Porcentajes de adición utilizado en estabilización con productos	58
Tabla 14 Cantidades de adición utilizado en estabilización con aditivos	61
Tabla 15 Cantidad de Estudios según lugar de Aplicación.....	63
Tabla 16 Cantidad de Estudios según la profundidad de las calicatas.....	65
Tabla 17 Resultados de los diferentes ensayos en suelo sin estabilizar en cada estudio	66
Tabla 18 Resultados de los diferentes ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas	67
Tabla 19 Resultados de los diferentes ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con cal.....	70
Tabla 20 Resultados de los diferentes ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con cemento.....	73
Tabla 21 Resultados de los diferentes ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivos.....	75
Tabla 22 Resultados de ensayos de CBR en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivo terrazyme.....	77
Tabla 23 Resultados de CBR al 95% en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivo organosilanos.....	78
Tabla 24 Resultados de los diferentes ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con escoria.....	79
Tabla 25 Resultados de ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con concha de abanico triturada.....	81
Tabla 26 Resultados de ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con cloruro de calcio.....	84
Tabla 27 Resultados de ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con arenas asfálticas.....	86
Tabla 28 Espesor de capa utilizando geomalla Biaxial MacGRID.....	88
Tabla 29 Espesor de subrasante de diseño utilizando geomalla Multiaxial.....	89
Tabla 30 Resultados de ensayos del suelo natural y estabilizado con cemento + aditivo Con-Aid.....	90
Tabla 31 Resultados de CBR del suelo natural y utilizando aditivos de cal y cemento	92
Tabla 32 Resultados de ensayos del suelo natural y estabilizado con cal y sal	93
Tabla 33 Resultados Costo – Beneficio según estabilizante.....	95
Tabla 34 Resultados de ensayos del suelo natural y estabilizado con Cenizas Volantes+Cemento+Cal	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Clasificación de Suelos según AASHTO.....	19
Figura 2 Curva de Compactación	23
Figura 3 Proceso de Selección del Tipo de Estabilización	39
Figura 4 <i>Porcentaje según el tipo de estudios realizados</i>	52
Figura 5 <i>Porcentajes de estudios según año de publicación</i>	53
Figura 6 <i>Porcentajes de Estudios según el tipo de suelo estabilizado</i>	54
Figura 7 <i>Porcentajes según el tipo de estabilización utilizada</i>	55
Figura 8 <i>Porcentaje de estudios según el estabilizador utilizado</i>	56
Figura 9 <i>Porcentaje de estudios según el proceso de estabilización</i>	57
Figura 10 <i>Porcentajes de adición del estabilizante utilizado en cenizas</i>	58
Figura 11 <i>Porcentajes de adición del estabilizante utilizado en cal</i>	59
Figura 12 <i>Porcentajes de adición del estabilizante utilizado en Cemento Portland</i>	60
Figura 13 <i>Porcentajes de adición del estabilizante utilizado en otros productos</i>	60
Figura 14 <i>Cantidades de adición utilizado en estabilización con aditivos</i>	61
Figura 15 <i>Cantidad de adición utilizado en aditivo terrazyme</i>	62
Figura 16 <i>Cantidad de adición utilizado en aditivos organosilanos</i>	62
Figura 17 Tipo de Geomallas encontradas en las investigaciones.....	63
Figura 18 <i>Porcentajes de los estudios según el lugar de aplicación.</i>	64
Figura 19 <i>Porcentaje de la profundidad usada en las calicatas</i>	65
Figura 20 <i>Porcentaje del tipo se suelo según SUCS</i>	66
Figura 21 <i>Porcentaje del tipo se suelo según AASHTO</i>	67
Figura 22 <i>Resultados del ensayo de OCH para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas</i>	68
Figura 23 <i>Resultados del ensayo de MDS para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas</i>	68
Figura 24 <i>Resultados de CBR al 95% para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas</i>	69
Figura 25 <i>Resultados de CBR al 100% para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas</i>	70
Figura 26 <i>Resultados del ensayo de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con cal</i>	71
Figura 27 <i>Resultados del ensayo de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con cal</i>	71
Figura 28 <i>Resultados de CBR al 95% en suelo sin estabilizar y estabilizado con cal</i>	72
Figura 29 <i>Resultados del ensayo de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con cemento</i>	73
Figura 30 <i>Resultados del ensayo de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con cemento</i>	74
Figura 31 <i>Resultados de CBR al 95% en suelo sin estabilizar y estabilizado con cemento</i>	75
Figura 32 <i>Resultados del ensayo de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivos químicos</i>	76
Figura 33 <i>Resultados del ensayo de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivos químicos</i>	76
Figura 34 <i>Resultados del CBR al 95% en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivos químicos</i>	77
Figura 35 <i>Resultados de CBR al 95% y 100% en suelo natural y estabilizado con aditivo terrazyme</i>	78
Figura 36 <i>Resultados de CBR al 95% en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivo organosilanos</i>	79

Figura 37 Resultados del ensayo de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con escoria	80
Figura 38 Resultados del ensayo de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con escoria	80
Figura 39 Resultados de CBR en suelo sin estabilizar y estabilizado con escoria	81
Figura 40 Resultados de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con concha de abanico triturada.....	82
Figura 41 Resultados de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con concha de abanico triturada.....	82
Figura 42 Resultados de CBR en suelo sin estabilizar y estabilizado con concha de abanico triturada	83
Figura 43 Resultados de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con cloruro de calcio	84
Figura 44 Resultados de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con cloruro de calcio.....	85
Figura 45 Resultados de CBR en suelo sin estabilizar y estabilizado con cloruro de calcio	85
Figura 46 Resultados de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con arenas asfálticas.....	86
Figura 47 Resultados de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con arenas asfálticas	87
Figura 48 Resultados de CBR al 95% en suelo sin estabilizar y estabilizado con arenas asfálticas	88
Figura 49 Espesor de capa utilizando geomalla Biaxial MacGRID.....	89
Figura 50 Espesor de subrasante de diseño utilizando geomalla multiaxial.....	89
Figura 51 Resultados del OCH del suelo natural y estabilizado con cemento + aditivo Con-Aid.....	90
Figura 52 Resultados de la MDS del suelo natural y estabilizado con cemento + aditivo Con-Aid	91
Figura 53 Resultados del CBR del suelo natural y estabilizado con cemento + aditivo Con-Aid.....	91
Figura 54 Resultados de CBR del suelo natural y utilizando aditivos de cal y cemento	92
Figura 55 Resultados del OCH del suelo natural y estabilizado con cal y sal	93
Figura 56 Resultados del MDS del suelo natural y estabilizado con cal y sal	94
Figura 57 Resultados del CBR AL 95% del suelo natural y estabilizado con cal y sal	94
Figura 58 Resultados del OCH del suelo natural y estabilizado con Cenizas Volantes+Cemento+Cal.....	95
Figura 59 Resultados del MDS del suelo natural y estabilizado con Cenizas Volantes+Cemento+Cal.....	96
Figura 60 Resultados deL CBR del suelo natural y estabilizado con Cenizas Volantes+Cemento+Cal	97

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar los tipos de estabilización de suelos utilizados para el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes. Se utilizó un diseño no experimental del tipo descriptivo y haciendo la búsqueda en las diferentes plataformas se seleccionaron 20 investigaciones experimentales a nivel nacional e internacional que traten de la estabilización de suelo a nivel de subrasantes. Como instrumentos se elaboró las fichas resumen, fichas de recolección de datos y hojas de cálculo en Excel para el procesamiento de datos. Como resultados se encontraron varios tipos de estabilización entre ellas la estabilización con productos, estabilización con aditivos, estabilización con geo-sintéticos (geomallas), y con la combinación de dos o más estabilizadores, los cuales logran aumentar la capacidad de soporte (CBR) del suelo en estado natural. Se evidencia que cualquier tipo de estabilizador utilizado en los porcentajes correctos generan un suelo en condiciones de resistencia a cortante óptimas para ser utilizado en subrasante; en base a ello se elaboró una propuesta seleccionando dos estabilizantes, el cemento y la cal por cumplir con la aplicación a suelos arcillosos, utilizar menores porcentajes de adición, ser accesibles y lograr un incremento favorable en la capacidad de Soporte California Bearing Ratio (CBR).

Palabras clave: Tipos de estabilización, subrasante, capacidad de soporte.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La tesis titulada “Caracterización de los tipos de estabilización de suelos utilizados para el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes, Cajamarca 2021”, recopila estudios de los diferentes tipos de métodos utilizados en estabilización de suelos a nivel de subrasante; e intenta caracterizarlos con el fin de inferir cuál de ellos logra mejores resultados. Entendiéndose por caracterización al procedimiento mediante el cual se estudian las propiedades morfológicas y funcionales de determinadas sustancias o materiales, con el objeto de conocer información importante sobre estos, como por ejemplo su grado de resistencia y fiabilidad o sus posibles aplicaciones. De este modo, facilitar el análisis de los materiales o sustancias conociendo sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, indispensables para prever las prestaciones de los elementos y estimar el tiempo de vida útil en base a las condiciones ambientales de exposición esperadas (Infinitia Reseach, 2020). Teniendo la investigación como propósito final la elaboración de una propuesta de aplicación del estabilizante; considerando las características del lugar, la factibilidad de aplicación y los medios económicos.

Se sabe que las obras de ingeniería civil están sostenidas por suelo, y este suele no presentar los requisitos necesarios para ello. Los suelos en su estado natural pueden no poseer la resistencia para soportar las cargas impuestas (Leite, Rodrigues, & Dias, 2019). En el mundo de la ingeniería vial existen diversas problemáticas como el costo elevado a la hora de construir los pavimentos de carretera en suelos de baja capacidad de soporte debido a que su diseño demanda mayores espesores de capa. Cada vez se busca alternativas de solución para mejorar algunos suelos arcillosos debido a su mala calidad

y que en algunos casos no cumplen los requerimientos para ser usados como terreno de fundación o terraplén (Ccoillo, 2017).

Según Hernández, Mejía & Zelaya (2016); y Martínez (2019), un suelo arcilloso presenta características plásticas, son de baja capacidad para soportar carga estructural y tienen el riesgo de sufrir cambios volumétricos provocado por las variaciones en su contenido de humedad, generando un proceso de expansión; debido a la absorción de agua va produciendo un aumento de volumen y relajación de los esfuerzos, con un posible colapso. Silva (2016), agrega que alrededor del 80% de las vías en el mundo están sin pavimentar; además, de acuerdo a la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) aproximadamente el 20% de los pavimentos fallan debido a la insuficiencia en la resistencia estructural.

La existencia por falta de un mejoramiento en la sub-rasante sobre la que esté cimentado el pavimento conllevará a un deterioro rápido de la estructura del mismo comprometiendo serios problemas a toda la estructura vial. A nivel internacional los suelos blandos típicos como en Colombia tienen las características siguientes: Suelos Turbosos (Pt) - Limos Orgánicos (Humedad Natural alta, Límite Líquido >50, Índice de Plasticidad 50 y alta Humedad natural); Arcillas con alto Límite Líquido (Límite líquido >50) y Humedad natural cercana al Límite Líquido (Ccoillo, 2017).

En nuestro medio existen una serie de fenómenos de inestabilidad de suelos, los problemas más comunes son los asentamientos, grietas superficiales, variaciones volumétricas, el cual necesita ser mejorado ó cambiado por otro material que cumpla los parámetros exigidos por el MTC (Martínez, 2019; Santa Cruz, 2019). Tal es el caso, que en Perú las estructuras viales son afectadas en gran mayoría por el efecto de la napa freática presente en las sub rasante de estas; pero en la gran mayoría aún no se han

previsto alternativas de solución para este problema. Por ejemplo, las lluvias presentes en las regiones de la selva peruana se presentan con mayor intensidad entre los meses de diciembre a abril, y durante el resto de meses de manera periódica; son estas las que incrementan el nivel de deterioro de las obras viales (Díaz, 2018).

Desde el punto de vista de Santa Cruz (2019), una razón principal para que estas fallas se den, es que los terrenos de fundación a nivel de subrasante no han sido mejorados adecuadamente. Esto puede tener dos causas. La primera es el manejo erróneo de la información respecto a las características físicas, mecánicas y la elección del mejor método para la determinación de los espesores de refuerzo que requieren estos suelos. La segunda es un mal seguimiento al proceso constructivo del mejoramiento de suelos. Basándonos en la segunda, surge dos posibilidades principales de mejora de la calidad de un suelo, una de ellas es la remoción y reemplazo por una capa de suelo seleccionado y de mejor calidad; y otra opción es la estabilización del mismo suelo in situ, para lo cual habrá que pensar en su impermeabilización o en la aplicación de un proceso de estabilización el cual consiste en someter los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que se pueda aprovechar sus mejores cualidades, capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones de clima más severas. Con el diseño y técnica de construcción apropiada se mejora las características y propiedades del suelo como: el hinchamiento, la capacidad portante y permeabilidad (Hernández, Mejía & Zelaya, 2016; Velásquez, 2018). Emplear una u otra opción dependerá de su factibilidad de aplicación y economía.

Los recursos disponibles para la reparación y mantenimiento de los pavimentos son limitados. Por esta razón una opción sostenible para superar este problema es el desarrollo de una técnica innovadora de estabilización del pavimento con una alternativa

de refuerzo adecuado que mejore la estructura global, reduzca los costos operativos y minimice los requisitos de mantenimiento (Silva, 2016).

Por su parte, Díez, Montes, & Caicedo (2018), indican que los métodos sustitutivos pueden traer consigo los altos costos propios del transporte de materiales, lo que en la mayoría de los casos significa la no consecución de los proyectos de construcción y mantenimiento de estos senderos viales (secundarios y terciarios), con los respectivos trastornos en el desempeño eficaz de las comunidades que deben desplazarse por esos circuitos en mal estado.

Existen diversos sistemas de estabilización de suelos de subrasante en el mundo, tales como la estabilización mecánica, que puede realizarse compactando el material o colocando un material de grano grueso y fino homogéneo sobre la subrasante; la estabilización con aditivos químicos, que alteran las propiedades fisicoquímicas del suelo a tratar mediante la generación de un incremento como cemento, limo y asfalto bituminoso; y la estabilización mediante geotextiles y geosintéticos. Entre los procesos de estabilización más conocidos se encuentra la adición de cal al material de subrasante, en el que las variaciones en las propiedades del suelo incluyen reducción de la humedad natural, modificación de la granulometría, reducción del índice de plasticidad, reducción del potencial de cambio volumétrico y modificación de las características de compactación, entre otras (Serrano & Padilla, 2019).

Sin embargo, esta propiedad puede mejorarse con la adición de un agente cementante como el cemento Portland, que ya es consagrados en la construcción civil, así como los diferentes tipos de ceniza que han ido surgiendo interés en el mundo académico por sus propiedades y presentando resultados satisfactorios, debido a su acción puzolánica (Leite, Rodrigues, & Dias, 2019).

El estudio de las aplicaciones correspondientes a estabilizaciones químicas se empezó a registrar entre los años 1930 y 1940; el primer registro de uso de ceniza en pavimentación se produjo durante el año 1938, en los Estados Unidos, en el distrito de Santiago de Chicago, donde se hizo uso de un 20% a 50% de cenizas volantes como un sustituto del cemento en pavimento en una vía de aproximadamente media milla de una carretera local. Además de ello se ha registrado la construcción de pistas de aterrizaje en el aeropuerto de Newark, también en los Estados Unidos, donde se utilizaron aproximadamente 730,000 toneladas de cenizas, juntamente con el uso de arena de mar gradada que se utiliza en terraplén, donde se pudo verificar, después de 5 años de operación, que los costos de mantenimiento fueron mucho más bajos que los de pavimentos comunes (Terrones, 2018).

La adición de productos químicos al suelo de subrasante se perfila como una solución interesante para estudiar, pues con esta metodología se aprovechan las condiciones iniciales de los terrenos procurando elevar la capacidad portante del suelo, con la respectiva densificación de la estructura y las implicaciones que esto acarrearía en el ingreso de agua al suelo (retardo en la absorción de agua por el conjunto de capas del pavimento) (Díez et al., 2018).

El tema de estabilización de suelos en subrasantes ha sido muy estudiado, por lo que se encuentra diversos estudios relacionados a este, para nuestra investigación se tomo a los siguientes como **antecedentes**:

Serrano & Padilla (2019), en su artículo científico denominado: “*Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados*” publicado en Bogotá-Colombia, tuvo como objetivo recopilar las principales investigaciones sobre las modificaciones de las propiedades de

subrasante por medio de adición de fibras naturales y sintéticas, con el fin de tener una base teórica que justifique la aplicación de estas adiciones a nivel constructivo, realizó una revisión de la literatura, comparando resultados y sacando los parámetros que se necesitan para la estabilización más recomendada con polímeros y el comportamiento o aporte que se genera en la subrasante. Se obtuvo como resultados el 65% de las investigaciones encontradas corresponde a estudios sobre las modificaciones de la resistencia a la compresión; el 30 % de ellas están dirigidas a estudios enfocados a estudiar la respuesta de los esfuerzos de tracción cuando son fibras poliméricas; y el otro 5 % evalúa propiedades como la fatiga o resistencia a la tensión axial.

Espinoza & Honores (2018), en su tesis *“Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación”* tuvo como objetivo principal estabilizar los suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación. Lo realizó mediante ensayos de caracterización física y mecánica del suelo natural y con la adición de porcentajes en peso del 20 %, 25% y 30% de concha de abanico previamente sometidas a un proceso de calcinación; además se utilizó cenizas de carbón provenientes de las ladrilleras artesanales. Los resultados que se obtuvieron de los ensayos realizados se obtuvo un suelo CL y que con respecto a las combinaciones los óptimos contenidos de humedad aumentaron entre 0.4% y 3.2% para todas las combinaciones; las máximas densidades secas de las combinaciones disminuyen entre 0.042 g/cm³ y 0.09 g/cm³ y el valor CBR incrementa entre 11.7% y 17% con respecto a la de suelo natural.

Rincón & Cortes (2020), en su tesis *“Análisis de la resistencia a la compresión inconfiada y CBR de un afirmado estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal”* tuvo como objetivo analizar el comportamiento de un suelo afirmado, estabilizado

con adición de ceniza de bagazo de caña y cal, en diferentes proporciones, a la compresión inconfiada y a la capacidad de soporte (CBR). Se lo realizó mediante ensayos de laboratorio aplicados al suelo en estado natural y con las siguientes adiciones S+6CBCA, S+9CBCA, S+12CBCA, S+5C, S+6CBCA+2C, S+6CBCA+5C, S+6CBCA+8C, S+9CBCA+2C, S+9CBCA+5C, S+9CBCA+8C, S+12CBCA+2C, S+12CBCA+5C, S+12CBCA+8C, representando S al suelo natural, CBCA a la ceniza de bagazo de caña de azúcar y C a la cal. Los resultados obtenidos fueron que a medida que se aumentó el contenido de ceniza de bagazo de caña de azúcar se evidenció una mejora notable de la capacidad de soporte California Bearing Ratio (C.B.R.), el mejor resultado se observa en la mezcla de suelo más 12% de ceniza de bagazo de caña de azúcar (S+12%CBCA) ya que su valor índice de CBR aumentó de 23% a 65% en comparación con el suelo natural. Además, que los resultados mejoran cuando se añade cal, como es en la mezcla de suelo más 12% de ceniza de bagazo de caña de azúcar y 5% de cal (S+12%CBCA+5%C) obteniendo un resultado de CBR de 87% mejorando un 33.4%.

Novoa Fernández (2017), en su tesis "*Aplicación de la Geomalla Triaxial para mejorar la estabilización de suelos blandos en la avenida Trapiche Chillón, Carabayllo – 2017*", tuvo como objetivo determinar como la aplicación de la geomalla triaxial mejora la estabilización del suelo blando en la Avenida Trapiche Chillón, Carabayllo - 2017. Se lo realizó comparando los espesores obtenidos para un pavimento sin refuerzo con uno donde se utilice geomalla triaxial TX 160. En los resultados obtenidos se deduce que el uso de la geomalla permitió mejorar las propiedades mecánicas del suelo y esto se vio reflejado en la reducción del espesor del pavimento. El espesor total del pavimento flexible sin considerar la geomalla fue de 50cm, con una carpeta asfáltica de 10cm, una

base granular de 15cm y una sub-base granular de 25cm. Mientras que, el empleo de la geomalla triaxial, como material de refuerzo, permitió reducir el espesor del pavimento flexible a 27.5cm, conformado solo por una carpeta asfáltica de 10cm y una base granular de 17.5cm. Esta reducción de espesor representó una reducción de un 45% en el espesor total del pavimento.

Díez, Montes, & Caicedo (2018), en su artículo científico “*Estabilización de Subrasantes con Productos Químicos*” publicado en Bogotá - Colombia, tuvo como objetivo cuantificar los incrementos de resistencia y los cambios en el patrón de ingreso de agua al suelo (absorción) mediante las pruebas de Eficacia Hidráulica y Succión Controlada de laboratorio, lo realizó mediante ensayos de tres suelos utilizando probetas cilíndricas de radio de 5cm y altura de 10cm, con curado de 7, 28 y 60 días a los cuales se le aplicó el ensayo de succión, humedad óptima y proctor estándar, después de los resultados se fabricaron probetas con 25% por encima y por debajo de los valores óptimos, de donde se obtuvo que la condición más desfavorable (humedad de saturación) es que los productos aumentan los valores de resistencia, respecto al suelo sin tratamiento desde 2 hasta 135 veces, dependiendo del producto y del tipo de suelo.

Para tener un enfoque más completo se presentan las siguientes bases teóricas:

Suelo

El suelo es la porción más superficial de la corteza terrestre, constituida en su mayoría por residuos de roca provenientes de procesos erosivos y otras alteraciones físicas y químicas, así como de materia orgánica fruto de la actividad biológica que se desarrolla en la superficie (Rucks, García, Kaplán, Ponce de León , & Hill, 2004).

Tabla 1

Clasificación de Suelos según SUCS

GRUPOS		SÍMBOLO DE GRUPO	NOMBRE DE GRUPO
SUELOS DE GRANO GRUESO (más del 50% es retenido en el tamiz N° 200)	GRAVAS (más del 50% de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4)	Gravas Limpias (menos de 5% de finos)	GW Grava bien gradada
			GP Grava pobremente gradada
	GRAVAS (más del 50% de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4)	Gravas con finos (más de 12% de finos)	GM Grava limosa
			GC Grava arcillosa
		Gravas con 5 a 12% de finos (símbolo dual)	GC-GM Grava limosa arcillosa
			GW-GM Grava bien gradada con limo
	SUELOS DE GRANO FINO (50% o más pasa el tamiz N° 200)	ARENAS (50% o más de la fracción gruesa pasa el tamiz N° 4)	GW-GC Grava bien gradada con arcilla
			GP-GM Grava pobremente gradada con limo
		ARENAS (50% o más de la fracción gruesa pasa el tamiz N° 4)	GP-GC Grava pobremente gradada con arcilla
			Arenas Limpias (poco o ningún fino)
ARENAS (50% o más de la fracción gruesa pasa el tamiz N° 4)		Arenas con finos (más de 12% de finos)	SP Arena pobremente gradada
			SM Arena limosa
		Arenas con 5 a 12% de finos (símbolo dual)	SC Arena arcillosa
			SC-SM Arena limosa arcillosa
SUELOS DE GRANO FINO (50% o más pasa el tamiz N° 200)		LIMOS Y ARCILLAS (Límite Líquido <50%)	SW-SM Arena bien gradada con limo
			SW-SC Arena bien gradada con arcilla
	SP-SM Arena pobremente gradada con limo		
	SP-SC Arena pobremente gradada con arcilla		
	LIMOS Y ARCILLAS (Límite Líquido ≥50%)	CL Arcilla de baja plasticidad	
		ML Limo	
		CL-ML Arcilla limosa	
		OL Arcilla o Limo orgánica	
Suelos altamente orgánicos	LIMOS Y ARCILLAS (Límite Líquido ≥50%)	CH Arcilla de alta plasticidad	
		MH Limo Elástico	
		OH Arcilla o Limo orgánico	
		Pt Turba	

Se adaptó la tabla de clasificación de suelos, específicamente con los datos necesarios para la interpretación de resultados.

Fuente: Sistema Unificado de Clasificación Sucs - ASTM D2487

Figura 1
Clasificación de Suelos según AASHTO

Clasificación General	Materiales Granulares (igual o menor del 35% pasa el tamiz N° 200)						Materiales Limo - Arcillosos (más del 35% que pasa el tamiz N°200)					
Grupo	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7		
Símbolo	A1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6				A-7-5	A-7-6	
Análisis Granulométrico que pasa por el tamiz												
N°10	Máx. 50											
N°40	Máx. 30	Máx. 50	Máx. 50									
N° 200	Máx. 15	Máx. 25	Máx. 10	Máx. 35	Máx. 35	Máx. 35	Máx. 35	Mín. 36	Mín. 36	Mín. 36	Mín. 36	
Características del material que pasa el tamiz N°40												
Límite Líquido			No Plástico	Máx. 40	Mín. 41	Máx. 40	Mín. 41	Máx. 40	Mín. 41	Máx. 40	Máx. 41	
Índice de Plasticidad	Máx. 6	Máx. 6		Máx. 10	Máx. 10	Mín. 11	Mín. 11	Máx. 10	Máx. 10	Mín. 11	Mín. 11	
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	Máx. 4	Máx. 4	Máx. 8	Máx. 12	Máx. 16	Máx. 20	
Tipo de material	Fragmento de piedra grava y arena		Arena fina	Grava, arena limosas y arcillosas				Suelo Limoso		Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación	Excelente a bueno						Regular a Deficiente					

Nota: El índice de plasticidad de los suelos A-7-5 es igual o menor que su Límite Líquido, el de los A-7-6 mayor que su Límite Líquido

Ensayos de Laboratorio

Según la NTP E 050 Suelos y Cimentaciones se realizarán de acuerdo con las normas que se indican en la Tabla.

Tabla 2

Ensayos de Laboratorio

ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D4318)
Limite Líquido y Limite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo Cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)
Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177 (AASHTO T291)
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178 (AASHTO T290)

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013). Norma E050. Suelos y Cimentaciones.

- Máxima Densidad Seca y Óptimo Contenido de Humedad

La reducción de porosidad y el incremento de la humedad, conducen a un estado límite en el que se forma una red continua de agua. Más allá de cierto contenido de humedad, el agua comienza a tener una continuidad que cierra los poros comunicados. Como consecuencia el aire queda encerrado en forma de burbujas aisladas. Éstas son retenidas en cada poro y no es posible lograr una mayor densificación en el suelo para un mismo trabajo mecánico. A partir de este estado, surge un neto cambio de propiedades por la

existencia de un componente perfectamente elástico (aire ocluido). Su presencia implica que la permeabilidad al aire tienda a valores mínimos, dado que las burbujas sólo pueden drenar junto con el agua o bien deslizándose dentro del conjunto (Chirinos, 2016).

La importancia de realizar una adecuada compactación es justamente calcular la cantidad de agua, significa la "humedad óptima" que ha de tener un suelo, a fin de obtener una buena lubricación que permita, al compactarlo, alcanzar la mayor densidad posible, es decir, la Densidad Máxima (Rosetti & Begliardo, 2005). La densidad seca se determina a partir de la densidad húmeda con la siguiente fórmula:

$$D_s = \frac{D_h}{(100 + W\%)} * 100$$

Donde:

Ds: Densidad seca.

Dh: Densidad húmeda.

W%: Contenido de humedad.

- **Ensayo de Compactación Proctor**

La prueba del Proctor se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad (Crespo, 2004).

En mecánica de suelos, el ensayo de compactación Proctor es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno. A través del cual es posible determinar la compactación máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, condición que optimiza el inicio de la obra con relación al costo y el

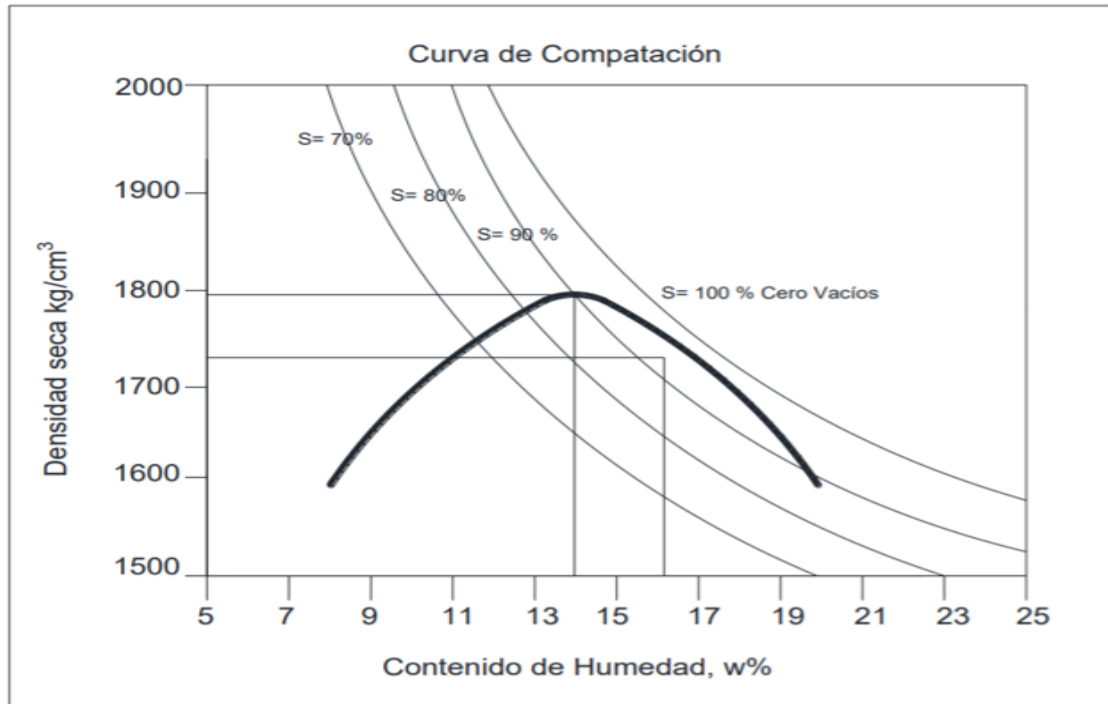
desarrollo estructural e hidráulico. Existen dos tipos de ensayo Proctor normalizados; el "Ensayo Proctor Normal", y el "Ensayo Proctor Modificado". La diferencia entre ambos estriba en la distinta energía utilizada, debido al mayor peso del pisón y mayor altura de caída en el Proctor Modificado (Ocas de la Cruz, 2013).

De los ensayos de compactación en el laboratorio se obtienen las curvas de compactación, las mismas que serán distintivas de cada tipo de suelo estudiado. Estas curvas de compactación son el resultado de graficar, en el eje de las abscisas el contenido de humedad del suelo en porcentaje y en el eje de las ordenadas, la densidad seca, obtenida en los ensayos de compactación (Pérez, 2014).

En la figura se muestra la curva de compactación, en esta gráfica se puede observar que mientras aumenta el contenido de humedad, aumenta también el peso específico seco, hasta un punto en que empieza a decrecer. En este punto, el peso específico seco es el máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$) que se puede obtener en el ensayo de compactación. La abscisa correspondiente a este máximo, representa el contenido óptimo de humedad (Escario, 1981).

Figura 2

Curva de Compactación



Fuente: Chirinos Quispe, J. C. (2016). Efecto de la Energía de Compactación en la Densidad Seca Máxima y Contenido Óptimo de Humedad del Suelo Granular de la Cantera El Gavilán, 2015 Cajamarca – Perú.

- **California Bearing Ratio (CBR)**

El CBR es un método utilizado para evaluar la calidad relativa del suelo para subrasante, sub-base y base de pavimentos. Este método fue propuesto en 1929 por los ingenieros Stanton y Porter del Departamento de Carreteras de California, de ahí su nombre California Bearing Ratio que en español significa Relación de Soporte California. En algunos países también se le conoce como Valor Relativo Soporte (VRS). Desde esa fecha tanto en Europa como en América, el método CBR se ha generalizado y es una forma de clasificación de un suelo para ser utilizado como sub-rasante o material de base en la construcción de carreteras. Durante la Segunda Guerra Mundial, el Cuerpo de Ingenieros

de los Estados Unidos adoptó este ensayo para utilizarlo en la construcción de aeropuertos. El CBR fue concebido en 1933 para diseñar pavimentos flexibles basados en la resistencia al corte. En 1964, aparece la versión para laboratorio en la norma ASTM D 1883 (Ver figura 1) y para campo en la norma ASTM D 4429 (Ver figura 2) dadas por la American Society for Testing and Materials (Sánchez, 2012).

En este método, al aplicarse una carga a través de una superficie de contacto se desarrollan dos resistencias: una referida al corte perimetral y otra de compresión. El CBR no es una constante del suelo, sino un indicador de la resistencia al corte del suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, obtenidas del ensayo de compactación del Proctor Modificado (Araujo, 2014).

En este método, al aplicarse una carga a través de una superficie de contacto se desarrollan dos resistencias: una referida al corte perimetral y otra de compresión. El CBR no es una constante del suelo, sino un indicador de la resistencia al corte del suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, obtenidas del ensayo de compactación del Proctor Modificado.

Este método puede realizarse tanto en campo como en laboratorio. Para evaluar el desempeño de campo a través de ensayos de laboratorio, se utilizan gráficos de contorno de humedad versus densidad. A estos se les llaman “mapas de resistencia” y dentro de éstos, se ubican las regiones de humedad y densidad que cumplen con el nivel de respuesta requerido, a las que se llama “regiones de aceptación” (Sánchez, 2012)

Por cada espécimen de suelo se calculan dos valores de CBR, uno a 0.1” de penetración, y el otro a 0.2” de penetración. El valor que se registra es el que corresponde a 0.1” mientras éste sea menor que el de 0.2”. En el caso en el que el valor de CBR para 0.1”

fuera mayor que el de 0.2” habría que repetir el ensayo para ese espécimen. Pero si el valor del CBR a una penetración de 0.2” es ligeramente mayor que el de la de 0.1”, se registra éste como el valor del ensayo. Para hallar el valor del CBR de un material se toma como material de comparación la piedra triturada o chancada, es decir que el CBR de ésta es el 100%. Por lo que el cálculo del CBR de cualquier material se realiza como una regla de tres simple directa:

$$\%CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100$$

Teniendo en cuenta que la carga unitaria patrón varía en función de la penetración (a 0.1”, 1000 psi; a 0.2”, 1500 psi; a 0.3”, 1900 psi).

Los valores de CBR cercanos a 0% representan, los suelos de pobre calidad (es decir que no poseen una buena resistencia a esfuerzos cortantes), mientras que los más cercanos a 100% son indicativos de la mejor calidad. En la práctica se utiliza el número de CBR omitiendo el porcentaje (%) y se presenta como un número entero (Sánchez, 2008).

Subrasante

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el Manual de Carreteras sección Suelos y Pavimentos (2013), la Subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. Es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera que se construye entre el terreno natural allanado o explanada y la estructura del pavimento. La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que

proviene del tránsito. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño de la estructura del pavimento que se colocará encima. En la etapa constructiva, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo proctor modificado.

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios ó calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo al cuadro.

Tabla 3

Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas; Carretera de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	. Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
		. Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido	
		. Calzada de 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido.	
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 40001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	. Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido.	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
		. Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido	
		. Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de Primera Clase; carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	. 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	. 3 calicatas x km
Carretera de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	. 2 calicatas x km
Carreteras de Bajo Volumen de Transito: carreteras con IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	. 1 calicata x km

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013. Manual de Carreteras seccion Suelos y Pavimentos.

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con $CBR \geq 6\%$.

En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos, para lo cual se analizarán alternativas de solución, de acuerdo a la naturaleza del suelo, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la técnica más conveniente y económica (Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013).

Estabilización de suelos

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en suelos de subrasante inadecuada o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos (MTC, 2013).

Métodos de estabilización de suelos

Para el MTC (2008, p. 118) la capacidad portante o CBR de los materiales de las capas de subrasante y del afirmado, deberá estar de acuerdo con los valores inferiores.

La estabilización puede ser granulométrica o mecánica, conformada por mezclas de dos o más suelos de diferentes características, de tal forma que se obtenga un suelo de mejor granulometría, plasticidad, permeabilidad o impermeabilidad, etc. También la estabilización se realiza mediante aditivos que actúan física o químicamente sobre las propiedades del suelo.

Entre los más utilizados están la cal y el cemento, pero también se emplean cloruro de sodio (Sal), cloruro de magnesio, asfaltos líquidos, escorias y productos químicos. La aplicación de estos últimos estará de acuerdo con la norma MTC 1109-2004 Norma Técnica de Estabilizadores Químicos.

La caracterización de los diferentes tipos de estabilización según el proceso físico o químico y dando a conocer algunas de las propiedades físicas de las sustancias o materiales a utilizarse en cada uno de ellos se presentan a continuación.

Estabilización de Suelos mediante Procesos Físicos

Las estabilizaciones físicas se realizan con el adecuado equipo mecánico que debe ser establecido por el profesional responsable.

Algunos de los tipos de estabilización que utilizan el proceso físico son los siguientes:

1) Estabilización mecánica

Según Ponce (2018), la estabilización mecánica de un material consiste en ganar capacidad portante en el material recurriendo a ciertas modificaciones en el sin necesidad de incorporar agentes externos que modifiquen sus orígenes o su naturaleza.

Según la norma CE.020 el proceso de estabilización mecánica se lo realiza mediante la compactación, la cual debe emplearse en todas aquellas obras donde la materia prima es

el suelo (base del corte de laderas, terraplenes, canales de agua, suelos de cimentación, rellenos artificiales, diques, terraplenes para vías, etc.)

El proceso debe producir lo siguiente:

- Aumentar la resistencia al corte para mejorar la estabilidad del suelo.
- Disminuir la compresibilidad para reducir los asentamientos.
- Disminuir la relación de vacíos para reducir la permeabilidad y así mismo el potencial de expansión, contracción o exposición por congelamiento.

En todo momento se tendrá en cuenta la prueba de compactación Proctor Estándar o Modificado con la energía de compactación según las normas NTP-339.142 y la NTP-339.141.

Eficacia de la Compactación en Obra

Rosetti y Begliardo (2005), sostienen que algunos factores para lograr la eficacia de la compactación son:

- Naturaleza del suelo a compactar.
- Elección adecuada del equipo: tipo, peso, presión de inflado de neumáticos, área de contacto, frecuencia de vibración, etc.
- La energía específica de compactación (energía que se le entrega al suelo por unidad de volumen durante el proceso mecánico de que se trate).
- Contenido de humedad del suelo.
- Cantidad y espesor de las capas del terraplén.
- Número de pasadas del equipo de compactación.

Los métodos usados para la compactación dependen del tipo de suelo. Los friccionales, como las arenas, se compactan eficientemente por métodos vibratorios (placas

vibratorias), mientras que los suelos tipo arcillosos se compactan mejor por métodos estáticos (rodillos pata de cabra, rodillos neumáticos, rodillos lisos).

Control del Grado de Compactación en Obra

Se define como Grado de Compactación (GC) de un suelo compactado, a la relación en porcentaje, entre la Densidad Seca alcanzada en obra y la Densidad Máxima Seca obtenida en laboratorio para el mismo suelo (Ensayo “Proctor” Estándar o Modificado).

$$GC(\%) = \frac{\text{Densidad Seca del Suelo "in situ"}}{\text{Densidad Máxima Seca de Laboratorio}} \times 100$$

El control en obra se hace generalmente realizando ensayos de determinación del GC y comparando sus resultados con el porcentaje prescrito en pliegos (90%, 95%, 100%, etc.), lo cual depende del destino y de la importancia de la obra

Entre los métodos para determinar la Densidad Seca en obra, son tres los más utilizados:

- Método de la arena.
- Método del volumenómetro (o de la membrana de goma).
- Densímetros nucleares.

Se indica que ninguna compactación debe ser inferior al 90% del ensayo correspondiente, por muy modesta que sea la obra o el destino (Rosetti & Begliardo, 2005).

2) Estabilización por combinación de suelos

La estabilización por combinación de suelos considera la combinación o mezcla de los materiales del suelo existente con materiales de préstamo.

El suelo existente se disgregará o escarificará, en una profundidad de 15 cm y luego se colocará el material de préstamo o de aporte. Los materiales disgregados y los de aporte se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y previa

eliminación de partículas mayores de 75 mm, sí las hubiere. Luego se procederá a un mezclado de ambos suelos, se conformará y compactará cumpliendo las exigencias de densidad y espesores hasta el nivel de subrasante fijado en el proyecto.

El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del proyecto, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo existente cumpla las exigencias de la Sección 207 de las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (vigente) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013).

3) Estabilización por sustitución de los suelos

Cuando se prevea la construcción de la subrasante mejorada solamente con material adicionado, pueden presentarse dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que éste deba ser excavado previamente y reemplazado por el material de adición.

En el primer caso, el suelo existente se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad especificada para cuerpos de terraplén, en una profundidad de quince 15 cm. Una vez se considere que el suelo de soporte esté debidamente preparado, se autorizará la colocación de los materiales, en espesores que garanticen la obtención del nivel de subrasante y densidad exigidos, empleando el equipo de compactación adecuada. Dichos materiales se humedecerán o airearán, según sea necesario, para alcanzar la humedad más apropiada de compactación, procediéndose luego a su densificación.

En el segundo caso, el mejoramiento con material totalmente adicionado implica la remoción total del suelo natural existente, de acuerdo con el espesor de reemplazo. Una vez alcanzado el nivel de excavación indicado, conformado y compactado el suelo, se

procederá a la colocación y compactación en capas de los materiales, hasta alcanzar las cotas exigidas (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

4) Estabilización con sistemas de geoceldas

Los sistemas de geoceldas son estructuras tridimensionales dispuestas en forma de panel, permeables, a base de polímeros (sintéticos o naturales), interconectadas, que encierran completamente un tipo de relleno, proporcionando confinamiento a toda la estructura, previendo la extensión lateral del material de relleno. Cuando se le aplican cargas verticales a este sistema, las tensiones circunferenciales en las paredes de las celdas y las resistencias de las celdas adyacentes se movilizan. Estas tensiones y resistencias reducen la deformación lateral del material de relleno. Como resultado la rigidez incrementa generando que la capa de material de relleno y geocelda actúe como una matriz rígida y distribuya las cargas verticales del tráfico sobre un área más grande que la del suelo de la subrasante.

Las geoceldas han sido aplicadas satisfactoriamente en la estabilización de subrasantes con malas características, sin embargo, la aceptación de las geoceldas para la estabilización de subrasante es limitada debido a la falta de métodos de diseño y por lo tanto se requiere de más investigación para que sea aceptada como una alternativa de solución. Los factores más influyentes en el desempeño de las geoceldas son: las variables geométricas, la calidad del relleno, la resistencia de la subrasante, y el tipo de carga (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

Estabilización de Suelos mediante Procesos Químicos

Según la Norma C.020 se aplican métodos químicos en la estabilización de suelos, en casos que:

- No cumpla con los requisitos mínimos de resistencia o deformación para sustentar obras de ingeniería civil.
- No pueda ser empleado en condiciones naturales.
- No pueda ser eliminado o reemplazado por otro.

Para aplicar métodos químicos, el Profesional Responsable deberá sustentar previamente mediante un estudio técnico, que el suelo alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad.

Tanto la técnica, como los insumos empleados, no deben generar riesgo para el hombre, otros seres vivos y el ambiente, o por lo que debe desarrollarse en EIA (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2012).

Algunos de los tipos de estabilización que utilizan el proceso químico son los siguientes:

1) Estabilización con Productos

❖ Estabilización de suelos con cemento

El cemento Portland se puede utilizar para modificar y mejorar la calidad del suelo o para transformar el suelo en una masa cementada, lo que aumenta significativamente su resistencia y durabilidad (USACE 1984). Das (2012) indica que el cemento, además, puede ser empleado para estabilizar suelos arenosos y arcillosos. Igual que en el caso de la cal, el cemento ayuda a disminuir el índice de plasticidad y aumenta la manejabilidad de los suelos arcillosos. Los suelos granulares y los arcillosos con

baja plasticidad son, obviamente, los más adecuados para la estabilización con cemento.

Explica también que el material cementante se distribuye en la masa del suelo-cemento como un esqueleto de enrejado, con películas delgadas que envuelven las micro agregaciones del suelo. Además, pequeñas mezclas de cemento se distribuyen en el suelo tratado como afloramientos separados que no están interconectados y no forman un esqueleto reticular continuo. En este caso, la interacción del suelo y el cemento se dirige principalmente hacia una mayor cohesión. Con el aumento del contenido de cemento se obtiene una ganancia en la resistencia mecánica y la impermeabilidad debido a la formación de un esqueleto ramificado en el suelo - cemento y al relleno de los poros entre las agregaciones del suelo por las partículas hidratadas de cemento individuales.

Tipos de mezclas de suelo y cemento

Antes de aplicar la estabilización con cemento Portland, es importante definir el grado de mejora que se quiere lograr en el suelo.

Según la PCA (1995), hay dos tipos primarios de mezclas de suelo y cemento:

- Suelo – cemento
- Suelo modificado con cemento

Identificar estos tipos o grados de estabilización es importante, debido a que se diferencian, básicamente, en la cantidad de cemento a emplear, ya que este, en resumidas cuentas, es el elemento más costoso y fijar su proporción determina la factibilidad técnica y económica del proceso de estabilización.

Cantidad referencial de cemento para la estabilización suelo - cemento

Según lo que especifica el MTC (2013), la mezcla de suelo – cemento debe diseñarse mediante el método de la PCA (Portland Cement Association). Como parámetros de diseño se toman los ensayos de resistencia a compresión simple y humedecimiento – secado (normas MTC E 1103 y MTC E 1104). En el primero de ellos, se debe garantizar una resistencia mínima de 1.8 MPa, luego de 7 días de curado húmedo, mientras que, en el segundo, el contenido de cemento deberá ser tal, que la pérdida de peso de la mezcla compactada, al ser sometida al ensayo de durabilidad (humedecimiento – secado), no supere los siguientes límites de acuerdo con la clasificación que presente el suelo a estabilizar.

Tabla 4

Límites de acuerdo con la clasificación de suelo

Tipo de Suelo Para Estabilizar	Pérdida Máxima (%)
A-1, A-2-4, A-2-5, A-3	14
A-2-6, A-2-7, A-5	10
A-6, A-7	7

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013).
Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

❖ Estabilización de suelos con cal

Se han mencionado las problemáticas existentes en suelos que contienen un porcentaje de minerales arcillosos en su composición, como son cambios de estado, deformabilidad o algo característico de los suelos arcillosos como son las variaciones volumétricas, por tal situación es imprescindible realizar un mejoramiento sobre este tipo de material para que así pueda ser utilizado en las obras de ingeniería que se requieran; la estabilización de suelos especialmente de grano fino con un agente estabilizador como es la cal, es una de las técnicas más antiguas y conocida

ampliamente por técnicos para estabilizar suelos; fue a inicios de la década de 1950 cuando se empezó a utilizar este material, obteniendo resultados idóneos.

Lograr una estabilización adecuada y con resultados óptimos es llegar a que los suelos inestables se transformen en suelos utilizables, al agregar cal a los suelos expansivos se generan reacciones químicas como son el intercambio catiónico, la floculación y aglomeración de las partículas. Estos suelos modificados con porcentajes de cal mejoran las propiedades de dichos suelos como la resistencia, aumentan la durabilidad y provocan variaciones de las características de la fracción fina en suelos granulares, la cal puede ser utilizada en el tratamiento de suelos, en varios grados o porcentajes, dependiendo de los requerimientos que sean necesarios.

Efectos de la Cal

Cuando ya se haya mezclado el material lógicamente con la cal, la cal viva tiene la característica de absorber agua lo cual produce un desprendimiento de calor, y debido a esto dependiendo de las cantidades de cal añadidas al suelo, la humedad se reduce drásticamente por hidratación y evaporación, la cal provoca un intercambio de los cationes que estabilizan la estructura laminar de las arcillas.

Otro factor favorable del tratamiento con cal, es que su índice de plasticidad IP, se reduce, por lo que el suelo pasa rápidamente de un estado plástico fácilmente deformable y pegajoso a un estado sólido más rígido. Por el descenso del IP, también es provocado un mejoramiento de la estabilidad volumétrica reduciendo los índices de expansión de los suelos tratados.

Criterios de dosificación

Para poder obtener una cantidad mínima con la que debe empezar el tratamiento, en primer lugar, se deberá tomar en cuenta cuales son las exigencias o usos que estará

sometido el suelo a tratar, ya sea en terraplenes, formación de explanadas, conformación de bases y subbases para pavimentos, etc. Obviamente se debe considerar el efecto que se requiere lograr en el suelo, en este caso una estabilización de la subrasante a largo plazo. La cal que se utiliza en la estabilización debe cumplir con los requisitos establecidos en las Normas INEN 247 y 248.

La National Lime Association resume las propiedades que se obtienen después de una estabilización o mejoramiento con cal, en lo siguiente:

- Reducción del índice de plasticidad, debido a una reducción del límite líquido y a un incremento del límite plástico.
- Reducción considerable del ligante natural del suelo por aglomeración de partículas.
- Obtención de un material más trabajable y fiable como producto de la reducción del contenido de agua en los suelos (rotura fácil de grumos).
- La cal ayuda a secar los suelos húmedos lo que acelera su compactación.
- Reducción importante del potencial de contracción y del potencial de hinchamiento.
- Incremento de la resistencia a la comprensión simple de la mezcla posterior al tiempo de curado alcanzando en algunos casos hasta un 40% de incremento.
- Incremento de la capacidad portante del suelo (CBR).
- Incremento de la resistencia a la tracción del suelo.
- Formación de barreras impermeables que impiden la penetración de aguas de lluvia o el ascenso capilar de aguas subterráneas.

El MTC (2013), asegura que experiencia americana ha demostrado que una estabilización con cal tiene excelentes resultados, en los siguientes casos:

- a) Materiales compuestos por mezclas de grava y arcilla para su uso como capa granular superficial con una incorporación de 2 a 4% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en peso.
- b) Suelos altamente arcillosos para usarlos como capa granular superficial (5 a 10% de cal en peso) o como capa inferior (1 a 3% de cal en peso).

❖ **Suelo estabilizado con Cloruro de Sodio (sal)**

Por concepto y conocimientos técnicos se conoce que el cloruro de sodio se produce mediante tres métodos. Uno de ellos es el método más antiguo que emplea el calor solar para producir la evaporación del agua salada, de aquí que se obtienen los residuos de sal. El segundo método consiste en la extracción directa de las minas de sal y por último el método más reciente trata sobre la evaporación del agua de mar mediante la utilización de hornos.

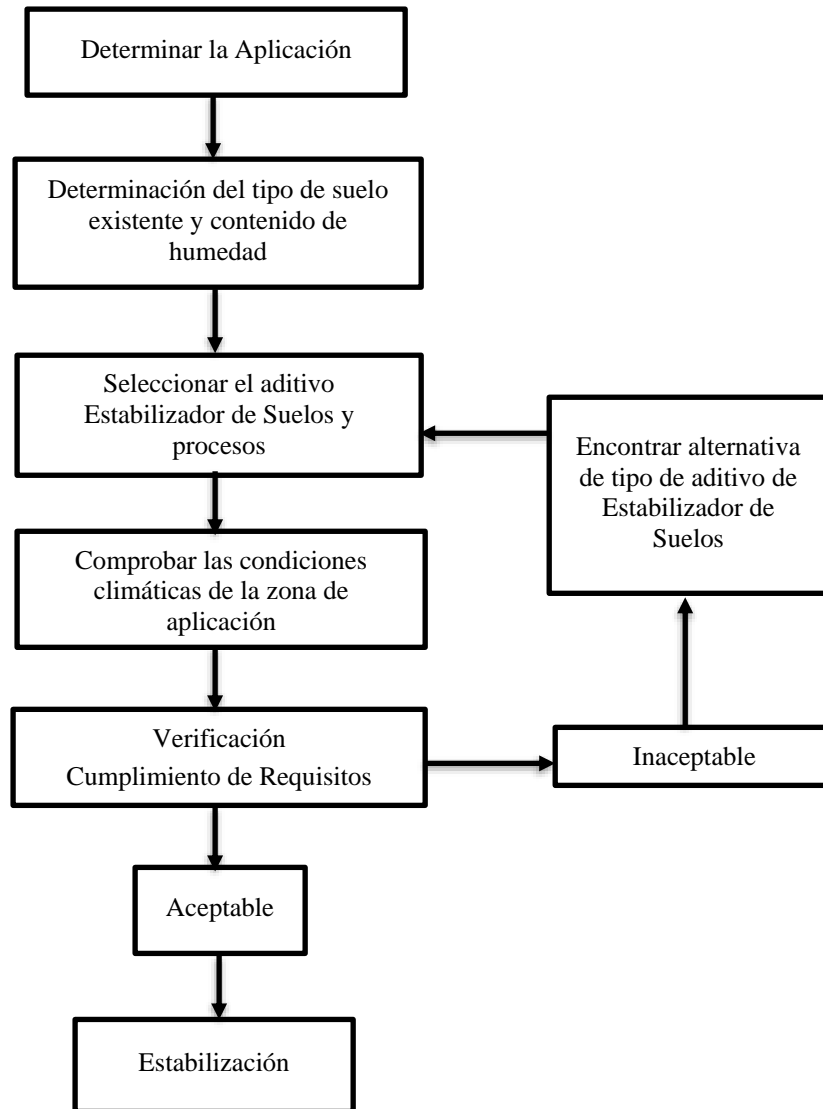
El cloruro de sodio se muestra en forma de cristales, de fácil solución en agua, los cuales son higroscópicos y se consigue en el mercado en forma de cristales grandes o en polvo fino y diferentes grados de pureza. Con la adición de sal al agua, se puede disminuir la temperatura de congelamiento de ésta última. Existen resultados de casos que de acuerdo con el uso del 2 al 3% de sal abatió el punto de congelamiento de un suelo hasta 2°C.

En relación con el uso del Cloruro de Sodio como estabilizador existen muchos parámetros de discusión en lo concerniente al cambio volumétrico de una arcilla con la adición de esta sal, debido a que unos investigadores aseguran un pequeño incremento, otros no han encontrado dichos resultados; pero existe unanimidad o acuerdo, es en que la adición de sal hace que se disminuya la humedad óptima.

Proceso de selección del tipo de Estabilización

Figura 3

Proceso de Selección del Tipo de Estabilización.



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Por lo expuesto anteriormente, se puede decir que el problema radica en que, el suelo presente en un proyecto vial en nuestro país, la mayoría de las veces no presenta las características según Normativa para ser usado como subrasante. Por ello se ha creído

conveniente realizar la caracterización de los diversos tipos de estabilización de suelos, comparar los resultados obtenidos en base a los estudios analizados y por consiguiente inferir cuál de ellos podría ser usado como una propuesta de solución que se adapte mejor a nuestro entorno.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye el tipo de estabilización de suelos en el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Caracterizar los tipos de estabilización de suelos utilizados para el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes.

1.3.2. Objetivos específicos

- Recopilar estudios sobre los tipos de estabilización utilizados en el mejoramiento de las propiedades del suelo a nivel de subrasante.
- Comparar valores de los ensayos requeridos para analizar las propiedades físicas de un suelo y la capacidad de soporte California Bearing Ratio (CBR).
- Elaborar una propuesta tomando en cuenta los estudios recopilados sobre los tipos de estabilización más utilizado, tomando en cuenta el estabilizador que aporte la mejor elevación del CBR usando moderados porcentajes de adición.

1.4. Hipótesis

El tipo de estabilización de suelos en subrasantes influye directamente en el cambio de CBR de un suelo, logrando mejorar sus propiedades físicas para ser utilizado como suelo de subrasante.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Enfoque

El enfoque considerado para esta investigación es el cualitativo, porque únicamente se describieron cualidades, características y propiedades, mas no se realizó cuantificación de datos (Van & Meyer, 2006).

2.1.2. Tipo

Esta investigación se enmarca en el tipo descriptiva puesto que la investigación consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables (Van & Meyer, 2006).

2.1.3. Diseño de Investigación

La presente investigación es de diseño **no experimental**; Kerlinger (1981) señala que, en la investigación no experimental resulta imposible manipular variables, en tanto, en esta investigación solamente se observará fenómenos tal como se dan en su contexto natural para posteriormente ser analizados.

Así mismo esta investigación presenta un corte **longitudinal** debido a que se va a estudiar la evolución del fenómeno a través del tiempo y consiste en analizar los cambios de determinadas categorías, conceptos, sucesos, eventos (Hernández, 2010).

2.1.4. Variables de Estudio

La única variable de estudio es:

La utilización de los tipos de estabilización de suelos y su influencia en el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes.

2.2. Población y muestra

Nuestra investigación se encuentra en el caso de que la muestra es igual a la población, y el tamaño de la muestra es determinado por conveniencia, refiriéndonos a esta como grupo de estudio.

Grupo de Estudio

Por conveniencia, se adopta 20 fuentes para el desarrollo de la tesis, en base al estudio de investigaciones realizados a nivel nacional e internacional.

▪ Criterios de inclusión

- Relación del tema con la variable de estudio.
- Investigaciones pertenecientes a los últimos 10 años, es decir, desde el 2010 hasta el 2020.
- Estudios con resultados en base a investigaciones experimentales.
- El tema se enfoca en el mejoramiento de subrasante mediante estabilización de suelos.

▪ Criterios de exclusión

- La investigación no presenta relación con la variable de estudio.
- Investigaciones no pertenecen a los últimos 10 años.
- Estudios con resultados en base a investigaciones no experimentales.
- El tema no se enfoca en el mejoramiento de subrasante mediante estabilización de suelos.

Basándose en los criterios de inclusión y exclusión se han seleccionado las siguientes investigaciones:

Tabla 5

Estudios utilizados en la Tesis

ESTUDIO N°	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN
1	Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018.
2	Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018.
3	Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de El Salvador.
4	Comportamiento de la subrasante de suelos con adición de escoria en pavimentos flexibles de la Universidad Agraria la Molina – 2016.
5	Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo tx140 y tx160, aplicado a un tramo de la Calle Alemania – La Molina - Cajamarca 2016.
6	Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes arenosas.
7	Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la Avenida Dinamarca, Sector La Molina.
8	Propuesta del mejoramiento de la subrasante de pavimentos flexibles usando las mallas biaxiales en suelos de bajo valor de Soporte California - distrito de Ahuac.
9	Mejoramiento del desempeño en la estabilización de suelos de subrasantes con cemento hidráulico en vías no pavimentadas.
10	Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca.
11	Estabilización de suelos cohesivos con aditivo órganosilanos a nivel de subrasante
12	Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica.
13	Estabilización o mejoramiento de la capacidad portante de los suelos de la subrasante de carretera utilizando diferentes proporciones de arenas asfálticas de yacimientos naturales de la península de Santa Elena.
14	Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018.
15	Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno.
16	Estudio del comportamiento de un material de subrasante típico de Bogotá estabilizado con un sistema de geoceldas ante la aplicación de ciclos de carga y descarga mediante pruebas de laboratorio.

- 17 Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica
 - 18 Estudio exploratorio de estabilización con cemento portland de subrasante de suelo areno-arcilloso en carretera no pavimentada “El Paujil”, Loreto. Iquitos, 2019.
 - 19 Influencia de la cal y el cemento portland tipo I en la subrasante de la trocha del Distrito de Chillia, Provincia de Pataz – 2019.
 - 20 Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018.
-

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas e Instrumentos de Recolección

Técnicas:

Esta investigación tiene como técnica de recolección de información la Revisión Documental, que consiste en identificar las investigaciones elaboradas con anterioridad, las autorías y sus documentos; delinear el objetivo de estudio; hacer relaciones entre estudios; rastrear preguntas y objetivos de investigación (Van & Meyer, 2006).

Instrumentos:

Para esta investigación se tiene como instrumento de recolección de información el uso de Fichas Resumen y Ficha de Recolección de Datos.

a) Fichas Resumen

Este formato está encabezado con el nombre de la universidad, título de la investigación que se está realizando, nombre del tesista, nombre del asesor y la fecha de registro. En el contenido de la ficha se consideran parámetros generales para cada estudio a ser analizado como el tipo de estudio (tesis o artículo), año de publicación, título, autor(es), resumen, objetivo general, metodología,

hipótesis, procedimiento y conclusiones. Y en la parte final se añadió un espacio para la firma del tesista y del asesor (Ver Anexo 01).

b) Ficha de Recolección de Datos

Al igual que la ficha resumen el formato de la ficha de recolección de datos formato está encabezado con el nombre de la universidad, título de la investigación que se está realizando, nombre del tesista, nombre del asesor y la fecha de registro; y en la parte final cuenta con un espacio para la firma del tesista y del asesor. Sin embargo, en el contenido se ha creído conveniente considerar parámetros más específicos y teniendo en cuenta lo que se desea analizar en cada estudio como, por ejemplo tipo de suelo según la clasificación SUCS y AASHTO, método de estabilización, porcentajes de adición o tipo de estabilizante según sea el caso, lugar de aplicación, número de calicatas, profundidad de las calicatas y los resultados correspondientes según los ensayos realizados tanto al suelo en estado natural y al suelo aplicado el estabilizador; para posteriormente nos facilite comparar la influencia del método de estabilización utilizado en subrasantes (Ver Anexo 02).

2.3.2. Técnicas e Instrumentos de Análisis de Datos

Técnicas:

La técnica del análisis de datos es la estadística descriptiva que recopila, analiza y caracteriza un conjunto de datos con la finalidad de describir las características, propiedades, comportamientos y cualidades de este conjunto a través de medidas de resumen, tablas o gráficos.

Instrumentos:

Se utilizo hojas de cálculo de Excel.

Se basa en realizar un conjunto de tablas y gráficos basándonos en los parámetros más resaltantes encontrados en investigaciones anteriores. Además, se realizará el registro de datos según estudio, año y lugar de publicación, tipo de proceso (químico o físico), valores de los ensayos realizados obtenidos con la aplicación de estabilizantes diferentes en cada estudio, número y profundidad de calicatas.

2.4.Procedimiento

➤ Investigación y Recopilación de investigaciones.

Se hizo la recopilación de estudios relacionados a la estabilización de suelos en subrasantes para los diferentes métodos de estabilización, haciendo uso de las diferentes plataformas de búsqueda, de los cuales se han elegido los que cuentan con resultados experimentales y cumplen con los criterios de inclusión y exclusión.

➤ Aplicación de ficha resumen a cada estudio.

Se aplica previamente a cada estudio la primera ficha denominada “Ficha Resumen”, mediante la cual se extraen datos generales de cada estudio, como el título, autor o autores, año de publicación, resumen, objetivo general, metodología, hipótesis, procedimiento y conclusiones, con el propósito de tener una visión general del estudio realizado y saber de lo que trata.

➤ Aplicación de ficha recolección de datos a cada estudio.

Después de la aplicación de la ficha resumen se aplicará la segunda ficha denominada “Ficha de Recolección de Datos”, mediante la cual se extrajo datos más específicos de cada investigación como el tipo de suelo según la clasificación SUCS y AASHTO, método de estabilización, porcentajes de adición o tipo de estabilizante según sea el

caso, lugar de aplicación, número de calicatas, profundidad de las calicatas y los resultados correspondientes según los ensayos realizados tanto al suelo en estado natural y al suelo estabilizado, esta ficha nos permite tener en una sola hoja los datos más resaltante se importantes de cada estudio escogido para nuestra investigación.

➤ **Recopilación y Organización de Información en hojas de cálculo de Excel.**

Haciendo uso de las hojas de Cálculo de Excel, las cuales fueron elaboradas teniendo en cuenta algunos datos de la ficha de recolección de datos, se recopiló la información de los 20 estudios seleccionados de la siguiente manera:

a) Clasificación de las Investigaciones

Mediante la utilización de una tabla se organizó los tipos de estudios encontrados (tesis o artículos), en cantidad y porcentaje. Utilizando un gráfico para su representación.

b) Clasificación de estudios por año de publicación

Haciendo uso de una tabla se detalló la cantidad total de estudios encontrados en cada año en el periodo elegido desde el año 2015 hasta el 2020, esta información también fue presentada mediante gráficos.

c) Tipo de suelo al cual fue aplicado la estabilización

Se organiza en una tabla las 20 investigaciones y el tipo de suelo que se determinó mediante ensayos de laboratorio, para luego representarlo mediante un gráfico.

d) Tipo de método de Estabilización

Se creyó conveniente organizar las investigaciones según los estabilizantes utilizados para el mejoramiento de subrasantes, en algunos casos coincide el método utilizado en los estudios, para ello se usarán gráficos para su mejor representación.

e) Tipo de proceso utilizado en la estabilización de suelo de subrasante

Según los procesos de estabilización que tenemos pueden ser físicos o químicos, dependiendo de ello se organizara y se representara mediante un gráfico.

f) Porcentajes de adición de los estabilizantes químicos

En caso de haber utilizado un estabilizante químico en los estudios escogidos se organizará los porcentajes más comunes utilizados en la estabilización de suelos y con igual estabilizante.

g) Tipo de Estabilizador Físico

En el caso de que el estudio sea con un estabilizador físico se tendrá que clasificar de acuerdo con los tipos utilizados para su mayor entendimiento y la representación de estos mediante un gráfico o tabla.

h) Lugar de Aplicación

Como se sabe algunos lugares tienen características similares con respecto a los suelos, para ello se clasifico los estudios según su lugar de la investigación. Y se realizó su representación mediante un gráfico.

i) Profundidad y Número de Muestras

Se tomo en cuenta la profundidad de las calicatas realizadas para los estudios experimentales y también la cantidad de muestras que se han realizado en las investigaciones, para cada caso se le representara mediante gráficos.

j) Resultados de los Ensayos aplicados en la Mecánica de Suelos para subrasante

Para cada ensayo realizado según los datos de la ficha de recolección de datos se elaborará una tabla para hacer la comparación de resultados obtenidos y ver en cuanto varían según el método utilizado.

➤ **Discusión de Resultados**

Se analizó los resultados obtenidos en cada gráfico, basándonos en las características similares y los diferentes métodos utilizados. Sacando conclusiones según los resultados obtenidos.

➤ **Elaboración de la propuesta para la estabilización de suelos**

Se realizó la elaboración de la propuesta con el fin de facilitar la elección de un tipo de estabilización que se adapte a nuestro entorno, cumpla con los requisitos de economía y factibilidad, además que sea amigable con el medio ambiente.

2.5. Aspectos Éticos

En el desarrollo de esta investigación se ha obtenido información de varios antecedentes (tesis), relacionados al estudio, ya que a través de estos se obtiene conocimientos sobre el tema que se desarrolla. También, para asignar las fuentes en esta investigación están referenciadas de acuerdo al sistema APA. Considerando los siguientes aspectos éticos:

- Se está citando todas las fuentes que han sido consultadas y consideradas en esta investigación, es decir, respetando los derechos del autor y según normas APA.
- Se ha obtenido cada uno de los estudios de diferentes plataformas virtuales y repositorios institucionales, siendo estos de libre descarga, que no requiere autorización.
- Todos los resultados se presentan sin alterar los datos reales, respetando la veracidad de los datos vertidos, y la genuinidad de la información.
- Respecto a la política Anti-plagio del investigador.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los principales resultados referentes a cada uno de los estudios analizados, representando aspectos generales y específicos, que permitirán saber la influencia del tipo de estabilización de suelos utilizados para el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes.

Los siguientes resultados se han realizado teniendo en cuenta la información obtenida de las **“Fichas Resumen”**.

3.1. Codificación de las Investigaciones

Tabla 6

Código de los estudios según orden de recolección de datos

CÓDIGO	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN
E 01	Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv. San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018.
E 02	Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018.
E 03	Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018.
E 04	Propuesta del mejoramiento de la subrasante de pavimentos flexibles usando las mallas biaxiales en suelos de bajo valor de Soporte California - distrito de Ahuac.
E 05	Comportamiento de la subrasante de suelos con adición de escoria en pavimentos flexibles de la Universidad Agraria la Molina – 2016.
E 06	Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo TX140 y TX160, aplicado a un tramo de la calle Alemania – La Molina - Cajamarca 2016
E 07	Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes arenosas.
E 08	Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la Avenida Dinamarca, Sector La Molina.
E 09	Propuesta del mejoramiento de la subrasante de pavimentos flexibles usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo valor de Soporte California – Distrito de Ahuac.
E 10	Mejoramiento del desempeño en la estabilización de suelos de subrasantes con cemento hidráulico en vías no pavimentadas.
E 11	Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca.
E 12	Estabilización de suelos cohesivos con aditivo organosilanos a nivel de subrasante.

- E 13 Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la Avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica
- E 14 Estabilización o mejoramiento de la capacidad portante de los suelos de la subrasante de carretera utilizando diferentes proporciones de arenas asfálticas de yacimientos naturales de la península de Santa Elena.
- E 15 Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno.
- E 16 Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la comuna bajadita de Colonche de la parroquia Colonche.
- E 17 Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica.
- E 18 Estudio exploratorio de estabilización con cemento portland de subrasante de suelo areno-arcilloso en carretera no pavimentada “El Paujil”, Loreto, Iquitos, 2019.
- E 19 Influencia de la cal y el cemento portland tipo I en la subrasante de la trocha del Distrito de Chillia, Provincia de Pataz – 2019.
- E 20 Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018.

Nota: Se tendrá en cuenta la codificación para la elaboración de posteriores resultados.

3.2. Clasificación de las Investigaciones

En este punto se clasificó las investigaciones según el tipo de estudio, teniendo dos grupos como son tesis y artículos científicos. En la investigación se han encontrado 20 tesis que han cumplido con el proceso de inclusión; no han sido considerado artículos científicos ya que los encontrados en su mayoría no estaban basados a investigaciones experimentales.

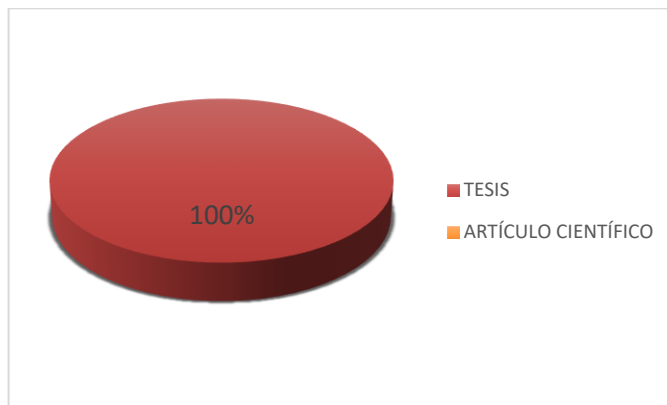
Tabla 7

Tipos de estudios recopilados

TIPO DE ESTUDIO	CANTIDAD	%
TESIS	20	100%
ARTÍCULO CIENTÍFICO	0	0%
TOTAL	20	100%

Figura 4

Porcentaje según el tipo de estudios realizados



Se observa que los estudios recopilados son un total de 20, de los cuales todos corresponden a tesis, representando un 100%.

3.3. Clasificación de estudios por año de publicación

Basándonos en uno de los criterios de inclusión se han considerado las investigaciones de los últimos 10 años, a partir del 2010 en adelante, sin embargo, según nuestras fichas resumen encontramos investigaciones desde el año 2015 hasta el 2019, teniendo los siguientes resultados.

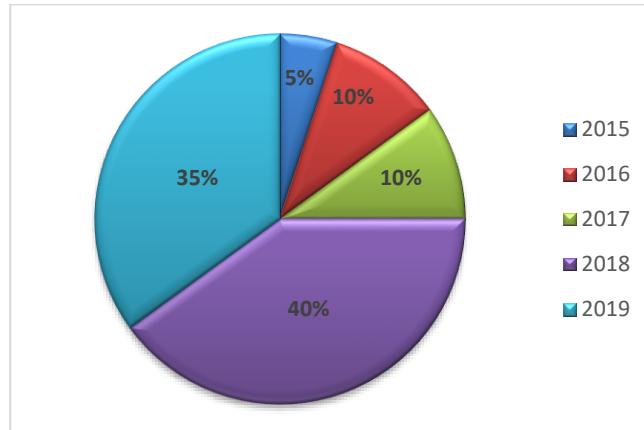
Tabla 8

Año de publicación de los artículos recopilados

AÑO DE PUBLICACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE
2015	1	5%
2016	2	10%
2017	2	10%
2018	8	40%
2019	7	35%
TOTAL	20	100%

Figura 5

Porcentajes de estudios según año de publicación



Como resultados de los estudios recopilados según el año de publicación, se obtuvo que el número mínimo es de una investigación que corresponde al año 2015 correspondiente al 5%, y que el mayor número de investigaciones se encuentran en el año 2018 conformado por 8 estudios representando el 40%.

A continuación, se muestran los siguientes resultados, realizados teniendo en cuenta la información obtenida de las “*Fichas de Recolección de Datos*”.

3.4. Tipo de suelo al cual fue aplicado la estabilización

En las investigaciones revisadas, la aplicación de la estabilización de suelos se realiza en su mayoría a suelos arcillosos, también en suelos arenosos y gravas limosas; teniendo como resultado la siguiente tabla.

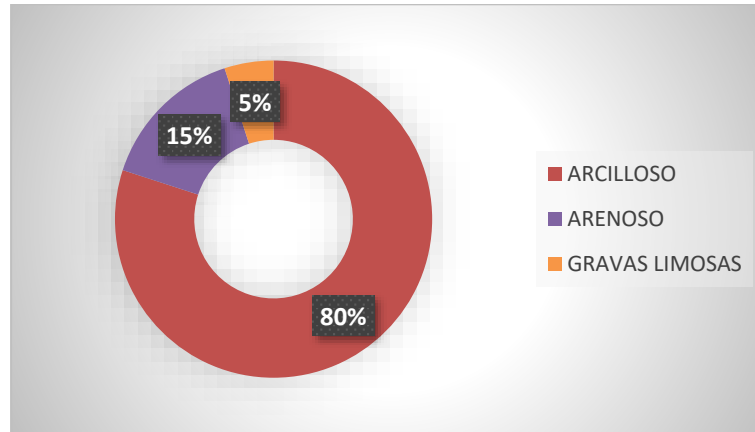
Tabla 9

Tipo de suelo estabilizado

TIPO DE SUELO	CANTIDAD	%
ARCILLOSO	16	80%
ARENOSO	3	15%
GRAVAS LIMOSAS	1	5%
TOTAL	20	95%

Figura 6

Porcentajes de Estudios según el tipo de suelo estabilizado



Se aprecia que un 80% de los estudios analizados fueron aplicados en suelos arcillosos los cuales corresponden a 16 investigaciones, un 15% en suelos arenosos correspondientes a 3 investigaciones y un 5% aplicados a suelos clasificados como gravas limosas correspondientes a una investigación.

3.5. Tipos de Estabilización

En este punto se ha tenido en cuenta el tipo de estabilización ubicando a cada investigación encontrada según el estabilizante utilizado.

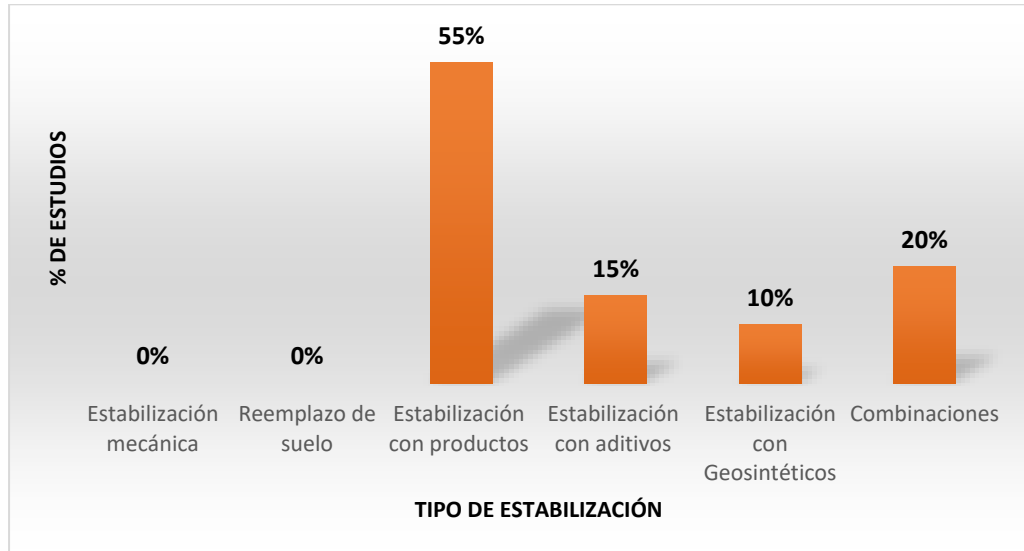
Tabla 10

Tipos de estabilización

TIPO DE ESTABILIZACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE
Estabilización mecánica	0	0%
Reemplazo de suelo	0	0%
Estabilización con productos	11	55%
Estabilización con aditivos	3	15%
Estabilización con Geosintéticos	2	10%
Combinaciones	4	20%
TOTAL	20	100%

Figura 7

Porcentajes según el tipo de estabilización utilizada



Se muestran los porcentajes según la cantidad de estudios clasificados según el tipo de estabilización utilizada en las 20 investigaciones; de los cuales en 11 investigaciones se ha utilizado la estabilización con productos representando un 55 %, en 3 se utilizó la estabilización con aditivos con un 15%, en 2 investigaciones se utilizó estabilización con geosintéticos con un 10% y en 4 investigaciones se hizo uso de combinaciones representado un 20% del total.

En este punto se tendrá en cuenta el estabilizador según el producto utilizado en cada una de las investigaciones, obteniéndose los siguientes resultados.

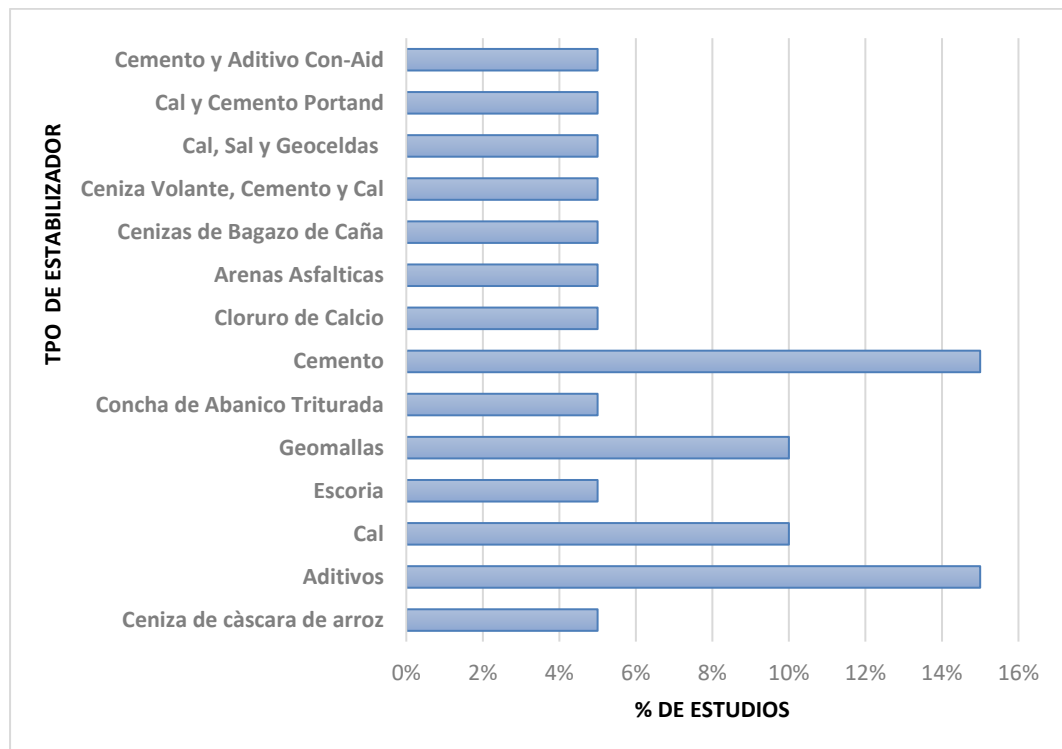
Tabla 11

Cantidad de estudios según el estabilizador utilizado

ESTABILIZADOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
Ceniza de cáscara de arroz	1.0	5%
Aditivos	3.0	15%
Cal	2.0	10%
Escoria	1.0	5%
Geomallas	2.0	10%
Concha de Abanico Triturada	1.0	5%
Cemento	3.0	15%
Cloruro de Calcio	1.0	5%
Arenas Asfálticas	1.0	5%
Cenizas de Bagazo de Caña	1.0	5%
Ceniza Volante, Cemento y Cal	1.0	5%
Cal, Sal y Geoceldas	1.0	5%
Cal y Cemento Portland	1.0	5%
Cemento y Aditivo Con-Aid	1.0	5%
TOTAL	20.0	100%

Figura 8

Porcentaje de estudios según el estabilizador utilizado



Se presenta en la figura 8, los tipos de estabilizador encontrados en las investigaciones revisadas teniendo 3 investigaciones que utilizan aditivos y 3 que utiliza cemento portland representando un 15% cada uno, en 2 investigaciones se utiliza geomallas y 2 escoria con un 10%, las demás investigaciones utilizan otros estabilizantes como concha de abanico triturada, cloruro de calcio, arenas asfálticas entre otros cada uno representando cada una el 5% del total.

3.6. Tipo de proceso utilizado en la estabilización de suelo de subrasante

Se considera dos tipos de proceso al momento de estabilizar un suelo, tales son el proceso físico y químico, se tiene los resultados en la siguiente tabla.

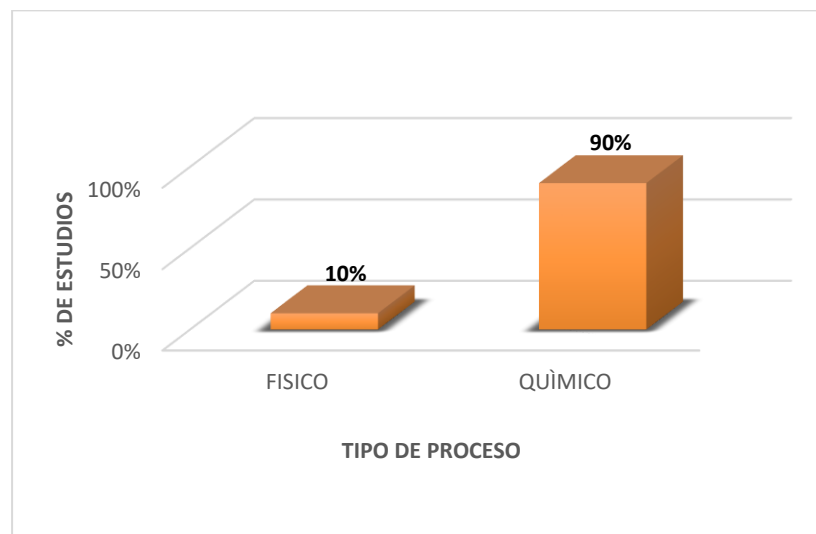
Tabla 12

Tipo de proceso utilizado en el estudio

TIPO DE PROCESO	CANTIDAD	%
FÍSICO	2	10%
QUÍMICO	18	90%
TOTAL	20	100%

Figura 9

Porcentaje de estudios según el proceso de estabilización



De las 20 investigaciones, un 10% del total con 2 estudios han utilizado un proceso físico para la estabilización de suelos y un 90% con 18 investigaciones han utilizado un proceso químico.

3.7. Porcentajes de adición utilizados

Para la estabilización con productos se han utilizado porcentajes de adición desde el 1% hasta el 80%, dichos porcentajes se presentan en la siguiente tabla.

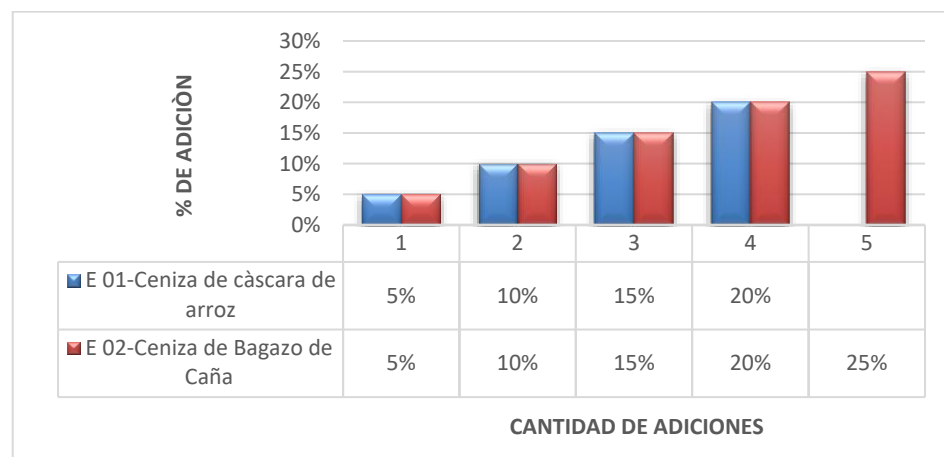
Tabla 13

Porcentajes de adición utilizado en estabilización con productos

ESTUDIO	MÈTODÒ DE ESTABILIZACIÒN	PORCENTAJES DE ADICIÒN
E-01	Ceniza de càscara de arroz	5% - 10% - 15% - 20%
E-02	Cenizas de bagazo de caña	5% - 10% - 15% - 20% - 25%
E-04	Cal	2% - 3% - 4% - 5% - 6% - 8% - 10%
E-05	Escoria	10% - 20% - 30% - 40%
E-07	Concha de Abanico Triturada	20% - 45% - 65% - 80%
E-08	Cemento Portland	1% - 3% - 5%
E-10	Cemento Portland	1% - 3% - 5% - 7%
E-13	Cloruro de Calcio	2% - 4% - 5% - 6% - 8%
E-14	Arenas Asfàlticas	10% - 20% - 30% - 40% - 50% - 70%
E-17	Cal	9% - 15% - 21%
E-18	Cemento Portland	4% - 6% - 8%

Figura 10

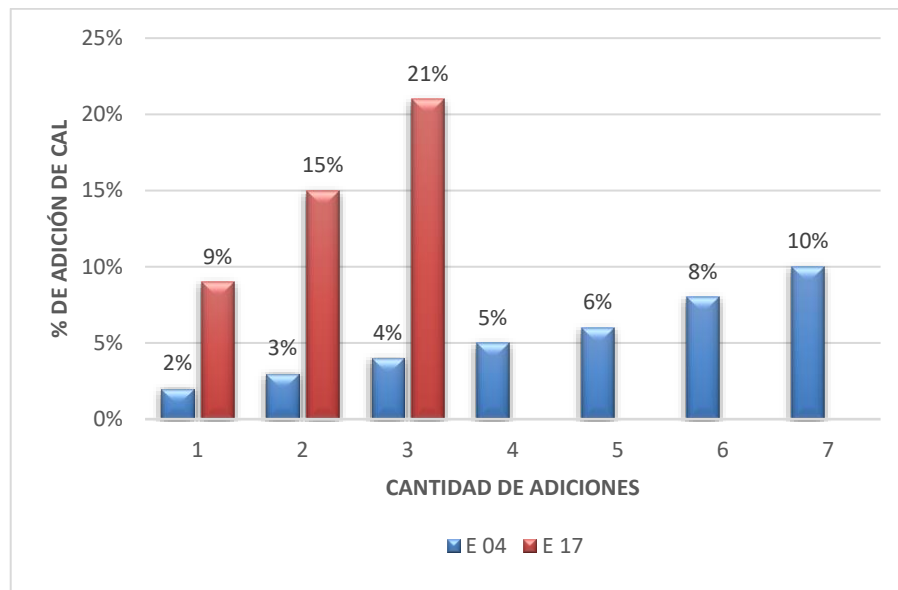
Porcentajes de adición del estabilizante utilizado en cenizas



En la figura 10, se muestra los porcentajes de adición utilizados en el estudio E 01 el cual utilizo 4 cantidades de adiciones de ceniza de cáscara de arroz correspondientes al 5%,10%, 15% y 20% y el estudio E 02 utilizando ceniza de bagazo de caña, tuvo 5 cantidades de adiciones con el 5%, 10%, 15%, 20% y 25%.

Figura 11

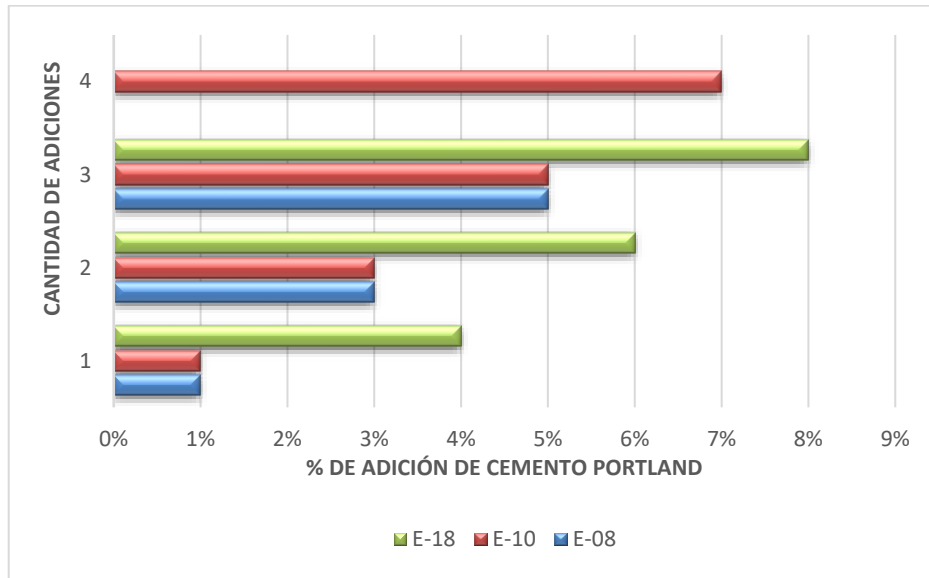
Porcentajes de adición del estabilizante utilizado en cal



En la figura 11, se presenta los porcentajes de adición de los estudios que utilizaron cal como estabilizante, el estudio E 04 presenta 7 cantidades de adiciones correspondientes al 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 8% y 10%. El estudio E 17 presenta 3 adiciones del 9%, 15% y 21%.

Figura 12

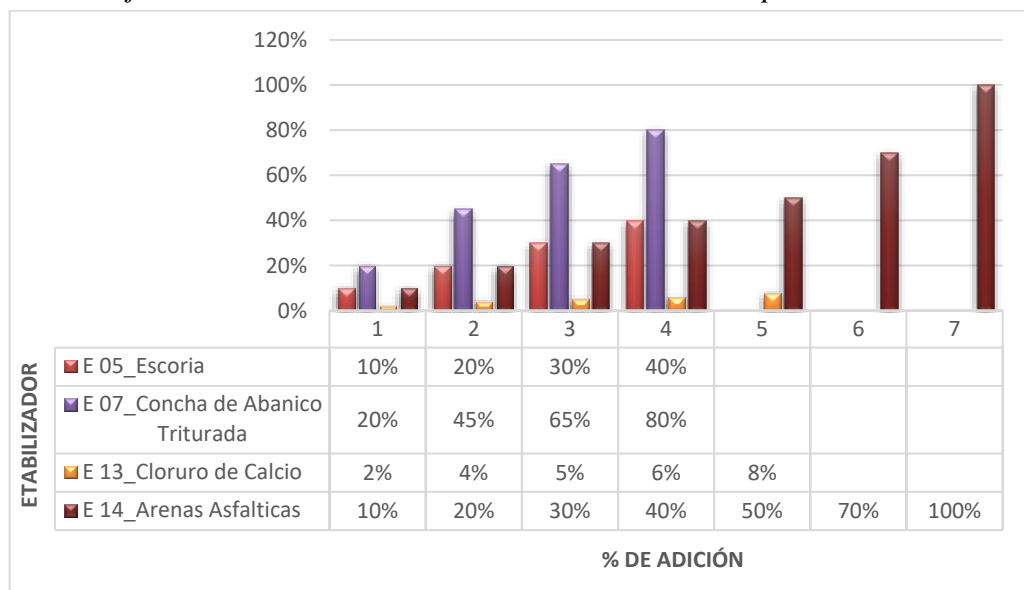
Porcentajes de adición del estabilizante utilizado en Cemento Portland



En la figura 12, se presenta los porcentajes de adición de los 3 estudios que utilizaron el cemento portland como estabilizante. El estudio E 08 tuvo 3 adiciones correspondientes al 1%, 3% y 5%; el estudio E 10 tuvo 4 cantidades de adición como el 1%, 3%, 5% y 7%, y tenemos el estudio E 18 que tuvo 3 adiciones del 4%, 6% y 8%.

Figura 13

Porcentajes de adición del estabilizante utilizado en otros productos



En la figura 13, se presenta los porcentajes de adición de los estudios que utilizaron otros productos como estabilizador. En el estudio E 05 se utilizó escoria en 4 cantidades del 10%, 20%, 30% y 40%; en el estudio E 07 se utilizó concha de abanico triturada en 4 cantidades en porcentajes del 20%, 45%, 65% y 80%; en el estudio E 13 se usó el cloruro de calcio (sal) en 5 cantidades con el 2%, 4%, 5%, 6% y 8% y en el estudio E 14 se usó arenas asfálticas como estabilizante en 7 cantidades correspondientes al 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 70% y 100%.

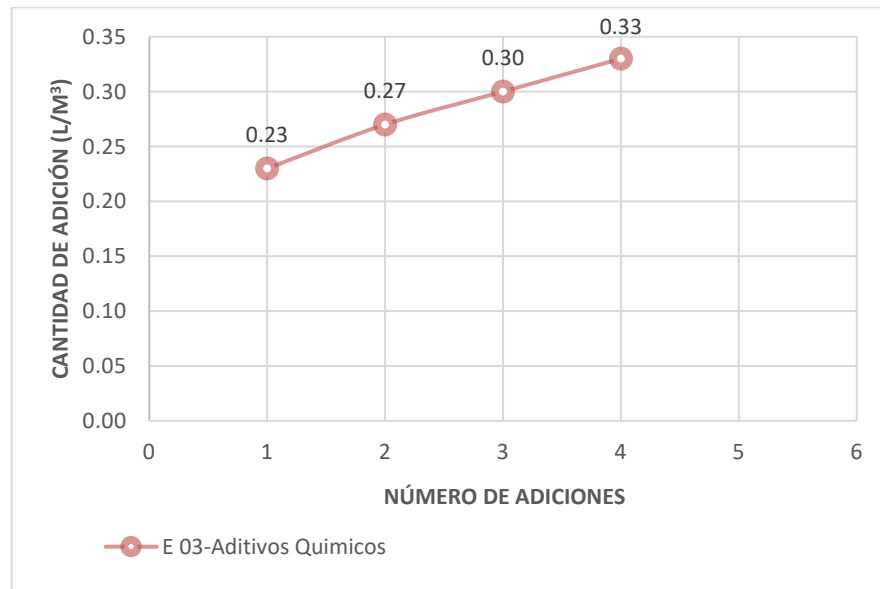
Tabla 14

Cantidades de adición utilizado en estabilización con aditivos

ESTUDIO	ESTABILIZADOR	PORCENTAJES DE ADICIÓN				
E-03	Aditivos Químicos	0.23 L/m ³	0.27 L/m ³	30 L/m ³	0.33 L/m ³	
E-11	Aditivo Terrazyme	10 ml	20 ml	30 ml	40 ml	60 ml
E-12	Aditivo Órganosilanos	0.5 kg/m ³	1.0 kg/m ³	1.5 kg/m ³		

Figura 14

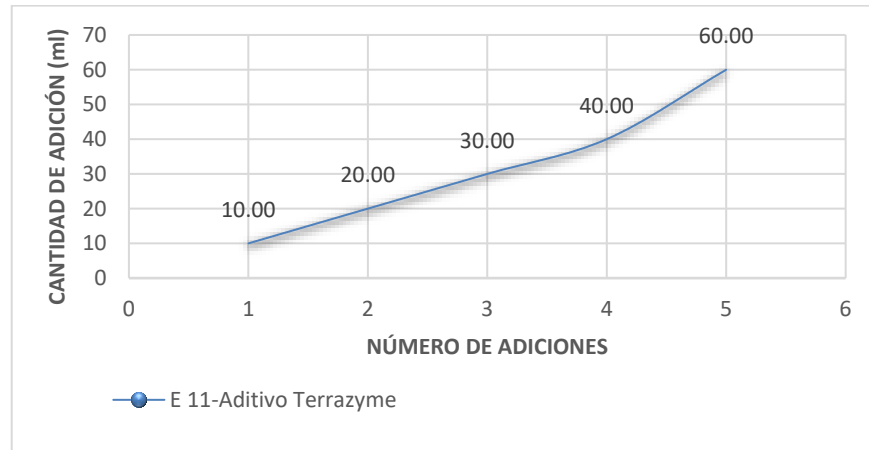
Cantidad de adición utilizado en aditivos químicos



En la figura 14, se muestra la cantidad de adición utilizado en aditivos químicos en el estudio E 03, teniendo 4 adiciones de 0.23 L/m³, 0.27 L/m³, 0.30 L/m³ y 0.33 L/m³.

Figura 15

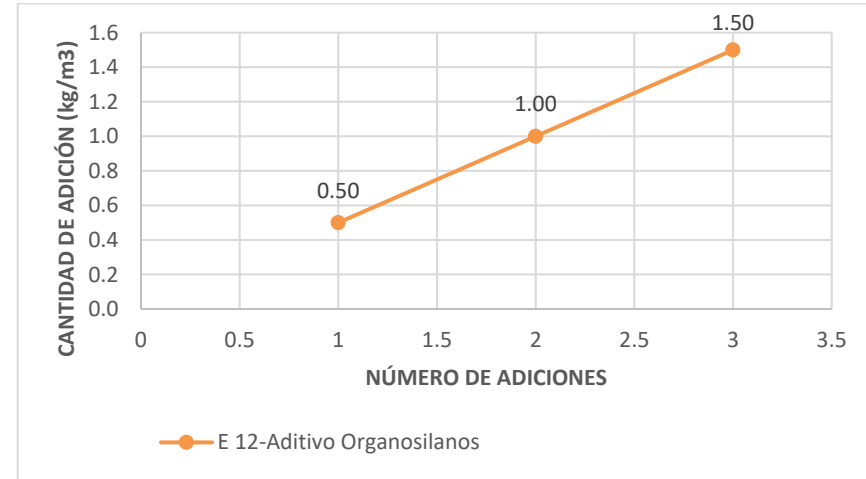
Cantidad de adición utilizado en aditivo terrazyme



En la figura 15, se muestra la cantidad de adición utilizado en aditivo terrazyme en el estudio E 11, teniendo 5 adiciones de 10 ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml y 60 ml.

Figura 16

Cantidad de adición utilizado en aditivos organosilanos

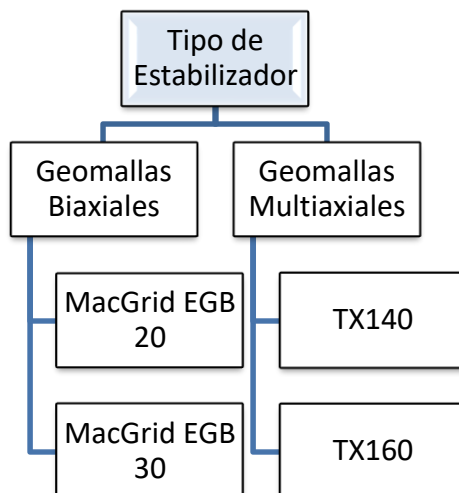


En la figura 16, se muestra la cantidad de adición utilizado en aditivo organosilanos en el estudio E 12, teniendo 3 adiciones de 0.5 kg/m³, 1.0 kg/m³ y 1.5 kg/m³.

Así mismo, se ha encontrado que 2 de los 20 estudios seleccionados utilizan geomallas en la estabilización de suelos, teniendo como proceso el de tipo físico. De los cuales se tiene la siguiente figura.

Figura 17

Tipo de Geomallas encontradas en las investigaciones.



3.8. Lugar de Aplicación

Las investigaciones encontradas pertenecen al nivel nacional tanto como internacional, teniéndose los siguientes resultados presentados en la tabla 16.

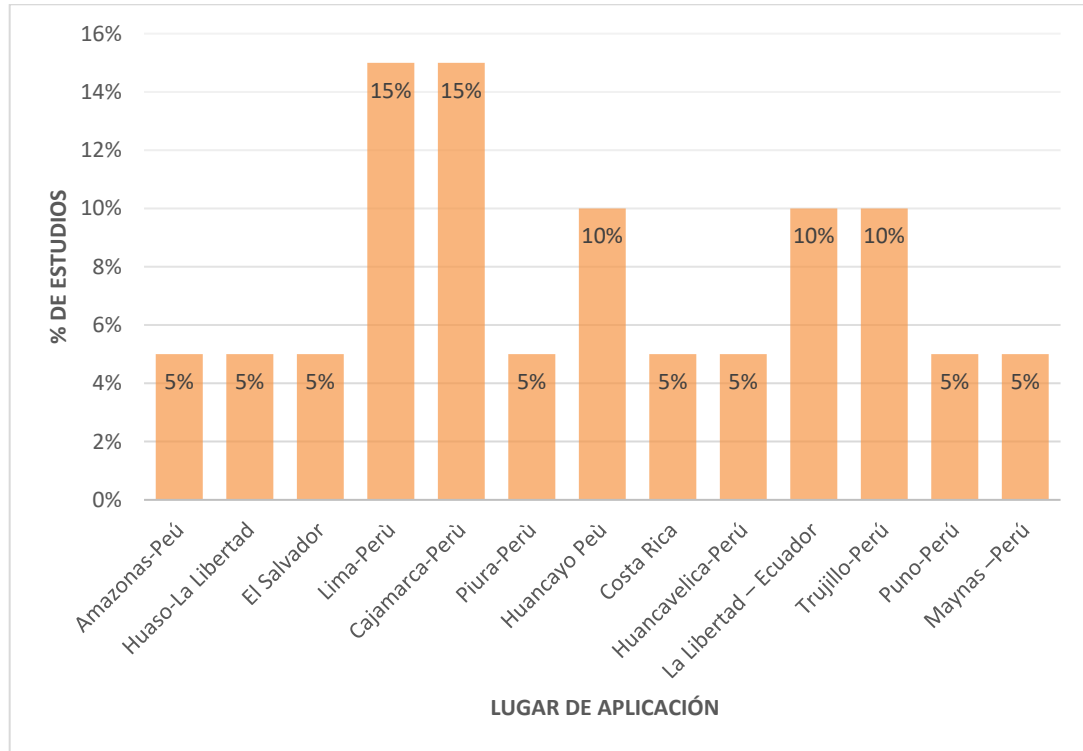
Tabla 15

Cantidad de Estudios según lugar de Aplicación

LUGAR DE APLICACIÓN	CANTIDAD
Amazonas-Perú	1.0
Huaso-La Libertad	1.0
El Salvador	1.0
Lima-Perú	3.0
Cajamarca-Perú	3.0
Piura-Perú	1.0
Huancayo-Perú	2.0
Costa Rica	1.0
Huancavelica-Perú	1.0
La Libertad – Ecuador	2.0
Trujillo-Perú	2.0
Puno-Perú	1.0
Maynas –Perú	1.0
Total	20

Figura 18

Porcentajes de los estudios según el lugar de aplicación.



En la figura 18 se presenta los porcentajes de los estudios según su lugar de aplicación. Se tiene un 15 % de estudios realizados en Lima y Cajamarca con 3 estudios cada uno, un 10% representan los lugares de Huancayo, La Libertad y Trujillo con 2 estudios cada uno, y los demás lugares como Amazonas, Huaso, El Salvador, Piura, Costa Rica, Huancavelica, Puno y Maynas son un 5% con 1 estudio cada uno.

3.9. Profundidad y Número de Muestras

Para la profundidad de las calicatas solo se tiene dos medidas que son de 1.50m y de 2.0m, en su mayoría se utilizado las de 1.50m según las investigaciones encontradas y mostradas en la siguiente tabla.

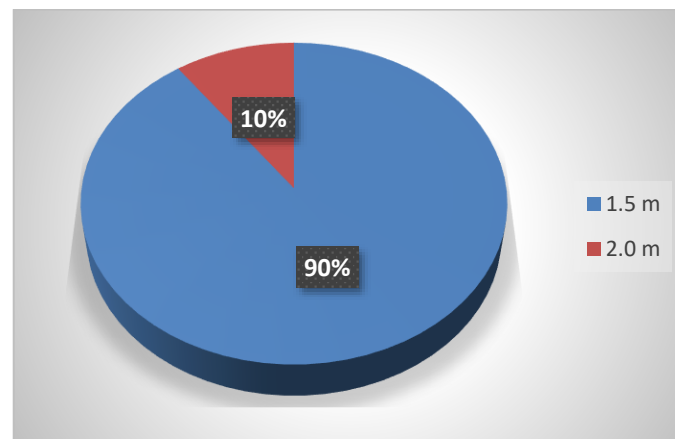
Tabla 16

Cantidad de Estudios según la profundidad de las calicatas.

PROFUNDIDAD DE CALICATA (m)	CANTIDAD	PORCENTAJE
1.50	18	90%
2.00	2	10%
TOTAL	20	100.00%

Figura 19

Porcentaje de la profundidad usada en las calicatas



En la figura 19, se representa el porcentaje según la profundidad utilizada en las calicatas; un 90% de los estudios han usado 2.0 m de profundidad y el 10% han usado 1.5 m de profundidad al momento de realizar las calicatas para sus ensayos.

3.10 Resultados de OCH, MDS Y CBR

Los principales ensayos considerados en las fichas de recolección de datos son el OCH (óptimo contenido de humedad), la MDS (máxima densidad seca) y el CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California), siendo importante el tipo de suelo y la clasificación de estos; se muestra el resumen de resultados obtenidos de cada investigación en la tabla 17.

Tabla 17

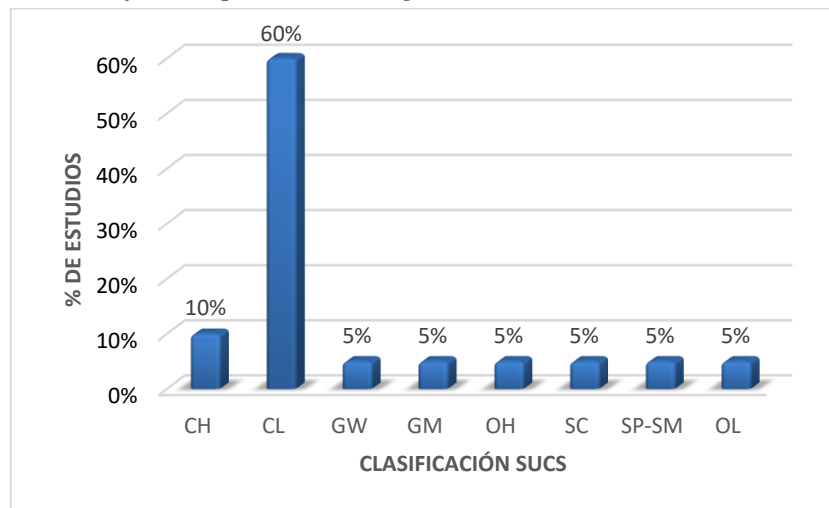
Resultados de los diferentes ensayos en suelo sin estabilizar en cada estudio

ESTUDIO	HUMEDAD (%)	CLASIFICACIÓN DE SUELO		SUELO	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLÁSTICO (%)
		SUCS	AASHTO			
E-01	17.86	CH	A-7-6	Arcilloso	54.40	28.10
E-02	26.65	CL	A-6	Arcilloso	35.67	22.42
E 03	5.60	CL	A-6	Arcilloso	37.50	22.10
E 04	NO	CL	A-7-5	Arcilloso	47.00	22.00
E 05	NO	CL	A-6	Arcilloso	29.61	18.15
E 06	NO	CL	A-7-6	Arcilloso	21.67	6.92
E 07	7.80	GW	A-1-a	Arenoso	NP	NP
E 08	33.55	CH	A-7-6	Arcilloso	58.00	23.00
E 09	40.32	CL	A-7-6	Arcilloso	41.56	25.95
E 10	40.10	CL	A-7-6	Arcilloso	65.98	116.06
E 11	NO	CL	A-7-6	Arcilloso	43.18	25.92
E 12	NO	CL	A-7-6	Arcilloso	NO	NO
E 13	29.12	CL	A-7-6	Arcilloso	50.00	25.54
E 14	NO	CL	A-7-7	Arcilloso	NO	NO
E 15	12.08	GM	A-7-2	Gravas limosas	44.91	28.54
E 16	15.63	OH	A-7-5	Arcilloso	76.61	35.51
E 17	NO	CL	A-6	Arcilloso	33.70	19.90
E 18	30.64	SC	A-2-4	Arenoso	29.61	21.85
E 19	6.60	SP-SM	A-2-6	Arenoso	39.18	27.82
E 20	47.05	OL	A-7-5	Arcilloso	48.08	35.35

Nota. "NO" significa que la investigación analizada no se encuentra resultados de ese ensayo y "NP" significa que según su clasificación de suelos no presenta esa propiedad.

Figura 20

Porcentaje del tipo se suelo según SUCS

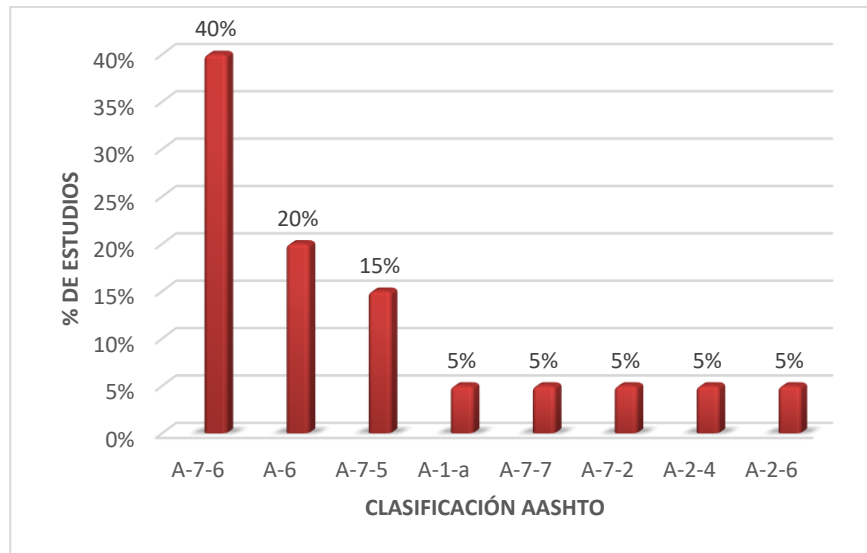


En la figura 20, se muestra los porcentajes de los estudios según la clasificación de suelo en SUCS teniendo un 60% de estudios se tuvo un suelo CL con 12 estudios, un 10% tuvo

un suelo CH con 2 estudios y los suelos GW, GM, OH, SC, SP-SM y OL tienen un porcentaje del 5% con 1 estudio cada uno.

Figura 21

Porcentaje del tipo de suelo según AASHTO



En la figura 21, se muestra los porcentajes de los estudios según la clasificación de suelo en AASHTO teniendo un 40% de estudios se tuvo un suelo A-7-6 con 8 estudios, un 20% tuvo un suelo A-6 con 4 estudios, un 15% un suelo A-7-5 con 3 estudios y los suelos A-1-a, A-7-7, A-7-2, A-2-4 y A-2-6 tienen un porcentaje del 5% con 1 estudio cada uno.

✚ Para el estabilizante de “cenizas”

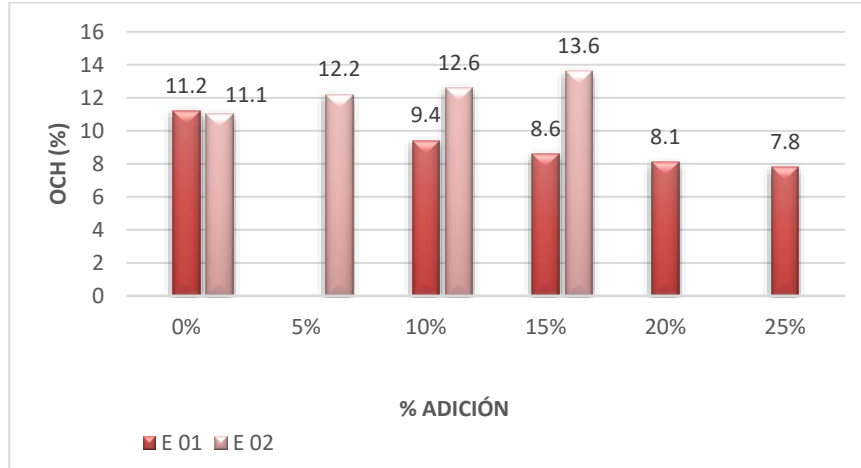
Tabla 18

Resultados de los diferentes ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas

TIPO DE SUELO	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO							
	% DE ADICIÓN		0%	5%	10%	15%	20%	25%		
COD. ESTUDIO	E 01	E 02	E 02	E 01	E 02	E 01	E 02	E 01	E 01	
ENSAYOS	OCH (%)	11.20	11.05	12.20	9.40	12.60	8.60	13.60	8.10	7.80
	MDS (g/cm ³)	1.85	1.99	2.07	1.85	2.09	1.86	2.09	1.88	1.86
	CBR al 95%	8.00	1.89	22.50	9.00	22.40	11.50	21.90	13.80	11.30
	CBR al 100%	8.20	2.65	24.10	10.80	23.50	13.20	23.40	15.20	14.80

Figura 22

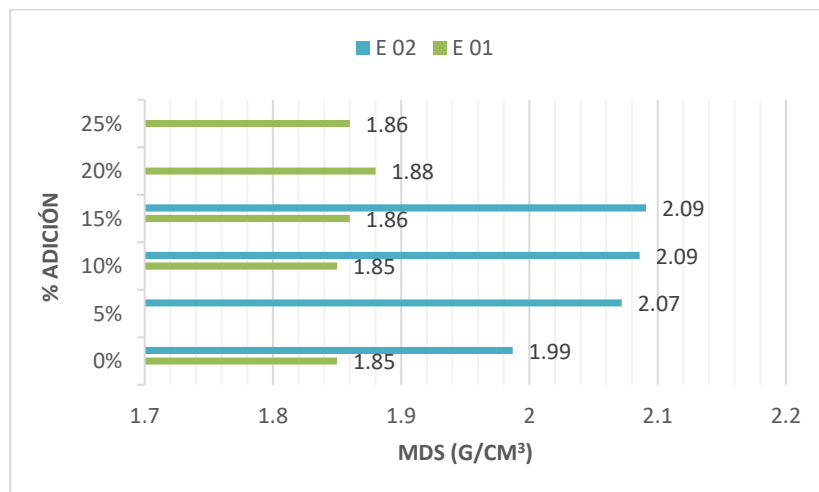
Resultados del ensayo de OCH para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas



En la figura 22, se muestran los resultados del ensayo de óptimo contenido de humedad (OCH) para los estudios que han utilizado cenizas como estabilizante, donde se tiene que para el estudio E 01 en estado natural el OCH es 11.20 % y utilizando las adiciones de 10%, 15%, 20% y 25% se tiene un OCH de 9.40%, 8.50%, 8.10% y 7.80% respectivamente. Para el estudio E 02 el OCH en estado natural es de 11.05% y utilizando los porcentajes de adición del 5%, 10% y 15% se tiene un OCH de 12.20%, 12.60% y 13.60% respectivamente.

Figura 23

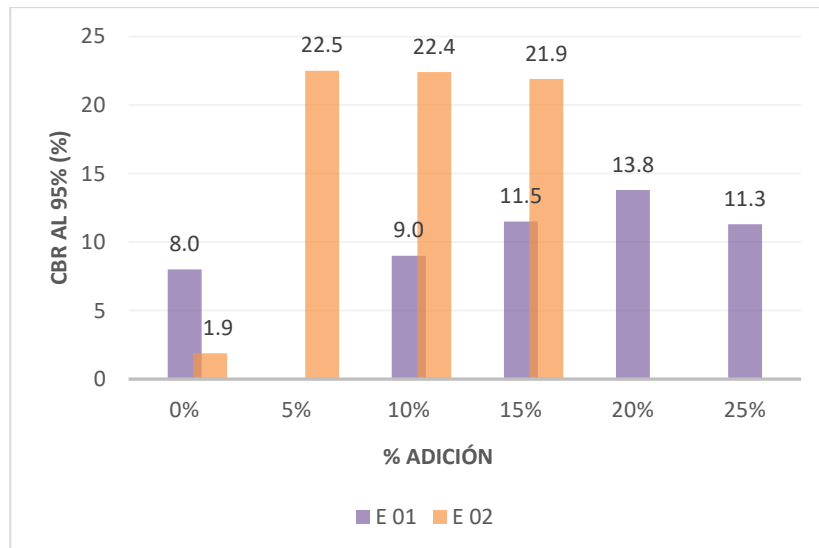
Resultados del ensayo de MDS para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas



Se presenta los resultados de Máxima densidad seca (MDS) para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas. Para el estudio E 01 en estado natural se tiene una MDS de 1.85 g/cm³, y para los porcentajes de adición de 10%, 15%, 20% y 25% se tiene una MDS de 1.85 g/cm³, 1.86 g/cm³, 1.88 g/cm³, 1.86 g/cm³ respectivamente. Para el estudio E 02 la MDS en estado natural es de 1.99 g/cm³ y utilizando los porcentajes de adición del 5%, 10% y 15% se tiene una MDS 2.07 g/cm³, 2.09 g/cm³ y 2.09 g/cm³ respectivamente.

Figura 24

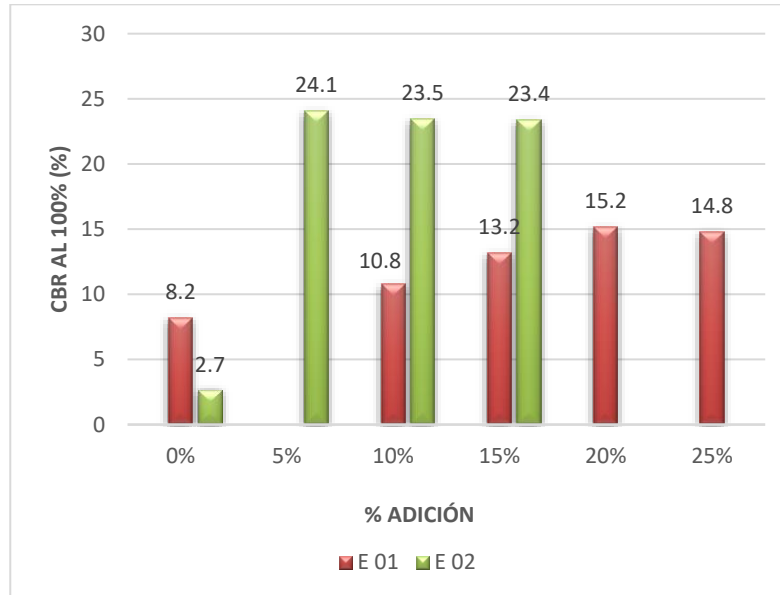
Resultados de CBR al 95% para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas



En la figura 24, se presenta los resultados del CBR para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas. Para el estudio E 01 en estado natural se tiene un CBR al 95% de 8%, y para los porcentajes de adición de 10%, 15%, 20% y 25% se tiene un CBR de 9%, 11.5%, 13.80%, 11.30% respectivamente. Para el estudio E 02 el CBR al 95% en estado natural es de 1.89% y utilizando los porcentajes de adición del 5%, 10% y 15% se tiene un CBR de 22.5%, 22.40% y 21.90% respectivamente.

Figura 25

Resultados de CBR al 100% para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas



En la figura 25, se presenta los resultados del CBR para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cenizas. Para el estudio E 01 en estado natural se tiene un CBR al 100% de 8.2%, y para los porcentajes de adición de 10%, 15%, 20% y 25% se tiene un CBR de 10.80%, 13.20%, 15.20% y 14.80% respectivamente. Para el estudio E 02 el CBR al 100% en estado natural es de 2.65% y utilizando los porcentajes de adición del 5%, 10% y 15% se tiene un CBR de 24.10%, 23.50% y 23.40% respectivamente.

✚ Para el estabilizante de “cal”

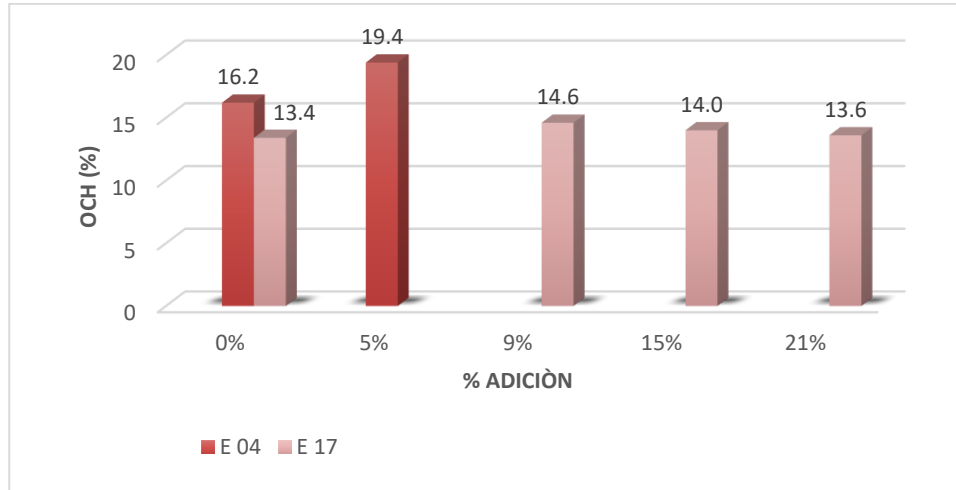
Tabla 19

Resultados de los diferentes ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con cal

TIPO DE SUELO	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO				
	0%		5%	9%	15%	21%	
% DE ADICIÓN	0%		5%	9%	15%	21%	
COD. ESTUDIO	E 04	E 17	E 04	E 17	E 17	E 17	
ENSAYOS	OCH (%)	16.20	13.40	19.40	14.60	14.00	13.60
	MDS (g/cm ³)	1.75	1.85	1.53	1.87	1.89	1.88
	CBR al 95%	1.17	3.30	54.00	3.80	5.90	4.10

Figura 26

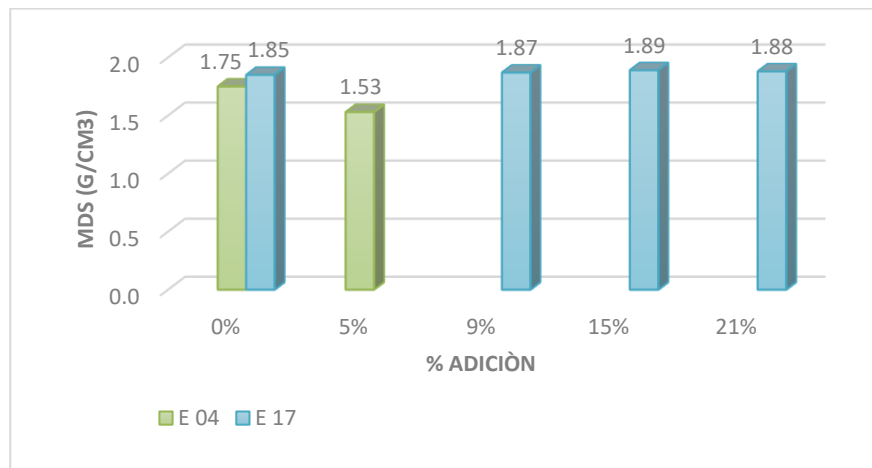
Resultados del ensayo de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con cal



En la figura 26, se muestran los resultados del ensayo de óptimo contenido de humedad (OCH) para los estudios que han utilizado cal como estabilizante, donde se tiene que para el estudio E 04 en estado natural el OCH es 16.20 % y utilizando la adición del 5% se tiene un OCH de 19.40%. Para el estudio E 17 el OCH en estado natural es de 13.40% y utilizando los porcentajes de adición 9%, 15% y 21% se tiene un OCH de 14.60%, 14.00% y 13.60% respectivamente.

Figura 27

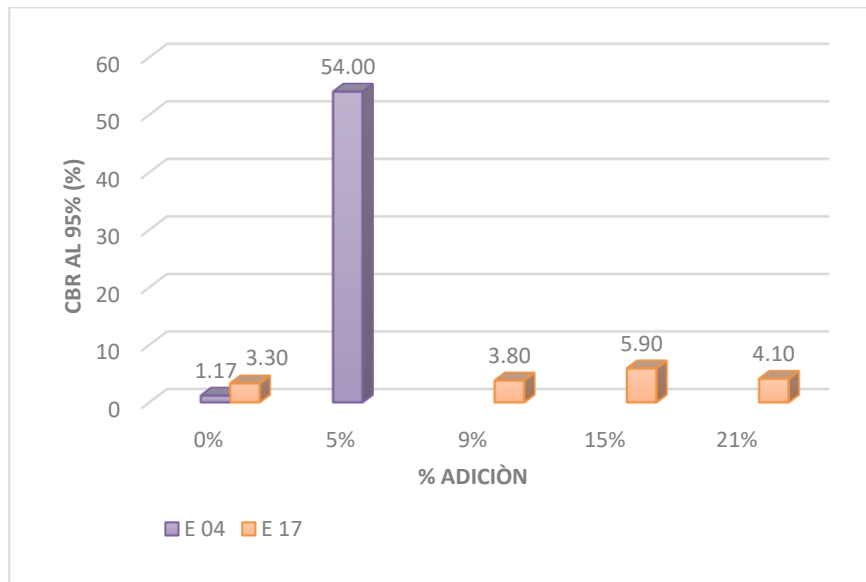
Resultados del ensayo de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con cal



Se presenta los resultados de Máxima densidad seca (MDS) para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cal. Para el estudio E 04 en estado natural se tiene una MDS de 1.75 g/cm^3 , y para los porcentajes de adición de 5% se tiene una MDS de 1.53 g/cm^3 . Para el estudio E 17 la MDS en estado natural es de 1.85 g/cm^3 y utilizando los porcentajes de adición del 9%, 15% y 21% se tiene una MDS 1.87 g/cm^3 , 1.89 g/cm^3 y 1.88 g/cm^3 respectivamente.

Figura 28

Resultados de CBR al 95% en suelo sin estabilizar y estabilizado con cal



En la figura 28, se presenta los resultados del CBR para el suelo sin estabilizar y estabilizado con cal. Para el estudio E 04 en estado natural se tiene un CBR al 95% de 1.17%, y para los porcentajes de adición del 5% se tiene un CBR de 54%. Para el estudio E 17 el CBR al 95% en estado natural es de 3.30% y utilizando los porcentajes de adición del 9%, 15% y 21% se tiene un CBR de 3.80%, 5.90% y 4.10% respectivamente.

✚ Para el estabilizante de “cemento”

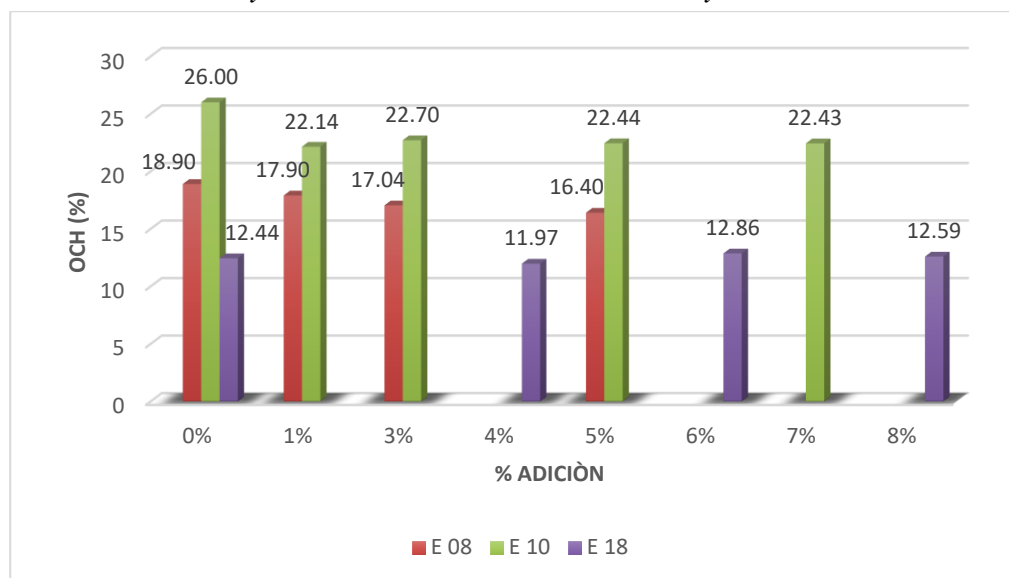
Tabla 20

Resultados de los diferentes ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con cemento

TIPO DE SUELO	SUELO NATURAL						SUELO ESTABILIZADO							
	0%			1%			3%		4%	5%		6%	7%	8%
% DE ADICIÓN	0%			1%			3%		4%	5%		6%	7%	8%
COD. ESTUDIO	E 08	E 10	E 18	E 08	E 10	E 18	E 08	E 10	E 18	E 08	E 10	E 18	E 10	E 18
ENSAYOS	OCH (%)	18.90	26.00	12.44	17.90	22.14	17.04	22.70	11.97	16.40	22.44	12.86	22.43	12.59
	MDS (g/cm ³)	1.52	1.47	1.88	1.68	1.55	1.71	1.59	1.89	1.74	1.62	1.89	1.60	1.88
	CBR al 95%	1.44	4.00	22.60	4.45	10.00	7.70	18.00	138.00	15.70	19.00	148.00	21.00	258.00
	CBR al 100%	1.30		44.44	3.50		6.63		231.51	13.75		224.29		276.24

Figura 29

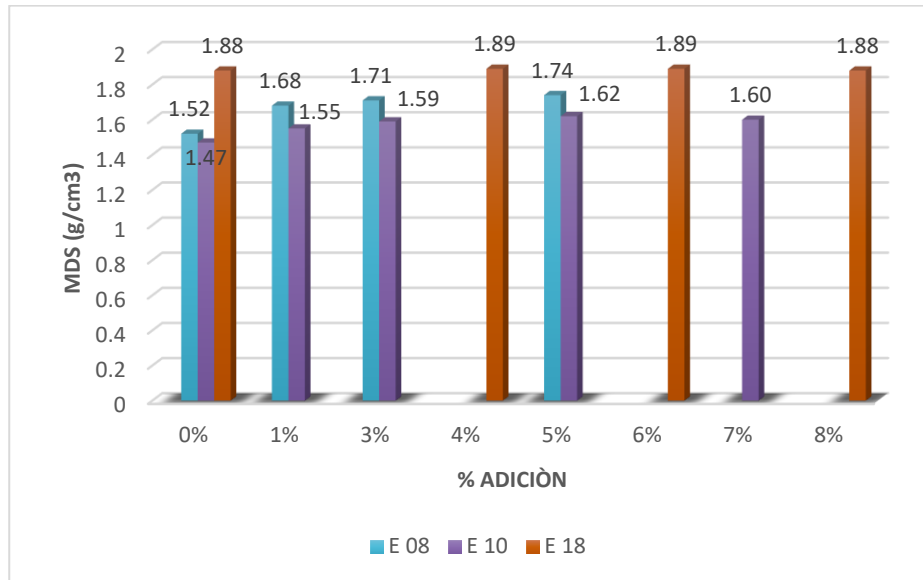
Resultados del ensayo de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con cemento



En la figura 29, se muestran los resultados del ensayo de OCH para un suelo sin estabilizar y estabilizado usando cemento. Para el estudio E 08 se tuvo un OCH de 18.90%, y utilizando las adiciones del 1%, 3% y 5% se obtuvo 17.90%, 17.40% y 16.40% respectivamente. En el estudio E 10 tuvo un OCH para el suelo en estado natural de 26% y para las adiciones de 1%, 3%, 5% y 7% se tuvo un OCH de 22.14%, 22.70%, 22.44% y 22.43% respectivamente y para el estudio E 18 en estado natural el OCH fue de 12.44% y para las adiciones del 4%, 6% y 8% se tuvo un OCH de 11.97%, 12.86% y 12.59 % respectivamente.

Figura 30

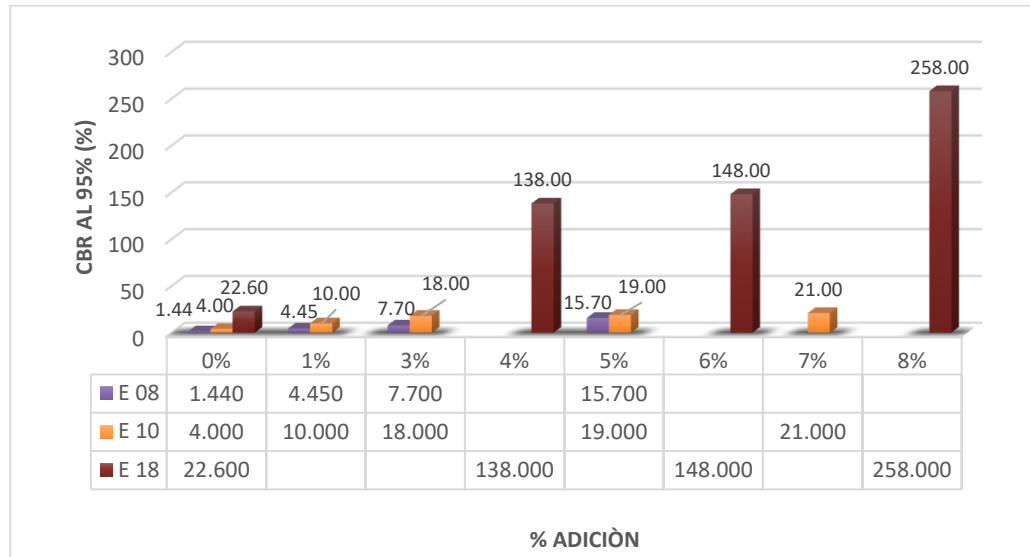
Resultados del ensayo de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con cemento



En la figura 30, se presenta los resultados del ensayo de MDS para un suelo en estado natural y suelo estabilizado con cemento. Para el estudio E 08 en estado natural se tuvo una MDS de 1.52 g/cm^3 , para la adición del 1%, 3% y 5% de cemento se obtuvo 1.68 g/cm^3 , 1.71 g/cm^3 y 1.74 g/cm^3 respectivamente. Para el estudio E 10 para el 0% (suelo en estado natural) se tuvo una MDS de 1.47 g/cm^3 y para la adición de 1%, 3%, 5% y 7% se tuvo una MDS de 1.55 g/cm^3 , 1.59 g/cm^3 , 1.62 g/cm^3 y 1.60 g/cm^3 respectivamente. Para el estudio E 18 para el 0% (suelo en estado natural) se tuvo una MDS de 1.88 g/cm^3 y para adiciones del 4%, 6% y 8% se tuvo una MDS de 1.89 g/cm^3 , 1.89 g/cm^3 y 1.88 g/cm^3 respectivamente.

Figura 31

Resultados de CBR al 95% en suelo sin estabilizar y estabilizado con cemento



En la figura 31, se presentan los resultados de CBR al 95% para un suelo sin estabilizar y estabilizado usando cemento. Para el estudio E 08 se tuvo un CBR de 1.44%, y utilizando las adiciones del 1%, 3% y 5% se obtuvo 4.45%, 7.70% y 15.70% respectivamente. En el estudio E 10 tuvo un CBR para el suelo en estado natural de 4.00% y para las adiciones de 1%, 3%, 5% y 7% se tuvo un CBR de 10.00%, 18.00%, 19.00% y 21.00% respectivamente y para el estudio E 18 en estado natural el CBR fue de 22.60% y para las adiciones del 4%, 6% y 8% se tuvo un CBR de 138.00%, 148.00% y 258.00% respectivamente.

✚ Para el estabilizante de “Aditivos”

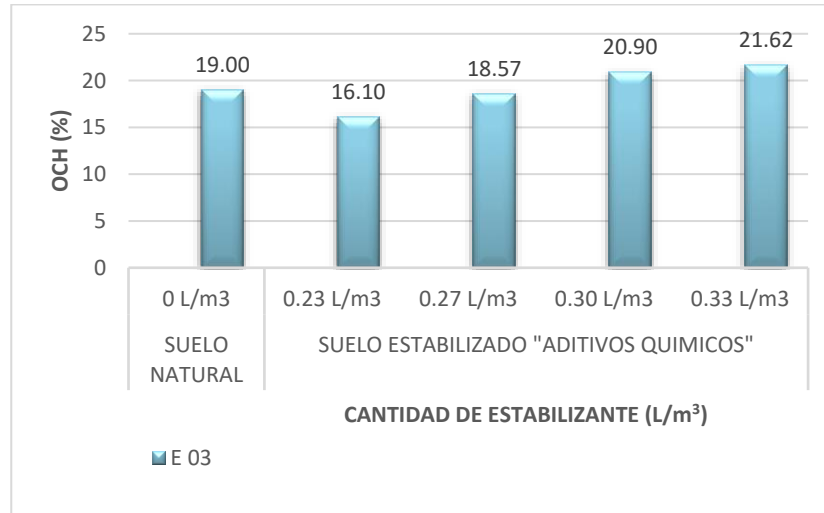
Tabla 21

Resultados de los diferentes ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivos

ENSAYOS	ESTUDIO	SUELO NATURAL	SUELO ESTABILIZADO "ADITIVOS QUIMICOS"				
		0 L/m ³	0.23 L/m ³	0.27 L/m ³	0.30 L/m ³	0.33 L/m ³	
OCH (%)		19.00	16.10	18.57	20.90	21.62	
MDS (g/cm ³)	E 03	1.37	1.57	1.66	1.59	1.54	
CBR al 95%		6.90	78.40	109.80	79.30	65.40	

Figura 32

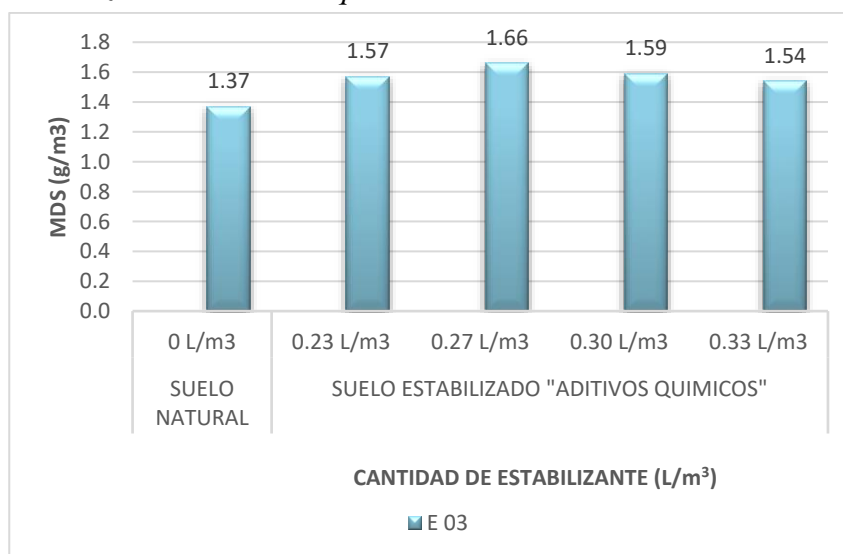
Resultados del ensayo de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivos químicos



En la figura 32, se muestra los resultados del ensayo del OCH para un suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivos químicos. En el estudio E 03 se tiene un OCH de 19% para el suelo ensayado en estado natural y para la adición de 0.23 L/m³, 0.27 L/m³, 0.30 L/m³ y 0.33 L/m³ se tuvo un OCH de 16.10%, 18.57%, 20.90% y 21.62% respectivamente.

Figura 33

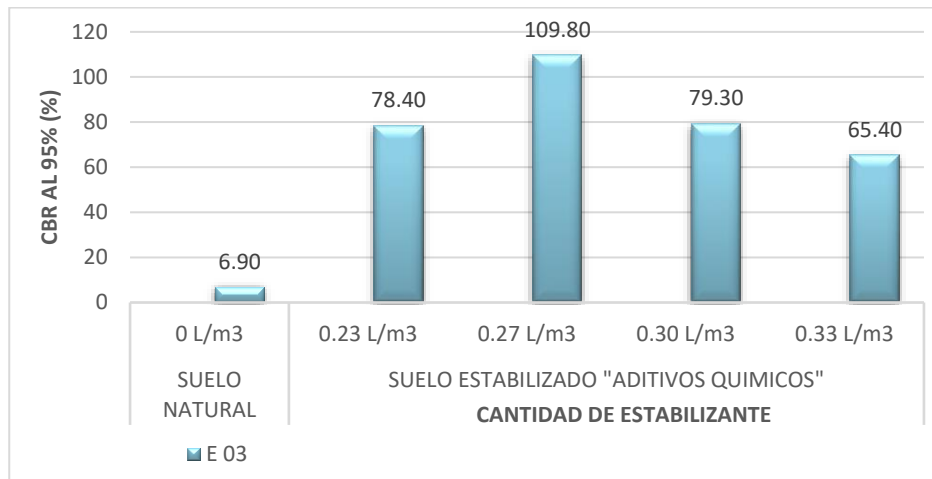
Resultados del ensayo de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivos químicos



En la figura 33, se muestra los resultados del ensayo del MDS para un suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivos químicos. En el estudio E 03 se tiene un MDS de 1.37 g/cm³ para el suelo ensayado en estado natural y para la adición de 0.23 L/m³, 0.27 L/m³, 0.30 L/m³ y 0.33 L/m³ de aditivos químicos se obtuvo una MDS de 1.57 g/cm³, 1.66 g/cm³, 1.59 g/cm³ y 1.54 g/cm³ respectivamente.

Figura 34

Resultados del CBR al 95% en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivos químicos



En la figura 34, se muestra los resultados del CBR al 95% para un suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivos químicos. En el estudio E 03 se tiene un CBR de 6.90% para el suelo ensayado en estado natural y para la adición de 0.23 L/m³, 0.27 L/m³, 0.30 L/m³ y 0.33 L/m³ se tuvo un CBR de 78.40%, 109.80%, 79.30% y 65.40% respectivamente.

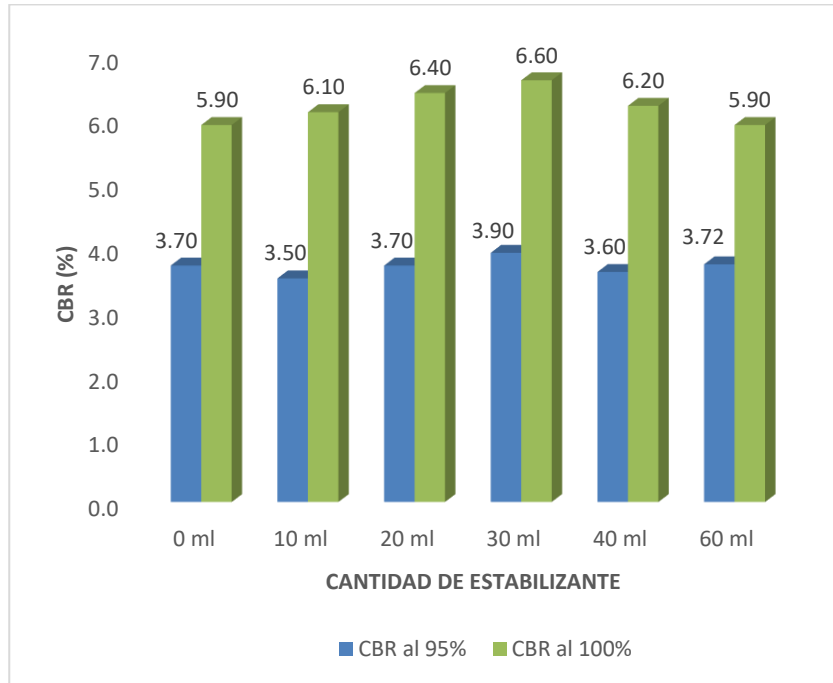
Tabla 22

Resultados de ensayos de CBR en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivo terrazyme

ENSAYOS	ESTUDIO	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO "ADITIVO TERRAZYME"			
		0 ml	10 ml	20 ml	30 ml	40 ml	60 ml
CBR al 95%	E 11	3.70	3.50	3.70	3.90	3.60	3.72
CBR al 100%		5.90	6.10	6.40	6.60	6.20	5.90

Figura 35

Resultados de CBR al 95% y 100% en suelo natural y estabilizado con aditivo terrazyme



En la figura 35, se muestra los resultados del CBR al 95% y 100% para un suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivo terrazyme. En el estudio E 11 se tiene un CBR al 95% de 3.70% para el suelo ensayado en estado natural y para la adición de 10 ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml y 60 ml se tuvo un CBR al 95% de 3.50%, 3.70%, 3.90% y 3.72% respectivamente; y para el CBR al 100% en estado natural se tuvo 5.90% y para las adiciones se tuvo 6.10%, 6.40%, 6.60%, 6.20% y 5.90% respectivamente.

Tabla 23

Resultados de CBR al 95% en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivo organosilanos

ENSAYOS	ESTUDIO	SUELO NATURAL	SUELO ESTABILIZADO "ADITIVO ORGANOSILANOS"		
		0 ml	0.5 kg/m ³	1.0 kg/m ³	1.5 kg/m ³
CBR al 95%	E 12	5.53	14.84	24.95	43.36

Figura 36

Resultados de CBR al 95% en suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivo organosilanos



Se muestra los resultados del CBR al 95% para un suelo sin estabilizar y estabilizado con aditivo organosilanos. En el estudio E 12 se tiene un CBR de 5.53% para el suelo ensayado en estado natural y para la adición de 0.50 kg/m³, 1.00 kg/m³ y 1.50 kg/m³ se tuvo un CBR de 14.84%, 24.95% y 43.36% respectivamente.

✚ Para el estabilizante de “escoria”

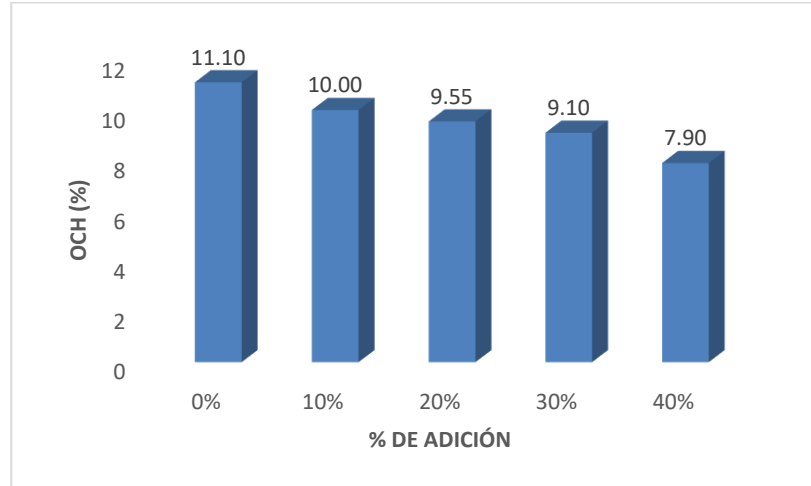
Tabla 24

Resultados de los diferentes ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con escoria

ENSAYOS	ESTUDIO	SUELO NATURAL	SUELO ESTABILIZADO "ESCORIA"			
		0%	10%	20%	30%	40%
OCH (%)	E 05	11.10	10.00	9.55	9.10	7.90
MDS (g/cm ³)		1.97	2.04	2.10	2.12	2.22
CBR al 95%		5.61	24.80	29.82	48.43	70.00

Figura 37

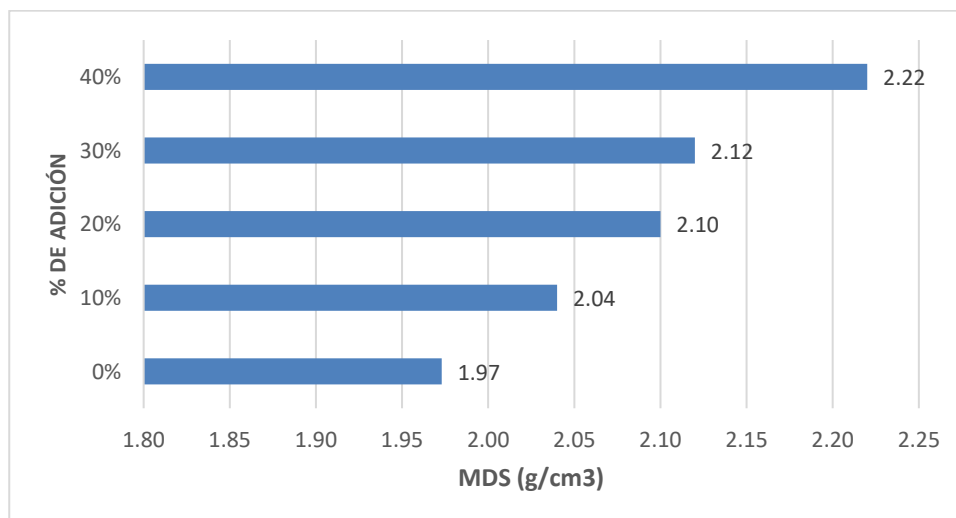
Resultados del ensayo de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con escoria



En la figura 37, se muestra los resultados del ensayo del OCH para un suelo sin estabilizar y estabilizado con escoria. En el estudio E 05 se tiene un OCH de 11.10% para el suelo ensayado en estado natural y para la adición de 10%, 20%, 30% y 40% se tuvo un OCH de 10.00%, 9.55%, 9.10% y 7.90% respectivamente.

Figura 38

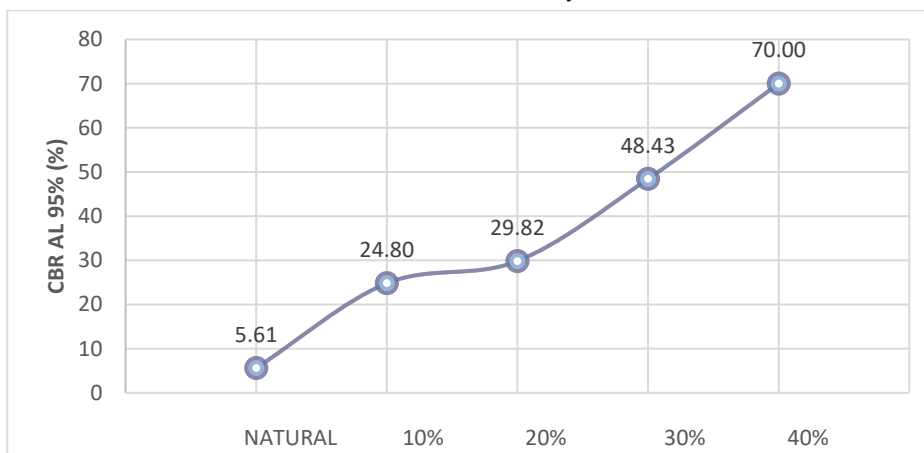
Resultados del ensayo de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con escoria



En la figura 38, se muestra los resultados del ensayo del MDS para un suelo sin estabilizar y estabilizado con escoria. En el estudio E 05 se tiene un MDS de 1.97 g/cm^3 para el suelo ensayado en estado natural y para la adición de 10%, 20%, 30% y 40% de escoria se obtuvo una MDS de 2.04 g/cm^3 , 2.10 g/cm^3 , 2.12 g/cm^3 y 2.22 g/cm^3 respectivamente.

Figura 39

Resultados de CBR en suelo sin estabilizar y estabilizado con escoria



En la figura 39, se muestra los resultados del CBR al 95% para un suelo sin estabilizar y estabilizado con escoria. En el estudio E 05 se tiene un CBR de 5.61% para el suelo ensayado en estado natural y para el suelo con la adición de 10%, 20%, 30% y 40% se tuvo un CBR de 24.80%, 29.82%, 48.43% y 70.00% respectivamente.

✚ Para el estabilizante de “concha de abanico triturada”

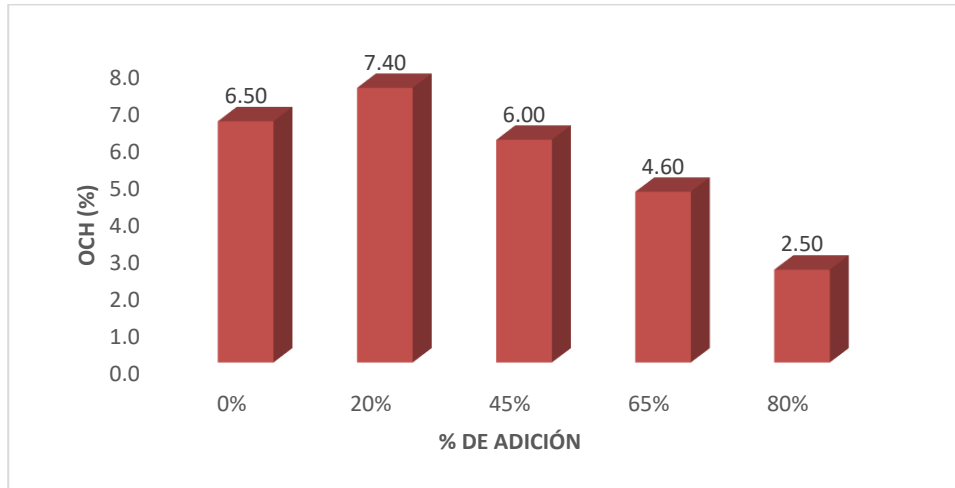
Tabla 25

Resultados de ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con concha de abanico triturada

ENSAYOS	ESTUDIO	SUELO	SUELO ESTABILIZADO			
		NATURAL	"CONCHA DE ABANICO TRITURADA"			
		0%	20%	45%	65%	80%
OCH (%)		6.50	7.40	6.00	4.60	2.50
MDS (g/cm ³)		1.79	1.96	2.03	1.96	1.84
CBR al 95%	E 07	51.00	86.00	121.00	55.00	64.00
CBR al 100%		53.00	102.00	156.00	84.00	77.00

Figura 40

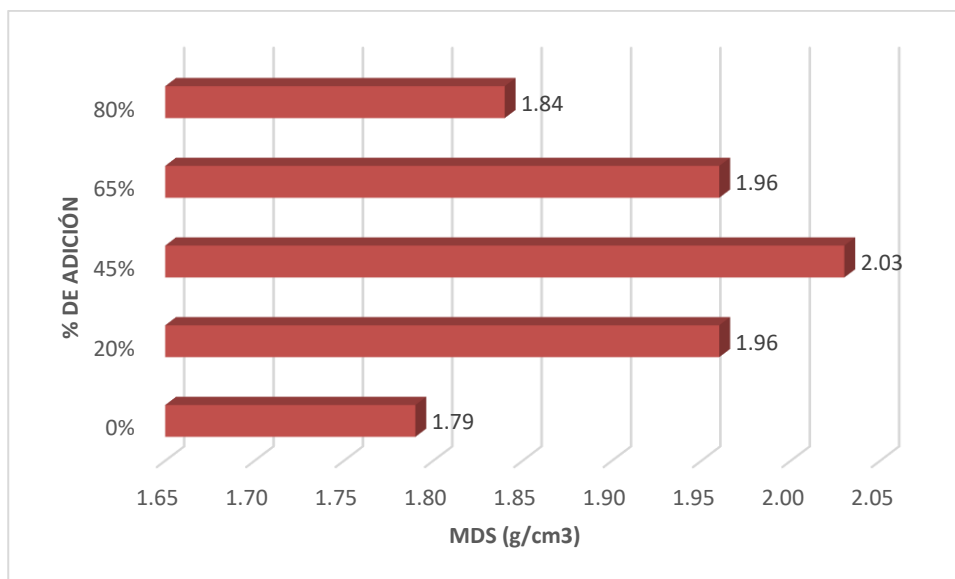
Resultados de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con concha de abanico triturada



En la figura 40, se muestra los resultados del ensayo del OCH para un suelo sin estabilizar y estabilizado con concha de abanico triturada. En el estudio E 07 se tiene un OCH de 6.50% para el suelo ensayado en estado natural y para la adición de 20%, 45%, 65% y 80% se tuvo un OCH de 7.40%, 6.00%, 4.60% y 2.50% respectivamente.

Figura 41

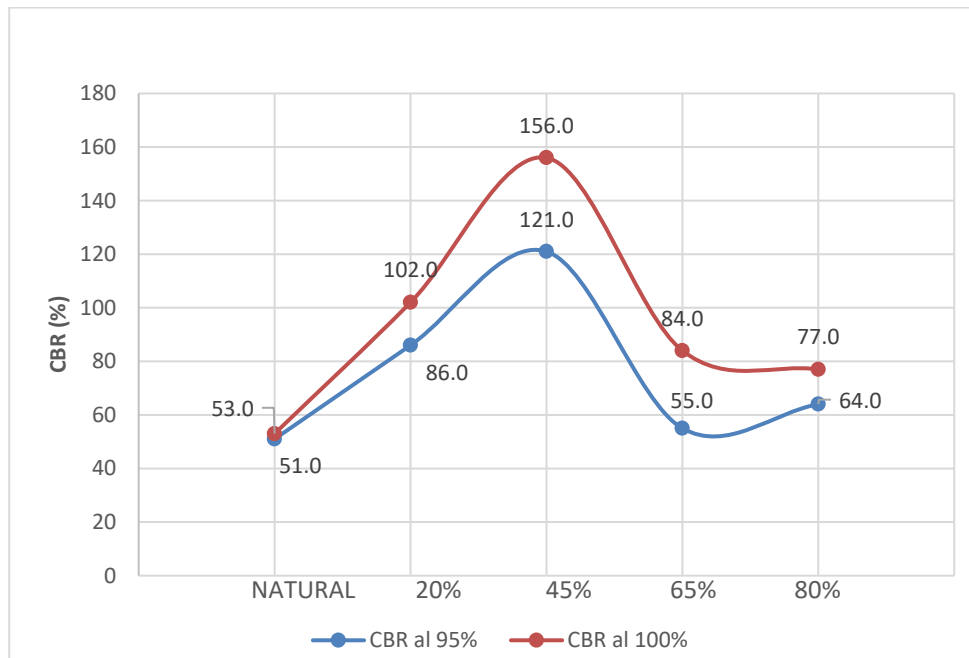
Resultados de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con concha de abanico triturada



En la figura 41, se muestra los resultados del ensayo del MDS para un suelo sin estabilizar y estabilizado con concha de abanico triturada. En el estudio E 07 se tiene un MDS de 1.79 g/cm³ para el suelo ensayado en estado natural (0%) y para la adición de 20%, 45%, 65% y 80% de concha de abanico triturada se obtuvo una MDS de 1.96 g/cm³, 2.03 g/cm³, 1.96 g/cm³ y 1.84 g/cm³ respectivamente.

Figura 42

Resultados de CBR en suelo sin estabilizar y estabilizado con concha de abanico triturada



En la figura 42, se muestra los resultados del CBR al 95% y 100% para un suelo sin estabilizar y estabilizado con concha de abanico triturada. En el estudio E 07 se tiene un CBR de 51% para el suelo ensayado en estado natural y para el suelo con la adición de 20%, 45%, 65% y 80% se tuvo un CBR al 95% de 86%, 121.00%, 55% y 64.00% respectivamente. Para el CBR al 100% se tuvo 53% para un suelo natural y para el suelo con adición de concha de abanico triturada se tuvo 102%, 156%, 54% y 77% respectivamente.

✚ Para el estabilizante de “cloruro de calcio”

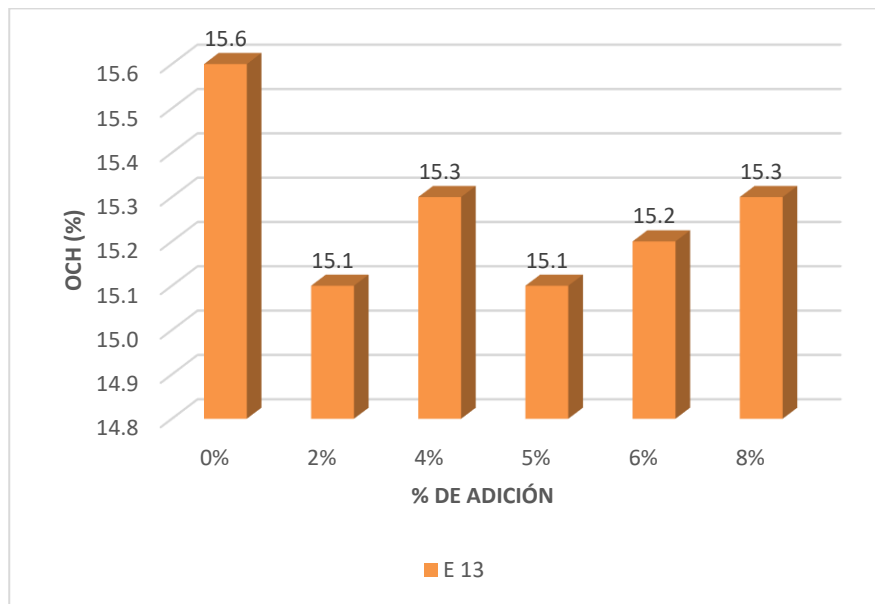
Tabla 26

Resultados de ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con cloruro de calcio

ENSAYOS	ESTUDIO	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO "CLORURO DE CALCIO"			
		0%	2%	4%	5%	6%	8%
OCH (%)	E 13	15.60	15.10	15.30	15.10	15.20	15.30
MDS (g/cm ³)		1.67	1.77	1.76	1.76	1.76	1.76
CBR al 95%		5.54	6.95	8.08	8.79	9.63	7.24
CBR al 100%		6.12	10.30	12.95	16.50	12.78	11.82

Figura 43

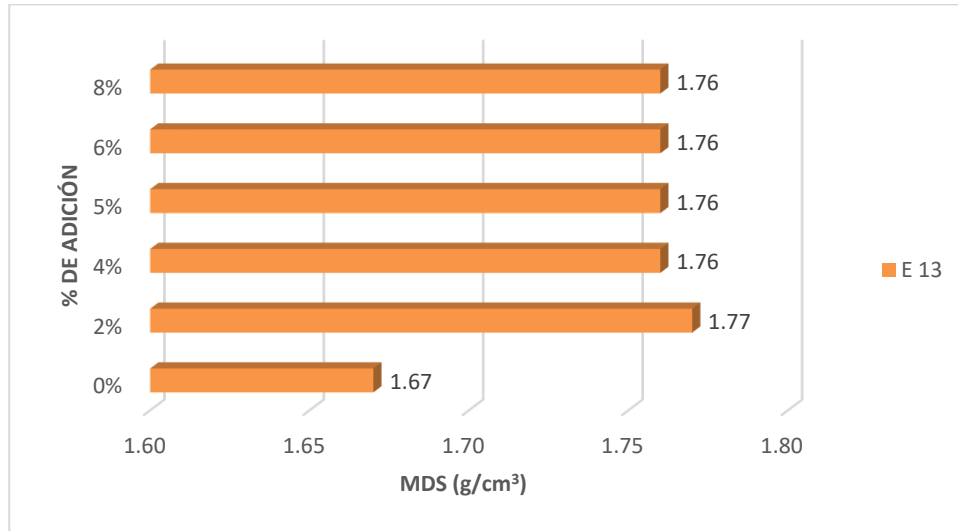
Resultados de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con cloruro de calcio



En la figura 43, se muestra los resultados del ensayo del OCH para un suelo sin estabilizar y estabilizado con cloruro de calcio. En el estudio E 13 se tiene un OCH de 15.60% para el suelo ensayado en estado natural y para la adición de 2%, 4%, 5%, 6% y 8% se tuvo un OCH de 15.10%, 15.30%, 15.10%, 15.20% y 15.30% respectivamente.

Figura 44

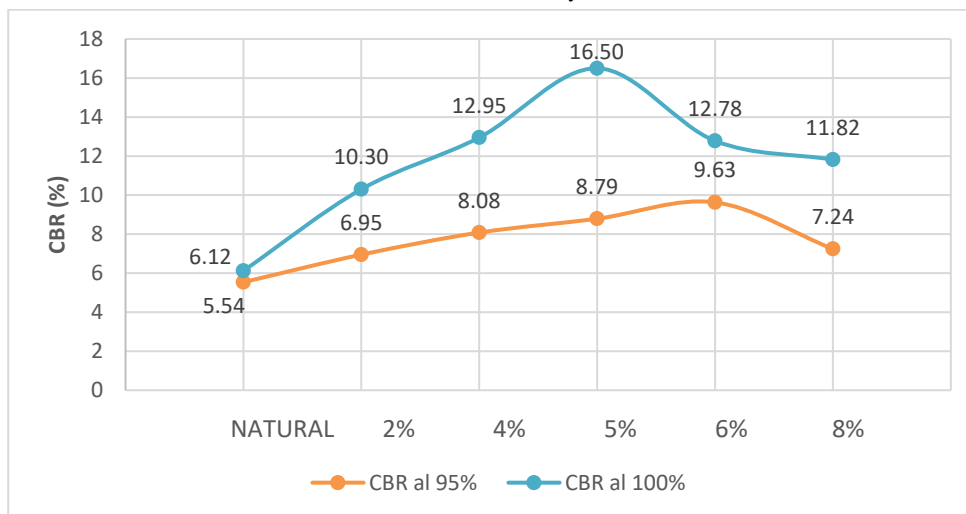
Resultados de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con cloruro de calcio



En la figura 44, se muestra los resultados del ensayo del MDS para un suelo sin estabilizar y estabilizado con cloruro de calcio. En el estudio E 13 se tiene un MDS de 1.67 g/cm³ para el suelo ensayado en estado natural (0%) y para la adición de 2%, 4%, 5%, 6% y 8% de cloruro de calcio se obtuvo una MDS de 1.77 g/cm³, 1.76 g/cm³, 1.76 g/cm³, 1.76 g/cm³ y 1.76 g/cm³ respectivamente.

Figura 45

Resultados de CBR en suelo sin estabilizar y estabilizado con cloruro de calcio



En la figura 45, se muestra los resultados del CBR al 95% y 100% para un suelo sin estabilizar y estabilizado con cloruro de calcio. En el estudio E 13 se tiene un CBR de 5.54% para el suelo ensayado en estado natural y para el suelo con la adición de 2%, 4%, 5%, 6% y 8% se tuvo un CBR al 95% de 6.95%, 8.08%, 8.79%, 9.63% y 7.24% respectivamente. Para el CBR al 100% se tuvo 6.12% para un suelo natural y para el suelo con adición de cloruro de calcio se tuvo 10.30%, 12.95%, 16.50%, 12.78% y 11.82% respectivamente.

✚ Para el estabilizante de “arenas asfálticas”

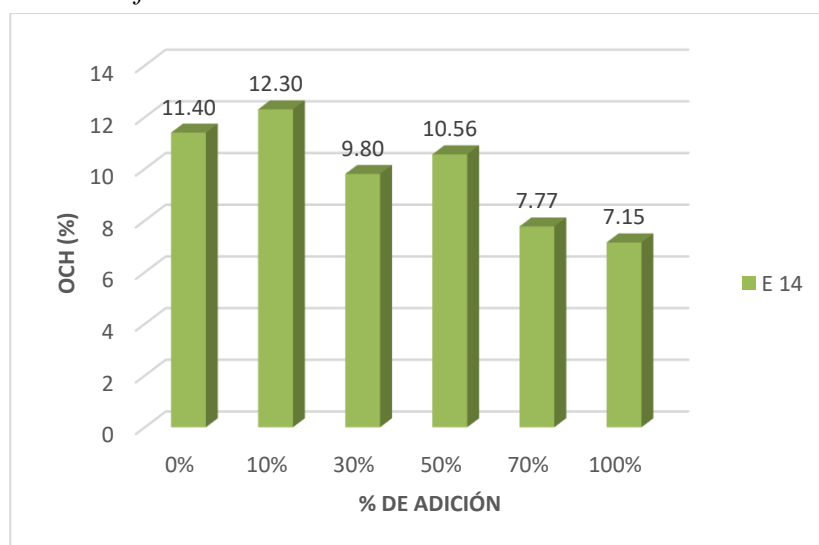
Tabla 27

Resultados de ensayos en suelo sin estabilizar y estabilizado con arenas asfálticas

ENSAYOS	ESTUDIO	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO "ARENAS ASFÁLTICAS"			
		0%	10%	30%	50%	70%	100%
OCH (%)		11.40	12.30	9.80	10.56	7.77	7.15
MDS (g/cm ³)	E 14	1.60	1.68	1.78	1.76	1.77	1.82
CBR al 95%		11.60	12.35	5.55	15.58	8.89	7.75

Figura 46

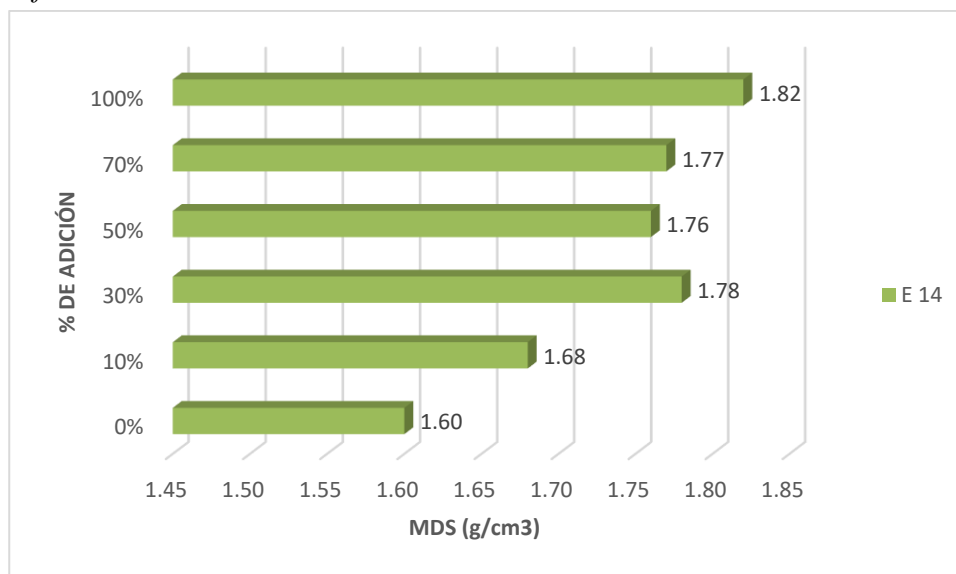
Resultados de OCH en suelo sin estabilizar y estabilizado con arenas asfálticas



En la figura 46, se muestra los resultados del ensayo del OCH para un suelo sin estabilizar y estabilizado con arenas asfálticas. En el estudio E 14 se tiene un OCH de 11.40% para el suelo ensayado en estado natural y para la adición de 10%, 30%, 50%, 70% y 100% se tuvo un OCH de 12.30%, 9.80%, 10.56%, 7.77% y 7.15% respectivamente.

Figura 47

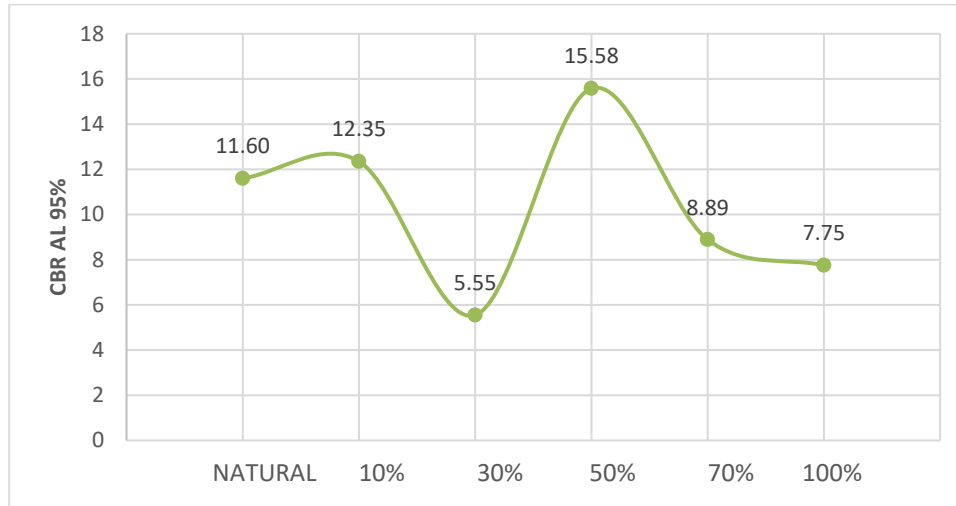
Resultados de MDS en suelo sin estabilizar y estabilizado con arenas asfálticas



En la figura 47, se muestra los resultados del ensayo del MDS para un suelo sin estabilizar y estabilizado con arenas asfálticas. En el estudio E 14 se tiene un MDS de 1.60 g/cm³ para el suelo ensayado en estado natural (0%) y para la adición de 10%, 30%, 50%, 70% y 100% de cloruro de calcio se obtuvo una MDS de 1.68 g/cm³, 1.78 g/cm³, 1.76 g/cm³, 1.77% y 1.82 g/cm³ respectivamente.

Figura 48

Resultados de CBR al 95% en suelo sin estabilizar y estabilizado con arenas asfálticas



En la figura 48, se muestra los resultados del CBR al 95% para un suelo sin estabilizar y estabilizado con cloruro de calcio. En el estudio E 14 se tiene un CBR de 11.60% para el suelo ensayado en estado natural y para el suelo con la adición de 10%, 30%, 50%, 70% y 100% se tuvo un CBR al 95% de 12.35%, 5.55%, 15.58%, 8.89% y 7.75% respectivamente.

✚ Para el estabilizante de “geomallas”

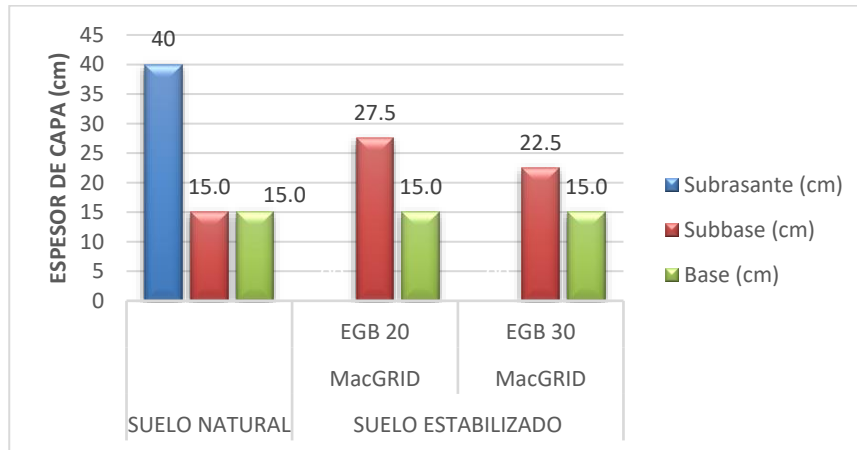
Tabla 28

Espesor de capa utilizando geomalla Biaxial MacGRID

ESPESOR DE CAPA	SUELO NATURAL	SUELO ESTABILIZADO	
		MacGRID EGB 20	MacGRID EGB 30
Subrasante (cm)	40	0.0	0.0
Subbase (cm)	15	27.5	22.5
Base (cm)	15	15	15

Figura 49

Espesor de capa utilizando geomalla Biaxial MacGRID



En la figura 49, se presenta los espesores de capa de un pavimento para un diseño sin mejoramiento para lo cual se obtuvo un espesor de subrasante de 40cm, una subbase de 15cm y una base de 15cm. Utilizando una geomalla EGB 20 no se necesita de subrasante, se requiere una subbase de 27.5 cm y una base de 15.0 cm y para un suelo estabilizado con geomalla EGB 30 no se usa subrasante, y se requiere de una subbase de 22.5cm y una base de 15cm.

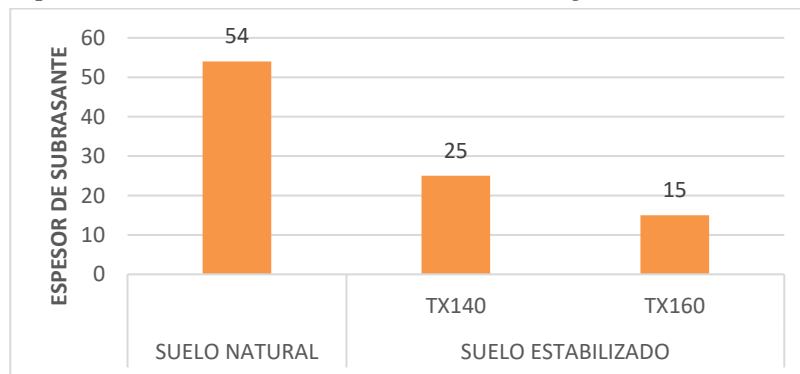
Tabla 29

Espesor de subrasante de diseño utilizando geomalla Multiaxial

ESPESOR DE CAPA	SUELO NATURAL	SUELO ESTABILIZADO	
		TX140	TX160
Subrasante (cm)	54	25	15

Figura 50

Espesor de subrasante de diseño utilizando geomalla multiaxial



En la figura 50, se presenta los resultados para el espesor de la subrasante para un diseño sin mejoramiento y estabilizado con una malla multiaxial. Se obtuvo para un suelo sin estabilizar un espesor de 54cm y para el suelo estabilizado con una geomalla TX140 se requiere un espesor de subrasante de 25cm y usando la geomalla TX160 se requiere un espesor de 15cm.

✚ Para el estabilizante de “*cemento + aditivo Con-Aid*”

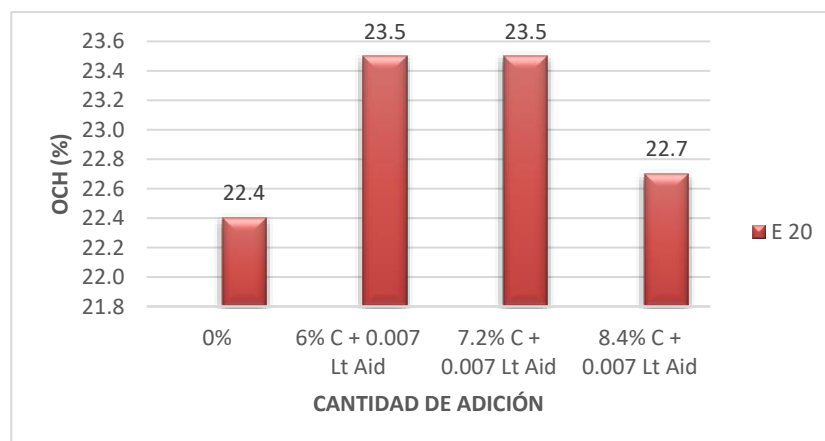
Tabla 30

Resultados de ensayos del suelo natural y estabilizado con cemento + aditivo Con-Aid

ENSAYOS	ESTUDIO	SUELO NATURAL	SUELO ESTABILIZADO "CEMENTO + ADITIVO CON-AID"		
		0%	6% C + 0.007 Lt Aid	7.2% C + 0.007 Lt Aid	8.4% C + 0.007 Lt Aid
OCH (%)	E 20	22.4	23.5	23.5	22.7
MDS (g/cm ³)		1.64	1.63	1.63	1.64
CBR al 95%		6.20	7.00	8.40	10.10
CBR al 100%		7.80	9.10	10.60	12.70

Figura 51

Resultados del OCH del suelo natural y estabilizado con cemento + aditivo Con-Aid

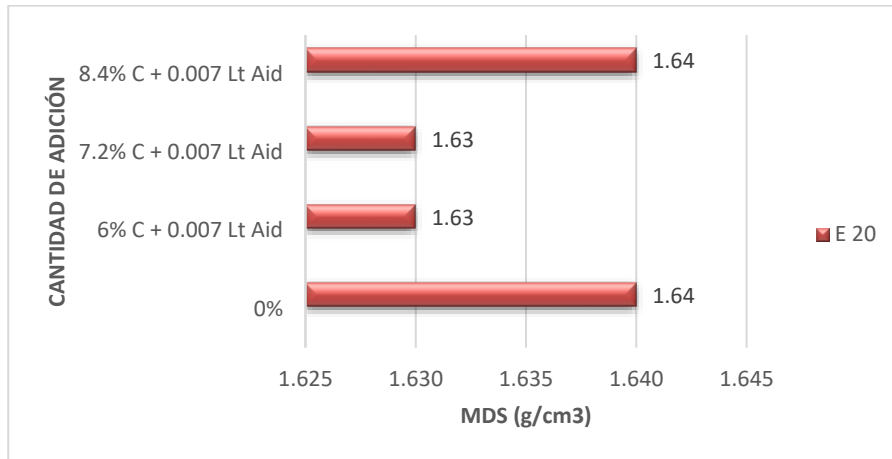


Se presentan los resultados del OCH, donde para un suelo natural se tiene 22.40% y para un suelo estabilizado con 6% de cemento + 0.007 Lt Aid un OCH de 23.50%, utilizando una

adición de 7.20% de cemento + 0.007 Lt Aid se obtuvo un OCH de 23.50% y para una adición de 8.4% de cemento + 0.007 Lt Aid se obtuvo un OCH de 22.70%.

Figura 52

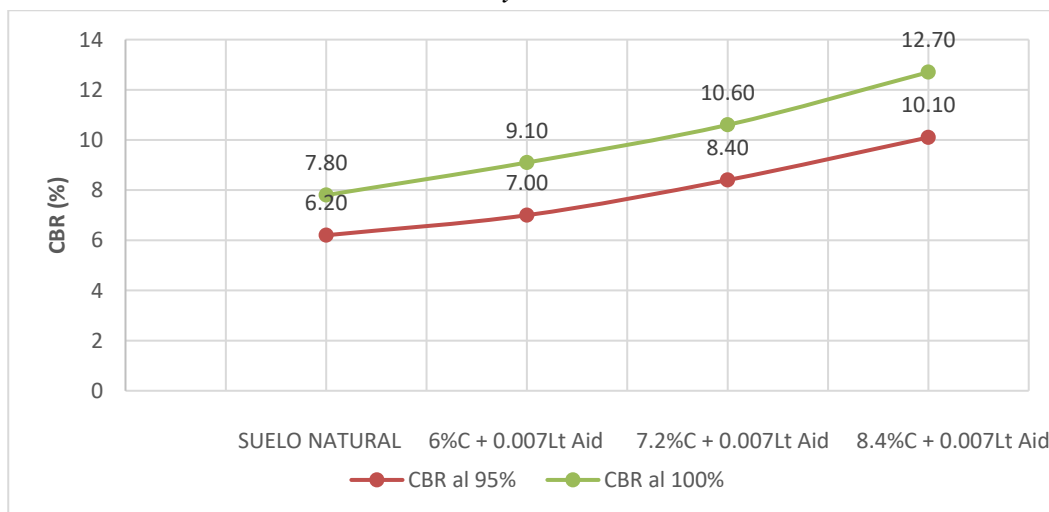
Resultados de la MDS del suelo natural y estabilizado con cemento + aditivo Con-Aid



Se presenta los resultados de la MDS, donde se tiene una MDS de 1.64 g/cm³, y para la adición del 6% de cemento + 0.007 Lt Aid una MDS de 1.63 g/cm³, utilizando una adición de 7.20% de cemento + 0.007 Lt Aid se obtuvo una MDS de 1.63 g/cm³ y para una adición de 8.4% de cemento + 0.007 Lt Aid se obtuvo una MDS de 1.64 g/cm³.

Figura 53

Resultados del CBR del suelo natural y estabilizado con cemento + aditivo Con-Aid



En la figura 53, se muestran los resultados de CBR al 95% y 100%, teniéndose que para el suelo en estado natural un CBR de 6.20% y 7.20%. Adicionándole el 6% de cemento + 0.007 Lt Aid se obtuvo un CBR de 7.0% y 9.10%, utilizando una adición de 7.20% de cemento + 0.007 Lt Aid se obtuvo un CBR de 8.40% y 10.60% y para una adición de 8.4% de cemento + 0.007 Lt Aid se obtuvo un CBR de 10.10% y 12.70%.

En los estudios E 16 y E 19 han utilizado dos o más productos para la estabilización de un mismo suelo, se presentan los resultados:

✚ Para los estabilizantes de “cemento y cal”

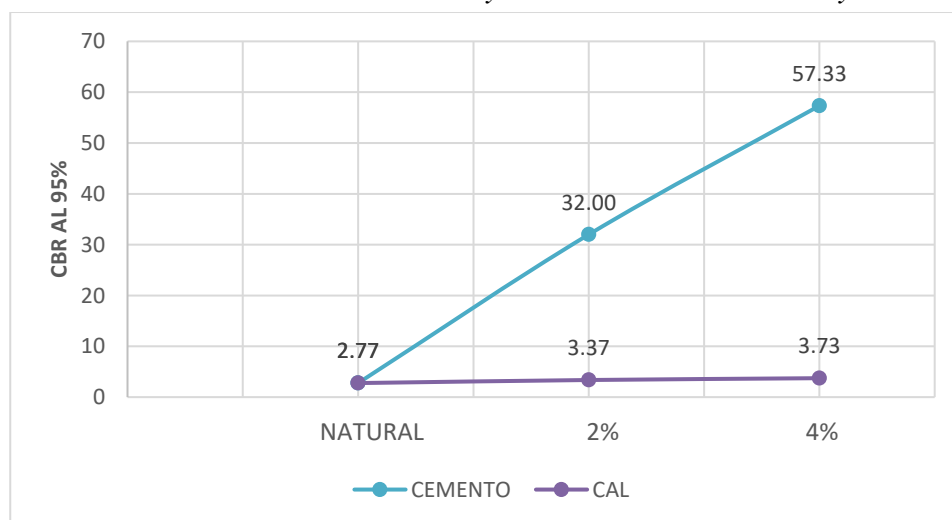
Tabla 31

Resultados de CBR del suelo natural y utilizando aditivos de cal y cemento

TIPO DE SUELO	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO		
	% DE ADICIÓN	0%	2%		4%
ESTABILIZANTE	NINGUNO	CEMENTO	CAL	CEMENTO	CAL
CBR al 95%	2.77	32.00	3.37	57.33	3.73

Figura 54

Resultados de CBR del suelo natural y utilizando aditivos de cal y cemento



En la figura 54, se muestran los resultados de CBR para el estudio E 19 que utiliza ambos productos por separado para estabilizar un mismo suelo, obtuvo que para un suelo en estado natural el CBR al 95% es de 2.77% y para la adición de 2% y 4% de cemento se obtuvo un CBR de 3.37% y 3.73% respectivamente; y para la adición de cal en el 2% y 4% se tuvo un CBR de 32.0% y 57.33% respectivamente.

✚ Para los estabilizantes de “cal, sal y Geoceldas”

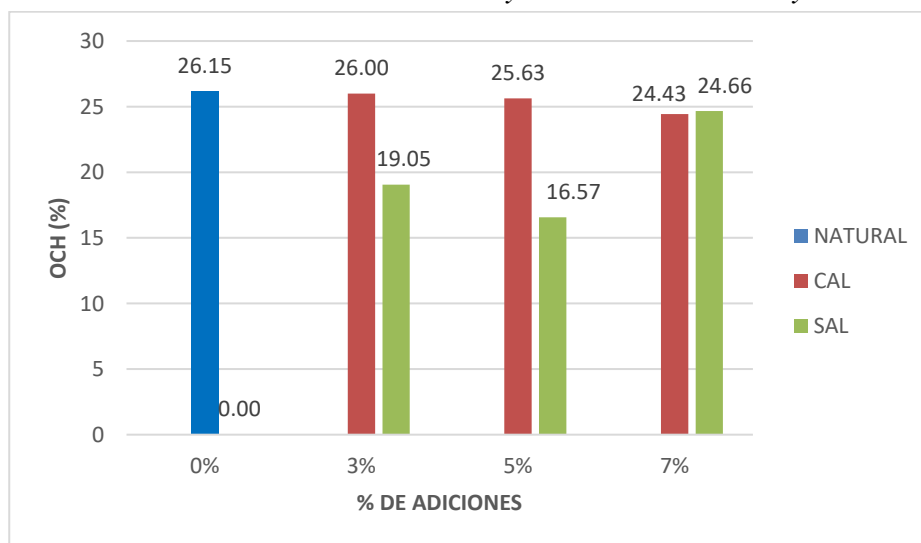
Tabla 32

Resultados de ensayos del suelo natural y estabilizado con cal y sal

TIPO DE SUELO	SUELO NATURAL	SUELO ESTABILIZADO						
	% DE ADICIÓN	0%	1%		5%		7%	
ESTABILIZANTE	NINGUNO	CAL	SAL	CAL	SAL	CAL	SAL	
ENSAYOS	OCH (%)	26.15	26.00	19.05	25.63	16.57	24.43	24.66
	MDS (g/cm ³)	1.48	1.50	1.57	1.53	1.63	1.52	1.56
	CBR al 95%	2.19			15.98	11.56		

Figura 55

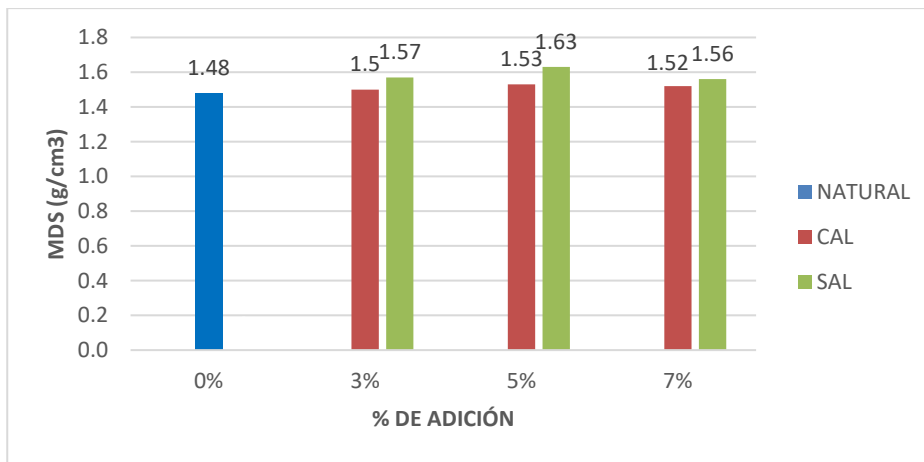
Resultados del OCH del suelo natural y estabilizado con cal y sal



En la figura 55, se presentan los resultados del OCH de 26.15% para suelo en estado natural y de 26.0%, 25.63% y 24.43% para la adición de cal en el 3%, 5% y 7% respectivamente; y para la adición de sal en los mismos porcentajes se tuvo un OCH de 19.05%, 16.57% y 24.66% respectivamente.

Figura 56

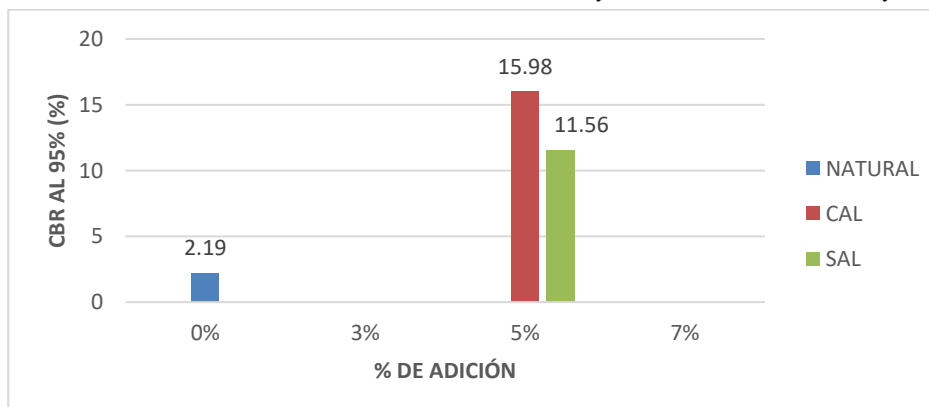
Resultados del MDS del suelo natural y estabilizado con cal y sal



Se presentan los resultados de la MDS de 1.48 g/cm³ para el suelo en estado natural y para la adición de cal en el 3%, 5% y 7% se tuvo una MDS de 1.50 g/cm³, 1.53 g/cm³, 1.52 g/cm³ respectivamente. Para la adición de sal en los mismos porcentajes se tuvo una MDS de 1.57 g/cm³, 1.63 g/cm³ y 1.56 g/cm³ respectivamente.

Figura 57

Resultados del CBR AL 95% del suelo natural y estabilizado con cal y sal



En la figura 57, se presentan los resultados de CBR al 95%, para el suelo en estado natural se obtuvo 2.19% y para la adición de cal en el 5% se tuvo un CBR de 15.98%. Para la adición de sal en el mismo porcentaje se tuvo un CBR de 11.56%.

métodos más utilizados y sus resultados más relevantes.

Tabla 33

Resultados Costo – Beneficio según estabilizante

Análisis de Costo - Beneficio	
	Costo por m³
Cal (óptimo 5.53%)	\$ 11,52
Sal (óptimo 4.90%)	\$ 7,13
Sistemas de Geoceldas	\$ 18,86

✚ Para la estabilización con “Cenizas Volantes + Cemento + Cal”

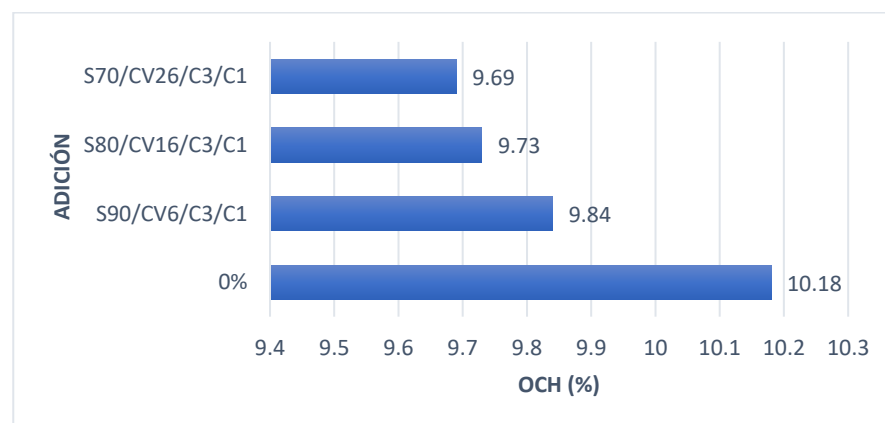
Tabla 34

Resultados de ensayos del suelo natural y estabilizado con Cenizas Volantes+Cemento+Cal

ENSAYOS	SUELO NATURAL	SUELO ESTABILIZADO "Cenizas Volantes + Cemento +Cal "		
	0%	S90/CV6/C3/C1	S80/CV16/C3/C1	S70/CV26/C3/C1
OCH (%)	10.18	9.84	9.73	9.69
MDS (g/cm3)	2.08	2.11	2.11	2.11
CBR al 95%	33.1	63.8	52.7	64.2
CBR al 100%	46.1	84.4	91.8	97.2

Figura 58

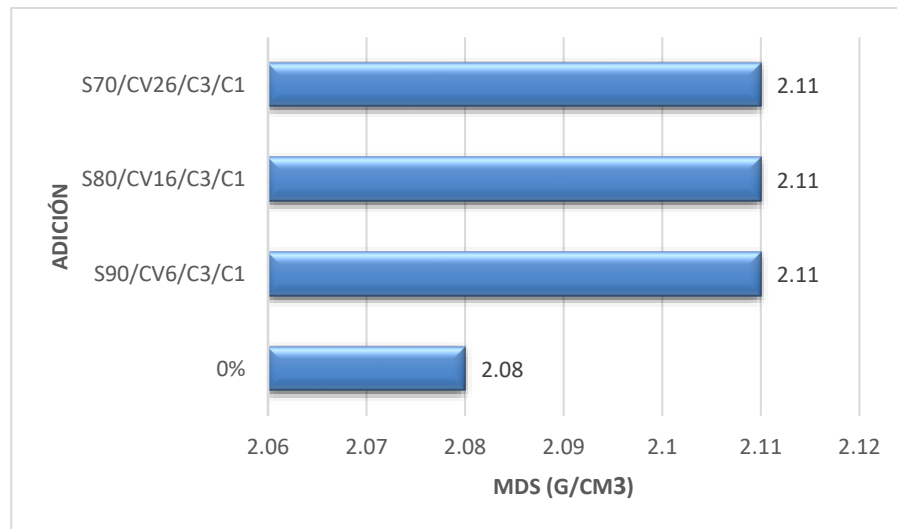
Resultados del OCH del suelo natural y estabilizado con Cenizas Volantes+Cemento+Cal



Se presentan los resultados del OCH para un suelo estabilizado con la mezcla de Cenizas Volantes + Cemento + Cal, donde se observa que para el suelo en estado natural se tiene un 10.18% de OCH; para la adición de S90/CV6/C3/C1 un 9.84% de OCH; para S80/CV16/C3/C1 un 9.73% de OCH; y para S70/CV26/C3/C1 se tiene un 9.69% de OCH.

Figura 59

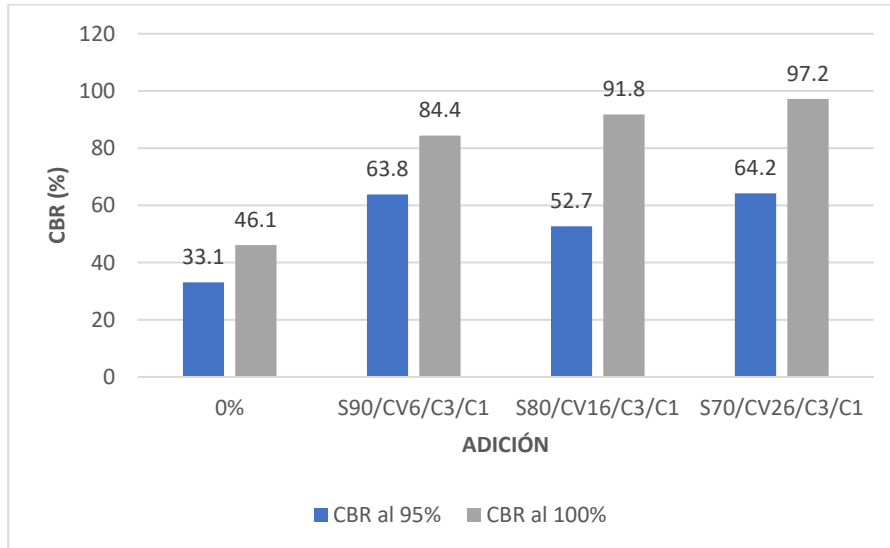
Resultados del MDS del suelo natural y estabilizado con Cenizas Volantes+Cemento+Cal



En la *Figura 59* se presentan los resultados del MDS para un suelo estabilizado con la mezcla de Cenizas Volantes + Cemento + Cal, donde se observa que para el suelo en estado natural se tiene un 2.08g/cm³ de MDS; para las adiciones de S90/CV6/C3/C1, S80/CV16/C3/C1 y S70/CV26/C3/C1 se tiene una MDS de 2.11 g/cm³.

Figura 60

Resultados deL CBR del suelo natural y estabilizado con Cenizas Volantes+Cemento+Cal



En cuanto a los resultados del CBR al 95% y 100% para un suelo estabilizado con la mezcla de Cenizas Volantes + Cemento + Cal se obtuvo que para el suelo en estado natural se tiene un CBR inicial de 33.1% y 46.10%; para la adición de S90/CV6/C3/C1 un CBR de 63.8% y 84.40%; para S80/CV16/C3/C1 los valores de 52.7% y 91.8%; y para S70/CV26/C3/C1 se tiene un CBR de 64.2% y 97.2%.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Esta investigación tiene como propósito caracterizar los tipos de estabilización de suelos utilizados para el mejoramiento de las propiedades físicas de la subrasante, en base a los estudios recopilados. De los cuales se compararán valores de los ensayos encontrados y distinguir la influencia del tipo de estabilizador en el suelo.

En la caracterización de los tipos de estabilización analizados en nuestra investigación, según la *Figura 7* encontramos seis grupos como son estabilización mecánica, estabilización por reemplazo de suelo conformando ambos por un 0% debido a que no se encontró ningún estudio con estos tipo de estabilización; 11 estudios que utilizan estabilización con productos conformando un 55%, 3 estudios utilizaron estabilización con aditivos representado por el 15%, también se encontró 2 estudios acerca de la estabilización con geosintéticos, 2 estudios que utilizan la combinación de productos, y 2 estudios donde se comparan la estabilización con dos o mas productos; dentro de ellos se han utilizado los estabilizadores como Aditivos, Arenas Asfálticas, Cal, Cemento, Cenizas de Bagazo de Caña de azúcar, Ceniza de Cáscara de Arroz, Cloruro de Calcio, Concha de Abanico Triturada, Escoria, Geomallas, y algunas de ellas que utilizan más de un estabilizador como Ceniza Volante, Cemento y Cal; Cal, Sal y Geoceldas; Cal y Cemento Portland; Cemento y Aditivo Con-Aid encontrados en la *Tabla 11*.

En la estabilización con cenizas, al analizar la *Tabla 18*, se identifica que el óptimo contenido de humedad (OCH) al adicionar ceniza de cáscara de arroz va disminuyendo a medida que aumenta el % de adición con respecto al suelo sin estabilizar; sin

embargo, al adicionar ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA), el OCH va aumentando mientras aumenta el % de adición respecto al OCH del suelo en estado natural. La máxima densidad seca (MDS) para suelos estabilizados con cenizas aumenta respecto al suelo natural a medida que se aumenta el porcentaje de adición. En cuanto al valor de la capacidad de soporte California Bearing Ratio (CBR al 100%) se evidencia en la *Figura 25* que éste va a aumentar o disminuir según el % de adición aplicado respecto al suelo natural; es así que para la adición de ceniza de cáscara de arroz se logra un mayor CBR con la adición del 20% aumentando el valor inicial de 8.0% a 13.80%. Además, tenemos que para la adición del 5% de CBCA se logra el mayor CBR aumentando de 1.89% a 22.50%, este valor va disminuyendo a medida que se incrementa el porcentaje de adición. Sin embargo, Rincón y Cortes en su investigación realizada el año 2020 al utilizar CBCA como estabilizante obtuvo que a medida que se aumentó el porcentaje de adición se evidenció una mejora notable de la capacidad de soporte California Bearing Ratio (C.B.R.), obteniendo el mejor resultado con la adición de 12 %.

Para la estabilización con cal en suelos arcillosos, según la *Figura 28* el más alto valor de CBR se obtiene utilizando el 5% de adición de cal logrando aumentar un CBR del suelo en estado natural del 1.17% a 54%; así mismo, en el estudio E 16 en la *Figura 57* observamos que se ha obtenido el óptimo % de adición correspondiente al 5% aumentando el CBR de 2.19% a 15.98%; contrastando con los resultados obtenidos por Rincón y Cortes en su investigación realizada el año 2020, quienes utilizaron CBCA y cal obtuvieron que al añadir los porcentajes de 2%, 5% y 8% de cal a un suelo previamente mezclado con CBCA, el mejor resultado obtenido es con el 5% de adición de cal llevando un CBR del 65% al 87%, corroborando así los resultados obtenidos en

la *Tabla 20* de nuestra investigación. Sin embargo, el MTC (2013), asegura que la experiencia americana ha demostrado que una estabilización con cal tiene excelentes resultados con los porcentajes de adición: en suelos altamente arcillosos para usarlos como capa granular superficial (5 a 10% de cal en peso) o como capa inferior (1 a 3% de cal en peso).

Se tiene la clasificación de suelos en la *Tabla 17* según el número de estudio, en el E 08 y E 10 tenemos un suelo arcilloso al cual se le ha añadido cemento portland; obteniendo según la *Tabla 20* que el OCH disminuye y la MDS aumenta con respecto al suelo natural; el CBR aumenta conforme se va aumentando el % de adición, teniendo un incremento del 17% en un CBR inicial de 4% a 21% con adición del 7% de cemento. Por otro lado, se evidencia que para un suelo arenoso utilizado en el E 18 al añadirle cemento el OCH disminuye con la adición del 4% y aumenta con las adiciones de 6% y 8%; la MDS varía mínimamente entre 1.88g/cm³ y 1.89g/cm³ según la adición utilizada; el CBR presenta incrementos de 22.60% a un 258% utilizando un 8% de adición.

Respecto al uso de aditivos en la estabilización de suelos se encontraron según los estudios analizados el uso de aditivos químicos, aditivo terrazyme y aditivos organosilanos. Según la *Tabla 21*, utilizando aditivos químicos se logra incrementar el CBR de un 6.90% al 109.80% utilizando 0.27 L/m³ de adición con un incremento del 102.90%; esto se corrobora tomando como referencia la investigación de Díez, Montes, & Caicedo en el año 2018, donde al utilizar productos químicos como estabilizante se logró un aumento mayor en los valores de resistencia desde 2 hasta 135 veces. Por otra parte, según la *Tabla 22* para el aditivo terrazyme el CBR de 5.90% a 6.60% con una adición de 30ml/m³, y para el uso de aditivos organosilanos con la adición de 1.5 kg/m³

se logra un incremento del CBR inicial de 5.53% al 43.36% el cual lo podemos observar en la *Tabla 23*.

En el uso de cloruro de calcio (sal) se encontró en la *Tabla 26* y la *Tabla 32*, en los estudios E 13 y E 16 se pueden observar que el OCH disminuye con respecto al suelo natural, la MDS aumenta respecto al suelo natural según el % de adición utilizado. En los resultados del CBR se observa que las cantidades de adición que generan un mayor incremento son la del 5% incrementando un CBR del 2.19% al 11.56% y con el 6% de adición se incrementa de 5.54% a un 9.63%.

En la estabilización con escoria aplicado aun suelo arcilloso según la *Figura 37*, *Figura 38* y *Figura 39* se tiene que el OCH disminuye, la MDS y el CBR se incrementan respecto al suelo natural a medida que se aumenta el % de adición. Para los valores de CBR se logra incrementos de un CBR inicial de 5.61% del suelo en estado natural a uno final del 70% con 40% de adición.

Para el estudio E 07, se utilizó concha de abanico triturada en la estabilización de un suelo arenoso de lo que se puede deducir según la *Figura 40*, *Figura 41* y *Figura 42* que para el 20% de adición el OCH aumenta; y disminuye para los demás porcentajes de adición y la MDS es mayor a la del suelo en estado natural; en cuanto al CBR se logra el mayor incremento del 70% con el 45% de adición, logrando pasar de un CBR inicial de 51% a uno del 121%. Sin embargo, en la investigación que realizaron Espinoza y Honores en el 2018, añadiendo el 20%, 25% y 30% de concha de abanico calcinadas con cenizas de carbón aplicados a un suelo arcilloso CL, los óptimos contenidos de humedad aumentaron entre 0.4% y 3.2% para todas las combinaciones; las máximas densidades secas de las combinaciones disminuyen entre 0.042 g/cm³ y

0.09 g/cm³ y el valor CBR incrementa entre 11.7% y 17% con respecto a la de suelo natural.

En el uso de geomallas como estabilizante en subrasantes se tiene los resultados de comparación de espesores según la *Tabla 28* y la *Tabla 29* donde el diseño inicial del pavimento nos solicita una subrasante de 40cm, una subbase de 15 cm y una base de 15 cm y al utilizar geomallas biaxiales del tipo MacGRID – EGB 20 es necesario una subbase de 27.50 cm y una base de 15 cm; para el tipo MacGRID – EGB 30 se diseñara un pavimento con una subbase de 22.50cm y una base de 15 cm. Por otro lado, se tiene el uso de geomallas multiaxiales; las geomallas TX 140 reducen el espesor de la subrasante inicial de 54 cm a una de 25 cm y la geomalla del tipo TX 160 del mismo espesor inicial a una subrasante de 15 cm. Se corrobora la reducción de los espesores de capa al utilizar la geomalla triaxial TX 160 en la investigación realizada por Novoa en el 2017 donde se tuvo que el espesor total de un pavimento flexible sin considerar la geomalla fue de 50cm, con una carpeta asfáltica de 10cm, una base granular de 15cm y una sub-base granular de 25cm. Mientras que, el empleo de la geomalla triaxial, como material de refuerzo, permitió reducir el espesor del pavimento flexible a 27.5cm, conformado solo por una carpeta asfáltica de 10cm y una base granular de 17.5cm. Esta reducción de espesor representó una reducción de un 45% en el espesor total del pavimento.

En los estudios analizados se encontró la estabilización por combinación de productos en el cual se utilizó la adición de cemento más el aditivo Con-Aid, según la *Tabla 30* se tiene que el OCH aumenta con la adición del estabilizante y la MDS no solo disminuye sino que también se mantiene con la adición 8.4%C + 0.007Lt Aid, con respecto al CBR aumenta a medida que se incrementa el % de cemento en la adición

y se logra un incremento mayor del CBR con la adición de 8.40% de cemento + 0.007 Lt Aid de un CBR en estado natural del suelo del 6.20% a uno del 10.10%.

Se encontró además, en el estudio E 14 el uso de arenas asfálticas como estabilizante y según la *Tabla 27* se deduce que para el 10% el OCH aumenta con respecto al suelo natural y para las demás adiciones este disminuye según aumenta el % de adición, la MDS va incrementado a medida que incrementa el % de adición y con respecto al CBR no se logra aumentar el valor del CBR en estado natural del suelo con todos los porcentajes de adición propuestos, pero el mejor incremento se logra con el 50% de arenas asfálticas incrementando de un 11.60% a un 15.85%.

Tenemos la estabilización con la mezcla de Cenizas Volantes + Cemento + Cal, en la *Tabla 34* se observa que a medida que se incrementa el porcentaje de adición de las cenizas volantes el OCH va disminuyendo, sucede además que con las 3 adiciones utilizadas la MDS se mantiene en el valor de 2.11g/cm^3 y con respecto a los valores del CBR al 95% Y 100% y con la combinación de S70/CV26/C3/C1 se pasa de un valor de 33.1% a 64.2% y de 46.1% a 97.2% respectivamente.

Basándose en el análisis de los resultados obtenidos, se infiere que la hipótesis se valida, puesto que, al utilizar cualquier tipo de estabilizador se logra modificar el valor del CBR (Capacidad de Soporte California Bearing Ratio), consecuentemente en la mayoría de los casos se obtiene un incremento de las propiedades físicas del suelo, siempre y cuando se utilicen los porcentajes de adición correctos.

Al analizar las investigaciones elegidas una de las principales dificultades encontradas es que, cada investigación utiliza su propia metodología y por ende no todas analizan los parámetros que se han elegido comparar, para ello se tuvo que adaptar nuestros formatos de recolección de datos solo con los resultados encontrados de algunos

ensayos. A esto se le añade que al pasar por una pandemia no se puede realizar la investigación de manera experimental y comprobar de manera fehaciente los resultados de los ensayos que se requieren para proporcionar un óptimo tipo de estabilización aplicado a un mismo suelo; sin embargo, se ha optado por realizar una investigación descriptiva que de manera distinta, pero igual de importante nos permite enfocar nuestra investigación.

La estabilización de suelos es muy extensa y versátil debido a que con el pasar del tiempo se va incorporando nuevas posibilidades de usar uno u otro tipo de estabilizador e incluso realizar combinaciones, de tal manera que, esto implicará se siga investigando sobre el tema con tal de permitir el empleo de uno de estos, mejorarlos y adaptarlos según el entorno; esto se traduce en la necesidad de articular un enfoque donde se reformulen los planteamientos factibles y económicos con el uso de nuevas teorías que mejor nos acerquen a realizar proyectos de calidad.

Tal es el caso que, se recomienda que se pueda realizar una investigación experimental teniendo como referencia la presentada, basándose en utilizar diferentes tipos de estabilización y obtener resultados para un mismo suelo, analizando además, la diferencia de costos al utilizar uno u otro tipo de estabilizador. Puesto que, las investigaciones revisadas han sido aplicadas en diferentes condiciones de clima, suelo, lugar, etc. y no se puede obtener porcentajes concisos de cuanto varía el aumento de las propiedades, para luego elegir el estabilizante más óptimo en un proyecto.

Se recomienda también que antes de realizar una investigación tipo descriptiva con similitud a la presentada, se debe revisar antes investigaciones referentes al tema y elaborar las fichas resumen y fichas de recolección de datos; y posteriormente elegir

las investigaciones a utilizar; en vista de que no todas cuentan con los parámetros que se desean analizar y en base a las fichas se puede ir descartando las investigaciones que no presenten los resultados requeridos.

El propósito final de esta investigación es brindar una propuesta con el tipo de estabilización más utilizada, y con el estabilizador que logre un mayor incremento del CBR en base a los resultados obtenidos. En la Tabla 10, se logra apreciar que el tipo de estabilización más utilizada es la estabilización con productos; pero dentro de esta se ha elegido los estabilizantes aplicados a suelos arcillosos. Esta propuesta se puede evidenciar en el *Anexo 5*.

4.2. Conclusiones

- Se logró caracterizar los tipos de estabilización de suelos encontrados a nivel de subrasante. En las 20 investigaciones elegidas, se obtuvieron resultados en los siguientes tipos de estabilización: Estabilización con productos, estabilización con aditivos, estabilización con geo-sintéticos (geomallas), y con la combinación de dos o más estabilizadores.
- Se concluye que, al comparar los valores de los ensayos requeridos para analizar las propiedades del suelo y la capacidad de soporte California Bearing Ratio (CBR), y teniendo en cuenta que para que un suelo sea utilizado como subrasante según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013), debe tener un CBR mayor al 6%, cualquier tipo de estabilizador utilizado en los porcentajes correctos generaran un suelo en condiciones de resistencia a cortante óptimas para ser utilizado en subrasante, validando así la hipótesis establecida con los siguientes resultados; al utilizar cemento como estabilizador en un suelo

arenoso se ha obtenido un de un CBR en estado natural de 22.60% uno de 258.00%, así mismo pasa con la cal que logra pasar de un CBR de 1.17% a uno de 54% para un suelo arcilloso; también el uso de aditivos químicos logra el aumento del CBR de 6.90% hasta 109.80% en un suelo arcilloso, lo mismo pasa con los demás estabilizantes.

- Se logró elaborar una propuesta según los tipos de estabilización más utilizados y con mejor comportamiento para ser utilizados en subrasantes, considerando todos los estudios recopilados, la cual se puede evidenciar en el *Anexo 5* donde se han seleccionado dos estabilizantes que son el cemento y la cal por cumplir con la aplicación a suelos arcillosos, tener los menores porcentajes de adición, ser accesibles y lograr un incremento favorable en la capacidad de Soporte California Bearing Ratio (CBR).


REFERENCIAS

- Araujo Navarro, W. (2014). *Ecuaciones de Correlación del CBR con Propiedades Índice de Suelos para la Ciudad de Piura*. Piura - Perú: Repositorio Insitucional PIRHUA.
- Cárdenas Carpio, P. A. (2014). *Diseño de pavimentos y análisis económico de la calle paseo tres de noviembre y de la calle colombia, de la ciudad de cuenca*. Cuenca-Ecuador .
- Ccoillo Inca, I. (2017). *Comportamiento de la subrasante de suelos con adición de escoria en pavimentos flexibles de la Universidad Agraria la Molina – 2016* . Lima-Perú.
- Chirinos Quispe, J. C. (2016). *Efecto de la Energía de Compactación en la Densidad Seca Máxima y Contenido Óptimo de Humedad del Suelo Granular de la Cantera El Gavilán, 2015* . Cajamarca - Perú: Universidad Privada del Norte.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México - Limusa: Noriega Editores.
- Díaz Vásquez, F. (2018). *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martin – Lonya Grande, Amazonas 2018*. Lima-Perú.
- Díez, I., Montes, O., & Caicedo, B. (2018). Estabilización de Subrasantes con Productos Químicos . *Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.*, 1.
- Escario Ubarri, V. (1981). *Terraplenes y Pedraplenes: estado actual de la técnica*. Madrid .
- Espinoza Eusebio, T. D., & Honores Tantalean, G. F. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbon con fines de pavimentación*. Chimbote-Perú.
- Fernández Gálvez, H. W. (2017). *EFEECTO DEL ADITIVO TERRAZYME EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS DE SUBRASANTES EN LA ZONA DE EXPANSION DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA* . Cajamarca-Perú.
- Hernández Lara , J. A., Mejía Ramírez, D. R., & Zelaya Amaya, C. E. (2016). *PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR*. El Salvador.
- Infinitia Reseach. (2020). Caracterización de materiales principales técnicas empleadas.
- Leite Silveira, V., Rodrigues Gimarães, A. C., & Dias Castro, C. (2019). Estudio da aplicação da cinza de caldeira a coque nas camadas de base e sub-base de pavimentos . *Revista transportes*, 195.
- Martinez Chávez, E. (2019). *ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS CON ADITIVO ÓRGANOSILANOS A NIVEL DE SUBRASANTE*. Huancayo-Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *MANUAL DE CARRETERAS: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN EG-2013*. Lima-Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *MANUAL DE CARRETERAS: SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS*. Lima-Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2012). *CE.020 Estabilización de Suelos y Taludes*. Lima - Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2013). *NORMA E.050: SUELOS Y CIMENTACIONES* . Perú.
- Moale Quispe, A. B., & Rivera Justo, E. J. (2019). *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica*. Lima-Perú.
- Novoa Fernández, L. (2017). *Aplicación de la Geomalla Triaxial para mejorar la estabilización de suelos blandos en la avenida Trapiche Chillón, Carabayllo – 2017*. Lima-Perú.
- Ocas de la Cruz, J. L. (2013). *Influencia de la Energía de Compactación en el Óptimo Contenido de Humedad y la Máxima Densidad Seca en los Suelos Granulares*. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.


- Pérez Valcárcel, J. (2014). *Introducción a la Mecánica del Suelo*. España: Universidad de Coruña.
- Ponce Crispín, D. K. (2018). *USO DEL CLORURO DE CALCIO PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA AVENIDA CCORIPACCHA - PUYHUAN GRANDE – HUANCVELICA*. Huancavelica-Perú.
- Rincón Hernández , L. P., & Cortes Roa, A. A. (2020). *Análisis de la resistencia a la compresión inconfiada y CBR de un afirmado estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal*. Bogotá D.C.
- Rosetti, R. C., & Begliardo, H. F. (2005). *Generalidades sobre Compactación de Suelos*. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional .
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León , J., & Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo* . Montevideo-Uruguay.
- Sánchez Sabogal , F. (2008). *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. Colombia: Instituto Nacional de Vías.
- Santa Cruz Marín, J. D. (2019). *Determinación del espesor de mejoramiento de subrasante con presencia de suelos blandos* . Lima-Perú.
- Serrano Rodriguez , E. J., & Padilla González, E. A. (2019). Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados. *Revista Ingeniería Solidaria*, 4.
- Silva Arce, M. A. (2016). *MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TIPO TX140 Y TX160, APLICADO A UN TRAMO DE LA CALLE ALEMANIA – LA MOLINA - CAJAMARCA 2016*. Cajamarca -Peru.
- Terrones Cruz, A. T. (2018). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL SECTOR BARRAZA, TRUJILLO – 2018*. Trujillo-Peru: Repositorio Universidad Privada del Norte.
- Velásquez Pereyra, C. (2018). *INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA DINAMARCA, SECTOR LA MOLINA*. Cajamarca-Perú.

ANEXOS

ANEXO 1: Ficha Resumen

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA RESUMEN			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO FECHA DE REGISTRO
ESTUDIO N°	<input type="text"/>	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="text"/> ARTÍCULO CIENTÍFICO <input type="text"/> TESIS
AÑO DE PUBLICACIÓN:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 2015 2016 2017 2018 2019		
TÍTULO:	<input type="text"/>		
AUTOR(ES):	<input type="text"/>		
RESUMEN:	<input type="text"/>		
OBJETIVO GENERAL:	<input type="text"/>		
METODOLOGÍA:	<input type="text"/>		
HIPÓTESIS:	<input type="text"/>		
PROCEDIMIENTO:	<input type="text"/>		
CONCLUSIONES:	<input type="text"/>		
AUTOR		ASESOR	
FIRMA:	<input type="text"/>		
FIRMA:	<input type="text"/>		
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:	<input type="text"/>	FECHA:	<input type="text"/>

ANEXO 2: Ficha de recolección de datos

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS		
	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO
		FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N°: TÍTULO:

TIPO DE SUELO: TIPO DE ESTABILIZACIÓN: ESTABILIZADOR

PROCESO:

FISICO QUÍMICO

PORCENTAJES DE ADICIÓN: / TIPO:

LUGAR DE APLICACIÓN:

PROFUNDIDAD DE CALICATA: m

NUMERO DE MUESTRAS:

RESULTADOS:

ENSAYOS	SUELO NATURAL	
	CALICATA 1	CALICATA 2
Gravas (%)		
Arenas (%)		
Limos y arcilla (%)		
Humedad (%)		
Clasificación SUCS		
Clasificación AASHTO		
Límite Líquido (%)		
Límite Plástico (%)		

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO			
OCH (%)						
MDS (g/cm3)						
CBR al 95%						
CBR al 100%						

AUTOR	ASESOR
FIRMA:	FIRMA:
NOMBRE: BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE: ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:	FECHA:

ANEXO 3: FICHAS RESUMEN

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA RESUMEN			
TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021		
TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
		FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N° CIENTÍFICO	1	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ARTÍCULO
			X	TESIS

AÑO DE PUBLICACIÓN:

2015	2016	2017	X	2018	2019
------	------	------	---	------	------

TÍTULO: **AUTOR(ES):**

Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018	Díaz Vásquez, Fernando
---	------------------------

RESUMEN:

Busca la evaluación del efecto que tiene el uso de la ceniza de cascará de arroz en la resistencia mecánica de la subrasante del suelo. La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo, pues el estudio de la subrasante del suelo se hizo mediante la medición de una serie de indicadores tales como la granulometría de la subrasante, límites de Atterberg, Proctor modificado y el cálculo de su capacidad de soporte (CBR).

OBJETIVO GENERAL:

Analizar si la ceniza de cáscara de arroz puede aportar en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018.

METODOLOGÍA:

Se establece que para el siguiente proyecto el tipo de investigación es aplicada, puesto que en este se realizaran estudios experimentales para analizar y dar conclusiones a los problemas planteados. En este tipo de investigación, el diseño de investigación es experimental, ya que se va a manipular mi variable independiente que es la ceniza de cascará de arroz en porcentajes, con el fin que modifique mi variable dependiente que viene a ser la subrasante del suelo.

HIPÓTESIS:

El mejoramiento de la subrasante puede establecerse mediante la aplicación de ceniza de cascará de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018.


PROCEDIMIENTO:


El investigador observara y analizara de manera directa cualquier hecho o suceso suscitado en el laboratorio de mecánica de suelos, en donde se tiene como primordial propósito, la obtención y la acumulación de los datos según las normas de los ensayos a realizar, tanto para suelo estabilizado y sin estabilizar utilizando los estudios de mecánica de suelos, los cuales se efectuarán en un laboratorio debidamente certificado. Al final se procesó resultados.

CONCLUSIONES:

El valor CBR aumenta para la combinación planteada; incrementando el valor de CBR al 100% de la máxima densidad seca del Proctor modificado de 9.7% hasta 15.2%. Aumento de la densidad seca máxima hasta la adición del 20 % de ceniza de cascará de arroz y después de este porcentaje la máxima densidad seca disminuyo.

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA RESUMEN			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO
			FECHA DE REGISTRO
ESTUDIO N° CIENTÍFICO	<input type="text" value="2"/>	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="text" value="X"/> ARTÍCULO <input type="text"/> TESIS
AÑO DE PUBLICACIÓN:	<input type="text" value="2015"/> <input type="text" value="2016"/> <input type="text" value="2017"/> <input checked="" type="text" value="2018"/> <input type="text" value="2019"/>		
TÍTULO:	AUTOR(ES):		
Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018.		Br. Andrea Thatiana Terrones Cruz	
RESUMEN:	<p>El presente trabajo consiste en la estabilización de un suelo arcilloso – limoso presente en la vía de acceso al Sector Barraza mediante la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar, en diferentes porcentajes (5%, 10% y 15% con respecto al suelo seco), la cual fue obtenida de la empresa Agroindustrial Laredo.</p>		
OBJETIVO GENERAL:	<p>Determinar la influencia de la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de 5%, 10% y 15% en peso de suelo seco en la estabilización de suelos arcillosos en el sector Barraza, Trujillo – 2018.</p>		
METODOLOGÍA:	<p>En la investigación se incluyó la administración de pre pruebas a los grupos que componen el experimento: las probetas de suelos sin y con la adición de cenizas de bagazo de caña de azúcar. Las muestras de suelos fueron atribuidas al azar al grupo control o experimental para poder garantizar el sesgo estadístico, posteriormente se les administra de manera simultánea la pre pruebas (Ensayos de laboratorio), un grupo recibe el tratamiento experimental y otro no (adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar); y por último se les administra una post prueba (Ensayos de laboratorio).</p>		
HIPÓTESIS:	<p>La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en la estabilización de suelos arcillosos para uso como subrasante mejorada en el Sector Barraza, Trujillo – 2018.</p>		
PROCEDIMIENTO:	<p>1. En el muestreo y obtención del material, se procedió a realizar 05 calicatas cada 700 m. 2. Se hizo el trámite para la obtención de la ceniza de bagazo de caña. 3. Mediante ensayos de laboratorio se realizó la caracterización del suelo sin y con la adición de ceniza. 4. Se realizó la interpretación de resultados.</p>		
CONCLUSIONES:	<p>La muestra patrón cuenta con una máxima resistencia a la compresión que oscila entre 13.76 kPa. y 13.96 kPa., mientras que con una adición de 5% de CBCA presenta una máxima resistencia a la compresión que oscila entre 33.62 kPa. y 33.84 kPa., con una adición de 10% de CBCA presenta una máxima resistencia a la compresión que oscila entre 77.91 kPa. y 80.11 kPa. Con la adición del 15% de CBCA se notan mejores resultados en la capacidad de soporte</p>		
AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
FICHA RESUMEN				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021		
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
				FECHA DE REGISTRO
ESTUDIO N° CIENTÍFICO	<input type="text" value="3"/>	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="text"/> <input checked="" type="checkbox"/> ARTÍCULO <input type="checkbox"/> TESIS	
AÑO DE PUBLICACIÓN:	<input type="text" value="2015"/> <input type="text" value="2016"/> <input type="text" value="2017"/> <input checked="" type="text" value="2018"/> <input type="text" value="2019"/>			
TÍTULO:	AUTOR(ES):			
Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018		Bach. Paola Emperatriz Castillo Briceno		
RESUMEN:	Se analizaron las ventajas que se obtienen al estabilizar suelos cohesivos entre los sectores Calamarca y Huaso con el aditivo químico PROES más cemento Portland para usarlo como subrasante mejorada de pavimentos es de tipo experimental puro, pues se manipuló la dosificación del aditivo PROES hasta determinar el óptimo porcentaje para obtener el máximo CBR.			
OBJETIVO GENERAL:	Determinar la influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018.			
METODOLOGÍA:	Se considera que el estudio es una investigación experimental, se entiende por diseño experimental como el proceso de planear un experimento, para esto es necesario tomar los datos apropiados con la mayor realidad posible, para luego analizarlos mediante métodos estadísticos que provoquen conclusiones válidas y objetivas.			
HIPÓTESIS:	La aplicación de aditivos químicos en las cantidades óptimas influye positivamente en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018.			
PROCEDIMIENTO:	Para la caracterización del material existente, el muestreo consistió en realizar calicatas por cada Kilómetro de carretera, a una profundidad de 1.50 metros. El material extraído se colocó en sacos para posteriormente trasladarlas al laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte. Ahí el material fue analizado a través de diferentes ensayos para ser caracterizado.			
CONCLUSIONES:	El aditivo PROES mejora las propiedades mecánicas del suelo con la dosificación de 0.27 L/m ³ de aditivo líquido PROES y 45 Kg/m ³ de cemento Portland. De los ensayos de Proctor Modificado, se obtuvo una densidad seca máxima entre 1.365 gr/cm ³ a 1.720 gr/cm ³ , bajo una humedad óptima de 14% a 20% y con la adición del aditivo se obtuvo una densidad seca máxima entre 1.523 gr/cm ³ a 1.881 gr/cm ³ , bajo una humedad óptima de 16% a 22.9% los cuales son parámetros que garantizan alcanzar las propiedades óptimas buscadas.			
AUTOR		ASESOR		
FIRMA:		FIRMA:		
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO	
FECHA:		FECHA:		

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
FICHA RESUMEN				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021		
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
				FECHA DE REGISTRO
ESTUDIO N° CIENTÍFICO	4	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="checkbox"/> ARTÍCULO <input checked="" type="checkbox"/> TESIS	
AÑO DE PUBLICACIÓN:	<input type="checkbox"/> 2015 <input checked="" type="checkbox"/> 2016 <input type="checkbox"/> 2017 <input type="checkbox"/> 2018 <input type="checkbox"/> 2019			
TÍTULO:	AUTOR(ES):			
Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de El Salvador.		Hernández Lara, Josué Arístides Mejía Ramírez, David Remberto Zelaya Amaya, César Eduardo		
RESUMEN:				
Esta investigación estará enfocada en el estudio de la estabilización de suelos arcillosos con cal, para ser utilizado como capa subrasante de pavimentos rígidos, ya que de la calidad de esta capa depende en gran parte el espesor que debe tener un pavimento. La función de la subrasante es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además de considerarse la cimentación del pavimento. Entre mejor calidad se tenga en esta capa el espesor del pavimento será más reducido y habrá un ahorro en costos sin mermar la calidad.				
OBJETIVO GENERAL:				
Esta investigación estará enfocada en el estudio de la estabilización de suelos arcillosos con cal, para ser utilizado como capa subrasante de pavimentos rígidos, ya que de la calidad de esta capa depende en gran parte el espesor que debe tener un pavimento. La función de la subrasante es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además de considerarse la cimentación del pavimento. Entre mejor calidad se tenga en esta capa el espesor del pavimento será más reducido y habrá un ahorro en costos sin mermar la calidad.				
METODOLOGÍA:				
La investigación elaborará un documento que haga una recopilación de resultados de laboratorios actualizados y que brinde una alternativa de solución a suelos arcillosos para ser estabilizados con cal y que cumpla con las condiciones apropiadas para su utilización como subrasante de pavimentos rígidos. Además, por medio de los resultados de laboratorio se sabrá qué propiedades mecánicas del suelo arcilloso mejoran y así poder elegir el diseño vial adecuado, también ayudar a reducir el impacto ambiental al no tener que explotar bancos de suelos de otros sitios.				
PROCEDIMIENTO:				
El procedimiento de diseño normal es suponer un espesor de pavimento e iniciar a realizar tanteos, con el espesor supuesto calcular los ejes equivalentes y posteriormente evaluar todos los factores adicionales de diseño, si se cumple en equilibrio en la ecuación el espesor supuesto es resultado del problema, de lo contrario de debe de seguir haciendo tanteos				
CONCLUSIONES:				
Se debe añadir 5% de cal en peso al suelo en su estado natural ya que de este modo se logra aumentar su valor de soporte de 1.93% al 54.00%. Confirmando así que el material con suelo-cal al 5% es factible para formar parte de la capa subrasante. La adición de cal reduce el índice de plasticidad de 45% a 0% y además reduce su hinchamiento en un 88% de acuerdo a la consolidación unidimensional.				
AUTOR		ASESOR		
FIRMA:		FIRMA:		
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO	
FECHA:		FECHA:		

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA													
FICHA RESUMEN													
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021											
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO									
		FECHA DE REGISTRO											
ESTUDIO N° CIENTÍFICO	5	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="checkbox"/> ARTÍCULO <input checked="" type="checkbox"/> TESIS										
AÑO DE PUBLICACIÓN:	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> <td>2018</td> <td>2019</td> </tr> </table>					X			2015	2016	2017	2018	2019
		X											
2015	2016	2017	2018	2019									
TÍTULO:	AUTOR(ES):												
Comportamiento de la subrasante de suelos con adición de escoria en pavimentos flexibles de la Universidad Agraria la Molina – 2016.		Illary Ccoillo Inca											
RESUMEN:													
Se propone la evaluación de deformaciones, diseño y resistencia de tal manera se define los suelos con adición de escoria de altos hornos, señala la necesidad de control de cantidad incrementada de escoria de altos hornos, características físicas del suelo, características mecánicas de los suelos. La metodología científica de la investigación fue de tipo aplicada, nivel correlacional, y diseño Cuasi Experimental – con post test y grupos intactos.													
OBJETIVO GENERAL:													
Determinar cómo los suelos con adición de escoria de altos hornos influirán en el comportamiento de la subrasante en pavimentos flexibles de la Universidad Agraria la Molina en el 2016.													
METODOLOGÍA:													
Se aplico el método científico definido como el conjunto de estrategias y procedimientos metódicamente secuenciales que tiene como objetivo la comprobación empírica de un planteamiento (hipótesis) y que permitirá la interpretación de la realidad; sin embargo, sus conclusiones no pueden tomarse como una verdad absoluta. También se emplea un diseño Cuasi Experimental – con post test y grupos intactos. Porque se evaluará los fenómenos manipulados por una de las variables en el laboratorio.													
HIPÓTESIS:													
Los suelos con adición de escoria de altos hornos influyen en el comportamiento de la subrasante en pavimentos flexibles de la Universidad Agraria la Molina en el 2016.													
PROCEDIMIENTO:													
El trabajo de investigación consistió en realizar diferentes ensayos de mecánica de suelo según las normas del Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC) y la norma internacional American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Así mismo se empleó el programa Excel y SPSS para el análisis de la estadística descriptiva y los planos se generaron mediante el programa CIVIL 3D.													
CONCLUSIONES:													
Cada porcentaje propuesto de escoria de 10%, 20%, 30% y 40% en el suelo, se comprueba el aumento de la Máxima Densidad y disminuye el Óptimo Contenido de Humedad del Proctor Modificado. De tal forma se concluye que hay un incremento del índice CBR de 48.43% en 1" al 95% de la máxima densidad seca, así mismo se comprobó la disminución del porcentaje de expansión a 54.69% al adicionar 30% de escoria de arco eléctrico.													
AUTOR		ASESOR											
FIRMA:		FIRMA:											
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO										
FECHA:		FECHA:											

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
FICHA RESUMEN				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021		
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
			FECHA DE REGISTRO	
ESTUDIO N° CIENTÍFICO	<input type="text" value="6"/>	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="checkbox"/> ARTÍCULO <input checked="" type="checkbox"/> TESIS	
AÑO DE PUBLICACIÓN:	<input type="text" value="2015"/> <input checked="" type="text" value="2016"/> <input type="text" value="2017"/> <input type="text" value="2018"/> <input type="text" value="2019"/>			
TÍTULO:	Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo TX140 y TX160, aplicado a un tramo de la calle Alemania – La Molina - Cajamarca 2016.		AUTOR(ES): Silva Arce Mayra Ayllen	
RESUMEN:	<p>La presente tesis está orientada a mostrar técnicas distintas a las convencionales en el mejoramiento de la subrasante en vías de acceso, en zonas donde los suelos son blandos y de mala calidad, mediante el uso de geomallas multiaxiales para la estabilización de suelos. Se muestra el diseño de subrasante con y sin geomalla multiaxial tomando como ámbito de aplicación un tramo de la calle Alemania – La molina - Cajamarca, cuyo suelo es del tipo limo arcilloso (CL), con valores de CBR de 2.5% y con presencia de agua.</p>			
OBJETIVO GENERAL:	<p>Evaluar el mejoramiento de la subrasante con geomalla multiaxial tipo TX140 y TX160 en un tramo de la calle Alemania – La molina – Cajamarca.</p>			
METODOLOGÍA:	<p>La presente tesis es una investigación del tipo descriptiva, puesto que se hará una evaluación mediante: registros, análisis e interpretación de los datos recolectados de campo, laboratorio y documentos oficiales con la finalidad de lograr establecer procedimientos de diseño de subrasante con y sin refuerzo. La investigación descriptiva comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o proceso de los fenómenos.</p>			
HIPÓTESIS:	<p>La utilización de geomallas multiaxiales tipo TX140 y TX160, mejora la subrasante de la calle Alemania – La molina – Cajamarca, en un 54% y 72% respectivamente.</p>			
PROCEDIMIENTO:	<p>El procesamiento de datos implica un agrupamiento de los mismos, en unidades coherentes. Se procesó los datos mediante tablas, cuadros y gráficos, utilizando hojas de cálculo en el programa excel (ensayos para clasificación de suelos, Proctor modificado, CBR), para luego realizar el diseño de la subrasante con y sin geomallas multiaxiales con ayuda del software Spectra Pave 4.0 versión educacional. Se generó los planos de ubicación, planta, perfil longitudinal y secciones con el software AutoCad.</p>			
CONCLUSIONES:	<p>Las geomallas multiaxiales tipo TX140 y TX160, sí logran mejorar la subrasante en un tramo de la calle Alemania – La molina – Cajamarca, en un promedio de 63%, el cual está dentro del rango de mejora (46% a 92%). De los ensayos de California Bearing Ratio (CBR) realizados en laboratorio se obtuvieron valores promedio de 3.28% para 0.1" y 2.51% para 0.2", considerándose el 95 percentil, en base al tráfico que circulará por el pavimento, representando así un valor de 2.50%.</p>			
AUTOR		ASESOR		
FIRMA:		FIRMA:		
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO	
FECHA:		FECHA:		

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA RESUMEN			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR
		FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N° CIENTÍFICO **TIPO DE ESTUDIO:** **ARTÍCULO**
 TESIS

AÑO DE PUBLICACIÓN:

X				
2015	2016	2017	2018	2019

TÍTULO: **AUTOR(ES):**

RESUMEN:

La presente tesis evalúa el uso de la concha de abanico triturada como estabilizador mecánico de suelos por cambio de granulometría. Se empleó concha de abanico y suelo arenoso-limoso, provenientes de la provincia de Sechura. Algunos reglamentos como el Florida Department of Transportation Standard Specifications for Road and Bridge Construction y Orange County Utilities Master CIP Technical Specifications especifican el uso de las conchas de mar como estabilizador de bases y subbases.

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el uso de la concha de abanico triturada para el mejoramiento de subrasantes.

METODOLOGÍA:

En el presente estudio se optó por elaborar cuatro mezclas para estabilizar el suelo, variando el porcentaje de concha de abanico en la mezcla. Los porcentajes de suelo arenoso limoso y concha de abanico de las cuatro muestras exploradas con 20%, 45%, 65%, 80%. Se busca estudiar el comportamiento de las mezclas variando la cantidad de concha de abanico triturada. Aunque el suelo que se va a estabilizar debe tener mayor proporción en la mezcla que el agente estabilizante, se ha querido probar proporciones mayores en las mezclas 3 y 4, donde el suelo arenoso limoso es el que estabilizará a la concha de abanico triturada.

HIPÓTESIS:

Se espera que al introducir la concha de abanico la capacidad portante de las mezclas sea superiores que la del suelo puro. Si bien no se ha podido comprobar la capacidad portante de la concha, se espera que las mezclas se complementen en su granulometría. Esto ocasiona que al ser compactadas los espacios libres que dejan las partículas gruesas sean rellenadas por las partículas finas y se logre una buena compactación.


PROCEDIMIENTO:

Mediante el método cuantitativo experimental, con la concha triturada entre 38.1 y 0.85 milímetros, se hicieron 4 mezclas por combinación que cumplieran con el uso granulométrico de la norma ASTM D-1241 y se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas. Todos los ensayos se realizaron en el laboratorio de la Universidad de Piura (LEMC) siguiendo las Normas Técnicas Peruanas.

CONCLUSIONES:

Para un rango de trituración entre 9.53 y 0.85 milímetros, el uso de un 45% de concha de abanico puede aumentar drásticamente el valor de CBR, mejorando una subrasante arenosa con CBR de 51% a valores que superan el 100%. La concha de abanico posee una resistencia al desgaste por la abrasión del 25%, por lo que se puede considerar como un agregado grueso de alta resistencia al desgaste. La adición de hasta un 45% de concha de abanico a las mezclas mejora el valor de máxima densidad seca, por encima de este valor, empieza a disminuir.

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH.HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	FICHA RESUMEN		
	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR
			FECHA DE REGISTRO

ESTUDIO N° CIENTÍFICO: TIPO DE ESTUDIO: ARTÍCULO
 TESIS

AÑO DE PUBLICACIÓN:

TÍTULO: AUTOR(ES):

RESUMEN:
 Se evaluó la influencia del cemento Portland en la estabilización de un suelo arcilloso de alta plasticidad. Se realizó un estudio de suelos para identificar sus características físicas y mecánicas. Se realizó ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico, límite de contracción, Proctor modificado y CBR, mediante los cuales se evaluó la influencia del cemento Portland Tipo I en su índice de plasticidad, índice de contracción e índice CBR


OBJETIVO GENERAL:
 Evaluar la influencia del cemento Portland Tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina.

METODOLOGÍA:
 Se empleó cemento Portland Tipo I como aditivo estabilizador en porcentajes de 1, 3 y 5% del peso seco de la muestra de suelo. Se realizó ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico, límite de contracción, Proctor modificado y CBR, mediante los cuales se evaluó la influencia del cemento Portland Tipo I en su índice de plasticidad, índice de contracción e índice CBR.

HIPÓTESIS:
 La adición de cemento Portland Tipo I en porcentajes de hasta 5%, como aditivo estabilizador para el suelo arcilloso que conforma la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina, reduce el índice de plasticidad y el índice de contracción a menos de 7 y 12% respectivamente e incrementa el índice CBR a más de 10%.

CONCLUSIONES:
 El índice de plasticidad del suelo arcilloso más desfavorable se redujo a 36, 23 y 15% con la adición de cemento Portland Tipo I en porcentajes de 1, 3 y 5% respectivamente, lo que significó que el suelo todavía era de plasticidad media. Su índice de contracción se redujo a 26, 22 y 19% con la adición de cemento Portland Tipo I en porcentajes de 1, 3 y 5% respectivamente, lo que indicó que el suelo aún estaba sujeto a cambios volumétricos, aunque más pequeños. Su índice CBR se incrementó a 3.50, 6.63 y 13.75% al 95%DSM con la adición de cemento Portland Tipo I en porcentajes de 1, 3 y 5% respectivamente, por lo que una subrasante regular a buena, según su índice CBR, se logró con solo una adición de 4% de cemento.

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA RESUMEN			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR
		FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N° CIENTÍFICO	9	TIPO DE ESTUDIO:	X	ARTÍCULO
				TESIS

AÑO DE PUBLICACIÓN:

2015	2016	2017	X	2018	2019
------	------	------	---	------	------

TÍTULO:	AUTOR(ES):
Propuesta del mejoramiento de la subrasante de pavimentos flexibles usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo valor de Soporte California – distrito de Ahuac.	Edward Vidal Orejon Estrada

RESUMEN:

Se aplico el mejoramiento en suelos inadecuados con CBR inferiores al 6%, que establece la norma. En estos casos se recomienda estabilizar la subrasante de forma mecánica, o usando los geosintéticos (geomallas) y otros. En este sentido es indispensable establecer cuál sería la propuesta adecuada para el mejoramiento de la subrasante de pavimentos flexibles usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo valor de soporte californiana.

OBJETIVO GENERAL:

Establecer la propuesta adecuada para el mejoramiento de la subrasante de pavimentos flexibles usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo valor de Soporte California – Distrito de Ahuac.

METODOLOGÍA:

El diseño para el presente estudio es no experimental, de tipo transversal ya que se comparó y analizó minuciosamente los resultados, a fin de poder seleccionar una alternativa conveniente y contribuir al conocimiento de la aplicación del sistema reforzado con geomallas biaxiales. Hernández et al (2014, p.152) señala que la Investigación no Experimental es aquella que “observa los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos.

HIPÓTESIS:

El uso de geomallas biaxiales como refuerzo de la subrasante de pavimentos flexibles en suelos con bajo valor de soporte californiana, tengan mejoras técnicas y económicas.


PROCEDIMIENTO:

Para la investigación realizada se determinó el CBR del suelo, posteriormente se realizó el diseño siguiendo la metodología AASHTO. Una vez determinado los espesores se incorporaron las geomallas como refuerzo para la disminución de espesores. Teniendo la variación de espesores se calculó los nuevos costos y tiempos de la estabilización mecánica así mismo la estabilización con el uso de geomallas.

CONCLUSIONES:

Mediante el uso de las geomallas biaxiales de tipo MacGrid EGB 20 y MacGrid EGB 30, para CBR igual al 2.6 % no se requiere de ningún tipo de mejoramiento, debido al aporte estructural de la geomalla. Para una subrasante con CBR de 2.6 % se obtiene un número estructural (SN) de 3.93, mientras que, para las mismas características y condiciones, implementando las geomallas como forma de reforzar el pavimento se obtiene un número estructural (SN) de 3.97 con el uso de geomallas de tipo MacGRID EGB 20 y (SN) de 3.95 para tipo MacGRID EGB 30.

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA RESUMEN			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR
			ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO

ESTUDIO N° CIENTÍFICO	10	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="checkbox"/>	ARTÍCULO
			<input checked="" type="checkbox"/>	TESIS

AÑO DE PUBLICACIÓN:

2015	2016	2017	2018	2019
				X

TÍTULO:	AUTOR(ES):
Mejoramiento del desempeño en la estabilización de suelos de subrasantes con cemento hidráulico en vías no pavimentadas.	Kenneth Alejandro Golfín Ballesterio

RESUMEN:

Se plantea un mejoramiento en suelos plásticos, por medio de la aplicación de cemento hidráulico a subrasantes en caminos no pavimentados o de lastre. Este mejoramiento se emplea con cemento hidráulico, el cual es un Tipo MM / C (CP) 21. Las zonas escogidas para realizar la implementación son zonas con suelos propensos a ser plásticos, por ende, suelos limo-arcillosos. Las zonas de estudio para este proyecto fueron las siguientes: Los Santos, Nicoya y Pocosol. Estos suelos ya clasificados según la norma ASTM D3282-15 son: A-5 (1), A-7-5 (12) y A-7-6 (30) respectivamente.

OBJETIVO GENERAL:

El presente proyecto, tiene como objetivo realizar un mejoramiento en suelos plásticos por medio de la aplicación de cemento hidráulico a subrasantes en caminos no pavimentados o de lastre, con ello buscar incrementar las propiedades mecánicas de estos suelos y con ello mejorar el desempeño de estos materiales granulares.

METODOLOGÍA:

Para el proyecto se cuenta con tres tipos de materiales de subrasantes, estos ubicados en tres zonas distintas alrededor del país. Estos se dan en la zona de Los Santos, en Nicoya y en la zona de Pocosol. Para estas zonas se desarrollaron ensayos para encontrar tanto las propiedades mecánicas como las físicas, y con ellas obtener su clasificación según la norma ASTM D3282-15 (Prácticas Estándar para Clasificación de Mezclas de Suelo-Agregado para Propósitos de Construcción de Carreteras). Se implementa el cemento hidráulico en dosificaciones del 1%, 3%, 5% y 7% de cemento hidráulico por peso del suelo en las tres zonas. Para ellas, se realizaron ensayos Proctor Modificado, para encontrar la relación A/C óptima en cada dosificación.


PROCEDIMIENTO:

Con los suelos clasificados, se procedió a obtener las propiedades mecánicas de las tres zonas, para ello se desarrollaron ensayos de Proctor Modificado, bajo la norma ASTM D1557-12 y el ensayo de CBR, bajo la norma ASTM D1883-16. En ellos, se encontraron datos como la densidad seca óptima, humedad óptima del suelo y el CBR de cada uno, sin la implementación del cemento hidráulico.

CONCLUSIONES:

Se aprecia un aumento en la resistencia, conforme se aumenta la dosificación. Estas resistencias aumentan en un 700% como mínimo, entre dosificaciones vírgenes (Con contenido de 0% de cemento hidráulico) y al 7%. Para medir la durabilidad del suelo, se emplearon ensayos de CBR y Desgaste, los dos con implementación al 7%. Se aprecia una reducción en la plasticidad de los materiales, por medio de la aplicación de cemento hidráulico, y con ello se incrementa el CBR.

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
FICHA RESUMEN				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021		
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
				FECHA DE REGISTRO

ESTUDIO N° CIENTÍFICO **TIPO DE ESTUDIO:** **ARTÍCULO**
 TESIS

AÑO DE PUBLICACIÓN:

<input type="text" value="2015"/>	<input type="text" value="2016"/>	<input checked="" type="text" value="2017"/>	<input type="text" value="2018"/>	<input type="text" value="2019"/>
-----------------------------------	-----------------------------------	--	-----------------------------------	-----------------------------------

TÍTULO: **AUTOR(ES):**

RESUMEN:
 Esta investigación se realizó en la zona de expansión al sur este de la Ciudad de Cajamarca- Huacariz, Provincia Cajamarca, Región Cajamarca. El problema principal fue ¿Cuál es el efecto del aditivo Terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona sur este de expansión de la ciudad de Cajamarca – Huacariz, el objetivo fue determinar el efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante en la zona sur este de expansión de la ciudad de Cajamarca – Huacariz. La utilización del aditivo Terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos.

OBJETIVO GENERAL:
 Determinar efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante en la zona sur este de expansión de la ciudad de Cajamarca – Huacariz.


METODOLOGÍA:
 Teniendo en cuenta el propósito de la investigación es una investigación Inductiva, experimental y descriptiva. Inductiva porque se ha realizado observación, análisis y clasificación de las muestras del suelo, que han sido debidamente registradas, los resultados obtenidos han ayudado a validar la hipótesis. Experimental porque se ha manipulado una variable experimental no comprobada, en condiciones controladas, es decir se agregó al suelo en diferentes proporciones el aditivo Terrazyme, obteniendo un 119% de aceptación del aditivo para mejorar la estabilidad del suelo.

HIPÓTESIS:
 La utilización del aditivo Terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante incrementa de 30% a más la capacidad de soporte del terreno sur este de expansión de la ciudad de Cajamarca-Huacariz.

PROCEDIMIENTO:
 Se determinó la influencia que presenta el aditivo Terrazyme a dosificaciones de 10, 20, 30, 40 y 60 ml por metro cúbico de material, sobre el suelo de fundación de la zona sur este de expansión Huacariz – Cajamarca, para lo cual se desarrolló el siguiente trabajo: • Evaluación y selección de los pozos de exploración (calicatas) • Excavación, registro y muestreo de los pozos de exploración. • Se ejecutó 7 CBR patrón, luego se desarrolló 5 CBR por cada calicata a diferentes dosificaciones de 10, 20, 30, 40 y 60 ml por metro cúbico de material, dando un total de 42 CBR.

CONCLUSIONES:
 El aditivo terrazyme tiene efecto en el aumento de la capacidad de soporte de la subrasante en un 19%, en los suelos estudiados en Cajamarca. En el diseño patrón se encontró la variación al 95% de un CBR entre 3.54% a 4.30%, al 100% un CBR entre 5.60 % y 6.70%, un límite líquido que varía entre 35.37% a 45.33%, un límite plástico entre 18.46% a 26.83%, un índice de plasticidad entre 15.25% a 18.50%, un contenido óptimo de humedad entre 18.07% a 21.37% y una clasificación AASTHO entre un A-6 (10) a A-7-6 (14), respectivamente, que son arcillas de mediana alta plasticidad.

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
FICHA RESUMEN				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021		
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
			FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N° CIENTÍFICO	12	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ARTÍCULO
				TESIS

AÑO DE PUBLICACIÓN:

2015	2016	2017	2018	2019
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

TÍTULO:	AUTOR(ES):
Estabilización de suelos cohesivos con aditivo órganosilanos a nivel de subrasante.	Bach. Martínez Chavez, Esther

RESUMEN:

Se determinó que el aditivo órganosilanos influye significativamente en la estabilización de suelos cohesivos. La capacidad de soporte es directamente proporcional a la dosificación del aditivo órganosilanos mientras que la expansividad y permeabilidad es inversamente proporcional a la dosificación del aditivo órganosilanos en el suelo cohesivo estabilizado a nivel de la subrasante.

OBJETIVO GENERAL:

Determinar la influencia del aditivo órganosilanos en la estabilización un suelo cohesivo a nivel de subrasante.

METODOLOGÍA:

El método general de la investigación es científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel de investigación es explicativo y el diseño de investigación fue experimental. El tipo de muestreo es no probabilístico o dirigido y comprende al Jr. Humboldt – Azapampa y la población fue el distrito de Chilca, provincia de Huancayo región Junín.

HIPÓTESIS:

El aditivo órganosilanos influye significativamente en la estabilización de un suelo cohesivo a nivel de la subrasante.


PROCEDIMIENTO:


Una vez recogido los datos, se necesita organizarlos, es decir, prepararlos para su análisis para dar respuesta a la pregunta inicial y, si corresponde, poder aceptar o rechazar la hipótesis de estudio. Luego se realiza el Procesamiento de la información en esta etapa comprende el procesamiento de los datos recopilados, el análisis e interpretación de los resultados y la preparación del esquema preliminar del informe de investigación.


CONCLUSIONES:

Los niveles de aditivo órganosilanos sí influye sobre el % CBR, a mayor dosis de aditivo órganosilanos aumenta el %CBR, el testigo presenta un CBR de 5.53 +/-0.017% y en el T1 un CBR de 14.84 +/-0.048%, T2 un CBR de 24,94 +/-0.557% y T3 un CBR de 46.24 +/- 0.740%. por lo tanto, todos son "SIGNIFICATIVOS" a la comparación de medias. Produce efectos sobre la permeabilidad, a mayor dosis de aditivo disminuye la permeabilidad, donde el testigo su permeabilidad es 2.31E-6 +/- 7.70E-8 cm/s en el T1 su permeabilidad es 1.80E-6 +/- 2.70E-8 cm/s, T2 su permeabilidad es 1.23E-6 +/- 2.50E-8 cm/s y en el T3 su permeabilidad es 6.29E-7 +/- 2.20E-8 cm/s.

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
FICHA RESUMEN				
	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021		
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
			FECHA DE REGISTRO	
ESTUDIO N° CIENTÍFICO	13	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="checkbox"/> ARTÍCULO <input checked="" type="checkbox"/> TESIS	
AÑO DE PUBLICACIÓN:	<input type="checkbox"/> 2015 <input type="checkbox"/> 2016 <input type="checkbox"/> 2017 <input checked="" type="checkbox"/> 2018 <input type="checkbox"/> 2019			
TÍTULO:	Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica.		AUTOR(ES): Ponce Crispín, Daisy Kenia	
RESUMEN:	La investigación se sitúa en la avenida Ccoripaccha, del sector Puyhuan Grande, barrio de San Cristóbal, distrito y provincia de Huancavelica, nos muestra un tipo de suelo con las características arcillosas del lugar y nos induce a la búsqueda de soluciones y alternativas a los métodos tradicionales de tratamiento de este tipo de suelos. Esta investigación busca terminar la influencia del cloruro de calcio en la sub rasante de suelos arcillosos, calculando las variaciones en los valores de soporte (CBR), mediante la adición de este químico en distintas proporciones, en las muestras que fueron ensayadas en laboratorio siguiendo las normas de ASTM - D1883 (Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils).			
OBJETIVO GENERAL:	Determinar la influencia del uso del cloruro de calcio para la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande - Huancavelica.			
METODOLOGÍA:	El trabajo de investigación utilizó el diseño experimental, como indica Santa paella y feliberto Martins (2010) “El diseño experimental es aquel según el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas.			
HIPÓTESIS:	El uso del cloruro de calcio influye significativamente en la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica.			
PROCEDIMIENTO:	Se realizó la recopilación de datos referentes al tema de investigación, los cuales fueron revisados de forma analítica e interpretativa. Luego se registró los datos obtenidos de cada muestra de suelo extraída, como es; análisis granulométrico, contenido de humedad natural, densidad máxima seca, contenido óptimo de humedad, CBR. Se siguió las técnicas indicadas por la ASTM – American Society for testing and materials (Sociedad Americana de Prueba y Materiales).			
CONCLUSIONES:	El uso del 5% de cloruro de calcio en peso del suelo, logró conseguir el mejor incremento en capacidad de soporte CBR en suelos arcillosos de 11.80% a 16.50%. obteniendo una mejoría de 4.7%, con el uso del CaCl2. Se incrementó el CBR de 22.89% a 43.01%. Por lo que el Cloruro de calcio muestra un mejor comportamiento en suelos granulares consiguiendo una mejoría de 20.12%.			
AUTOR		ASESOR		
FIRMA:		FIRMA:		
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO	
FECHA:		FECHA:		

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA													
FICHA RESUMEN													
	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021											
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO									
				FECHA DE REGISTRO									
ESTUDIO N° CIENTÍFICO	14	TIPO DE ESTUDIO:	<table border="1"> <tr> <td>ARTÍCULO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TESIS</td> <td>X</td> </tr> </table>	ARTÍCULO		TESIS	X						
ARTÍCULO													
TESIS	X												
AÑO DE PUBLICACIÓN:	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> <td>2018</td> <td>2019</td> </tr> </table>							X	2015	2016	2017	2018	2019
				X									
2015	2016	2017	2018	2019									
TÍTULO:	AUTOR(ES):												
Estabilización o mejoramiento de la capacidad portante de los suelos de la subrasante de carretera utilizando diferentes proporciones de arenas asfálticas de yacimientos naturales de la Península de Santa Elena.		Borbor Gabino Kleber Antonio Collantes Piguave Liliana Vanessa											
RESUMEN:													
La investigación requiere analizar la variación de las propiedades físico-mecánicas, y el comportamiento del suelo de subrasante correspondiente al sector Velasco Ibarra del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, mezclado con diferentes proporciones de arenas asfálticas, dicho material es proveniente de yacimientos naturales cercanos a la zona, por lo que se puede aprovechar este recurso y obtener resultados satisfactorios que mejoren las propiedades del suelo de la subrasante.													
OBJETIVO GENERAL:													
Analizar y evaluar el comportamiento del suelo de subrasante del barrio Nueva Jerusalén, sector Velasco Ibarra del cantón La Libertad, mejorando y estabilizado mediante la adición de arenas bituminosas en diferentes porcentajes para determinar la variación de sus propiedades físicas y mecánicas.													
METODOLOGÍA:													
Es común encontrar estratos de arcillas expansivas por lo que es probable encontrar problemas de inestabilidad volumétrica debido a la pérdida y ganancia de humedad. Es importante estudiar nuevas opciones de estabilización proponiendo diferentes materiales y métodos que garanticen el soporte estructural del pavimento diseñado. Por tal motivo, se propone el método de estabilización de subrasante mediante la adición en proporciones de arenas asfálticas, materia prima existente en la provincia de Santa Elena.													
HIPÓTESIS:													
El suelo de la subrasante del Barrio Nueva Jerusalén, sector Velasco Ibarra del Cantón La Libertad, estabilizado con una adición porcentual de arenas bituminosas mejora considerablemente sus propiedades, principalmente su capacidad portante, en comparación al suelo en condiciones naturales.													
PROCEDIMIENTO:													
Los ensayos de laboratorio descritos a continuación se efectuaron siguiendo las normas internacionales AASHTO, ASTM y las normas ecuatorianas MTOP y NTE INEN, fueron realizados en el laboratorio de Suelos de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.													
CONCLUSIONES:													
El bajo resultado de capacidad portante de todas las mezclas analizadas en esta investigación es atribuido al tipo de suelo A-6, mismos que tienden a presentar valores de CBR entre 5 y 15, mientras que el suelo de subrasante que clasifica como A-1b, alcanzan valores típicos de CBR entre 20 y 40, por ello, en la mezcla de estos suelos al ser adicionado el tipo A-6 el valor de CBR decrece.													
AUTOR		ASESOR											
FIRMA:		FIRMA:											
NOMBRE: BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO		NOMBRE: ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO											
FECHA:		FECHA:											

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA RESUMEN			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR
		FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N° CIENTÍFICO **TIPO DE ESTUDIO:** **ARTÍCULO**
 TESIS

AÑO DE PUBLICACIÓN:

2015	2016	2017	X	2019
------	------	------	---	------

TÍTULO: **AUTOR(ES):**

RESUMEN:

Esta investigación consistió en desarrollar un método alternativo para la estabilización de suelos del material de la cantera Km 06+000 en la zona "Mi Perú" con la combinación de estabilizadores (ceniza volante - cemento - cal) y pueda ser utilizado como material de sub rasante mejorada. En esta investigación se ha considerado diferentes proporciones de ceniza volante (6%,16%,26%) más un 3% de cemento para mejorar su resistencia y 1% de cal para disminuir su plasticidad.

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el comportamiento de la aplicación de ceniza volante, cemento y cal para la estabilización de suelos y su empleo como material de subrasante mejorada.

METODOLOGÍA:

De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis el diseño de la investigación será CUASI - EXPERIMENTAL, debido a que se manipula de forma intencional una acción para analizar sus posibles resultados, esta investigación determinará la relación causa – efecto. Una hipótesis tendrá validez si las manipulaciones de la variable independiente produzcan modificaciones en el comportamiento de la variable dependiente.

HIPÓTESIS:

El material extraído de la cantera estabilizado con ceniza volante, cemento y cal mejora sus propiedades físico- mecánicas para su uso como material de sub rasante mejorada.


PROCEDIMIENTO:

En esta investigación la población objeto de estudio estará constituida por la cantera de la Provincia y Departamento de Puno en actual explotación. Se tomarán muestras tanto para un suelo sin estabilizar y estabilizado, la cantidad de muestra se determinará a criterio no probabilístico, teniendo en cuenta los diferentes porcentajes de ceniza volante, cemento y cal a ser usados, siendo objeto de estudio la cantera "Mi Perú", ubicado en la Provincia y Departamento de Puno a la cual se incorpora una combinación de aditivos químicos (ceniza volante, cemento y cal), para obtener resultados óptimos de la investigación.

CONCLUSIONES:

La combinación de ceniza volante, cemento y cal con el material de cantera (GM) funciona como un material estabilizador disminuyendo los efectos de plasticidad; teniendo una disminución del Índice de Plasticidad para la M-03 en 7.63% y para la M-04 en 8.81%. Se mejora las propiedades de resistencia, teniendo un incremento en el CBR del suelo para la M-02 en, 38.3%, para la M-03 en 45.7% y para la M-04 en 51.1% y aumenta su máxima densidad seca para la M-02 en 0.025 kg/m3, para la M-03 en 0.029 kg/m3 y para la M-04 en 0.031 kg/m3.

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA RESUMEN			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR
		FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N° CIENTÍFICO	16	TIPO DE ESTUDIO:	ARTÍCULO
			X
AÑO DE PUBLICACIÓN:			
	2015	2016	2017
	2018	2019	X

TÍTULO:	AUTOR(ES):
Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la comuna bajadita de Colonche de la Parroquia Colonche	Salinas Suárez John Edwards. Villao Carvajal Ricardo Adrián.

RESUMEN:

Se basa en el estudio de suelos expansivos existente en la comuna Bajadita de Colonche del cantón Santa Elena, para ser estabilizados como suelos a nivel de subrasante, utilizando tres métodos que consiste en realizar mezclas con cal y sal y también el uso de geoceldas, utilizando estos elementos para comparar el nivel de resistencia que cada uno de estos aporta, mejorando las propiedades geotécnicas del suelo de manera que se pueda disminuir su potencial expansivo, evaluando el costo-beneficio que entrega cada propuesta de estabilización.

OBJETIVO GENERAL:

Comparar métodos de estabilización de suelos expansivos a través de muestras de suelo examinadas en el laboratorio, para evaluar su eficiencia respecto a disminuir o eliminar la expansividad del material existente.

METODOLOGÍA:

Para la implementación de geocelda se procedió a una investigación de campo a pequeña escala aplicando el geosintéticos en el lugar de estudio, posteriormente se comprobó su resistencia como material estabilizante. Presentando algunas recomendaciones y sugerencias para mejorar el comportamiento del material expansivo y poder ser utilizado en construcciones en general.

HIPÓTESIS:

Con la estabilización de suelo mediante la mezcla con sal y sal o el uso de geoceldas se puede reducir o eliminar las propiedades expansivas de los suelos y poder construir sobre este tipo de material estabilizado.


PROCEDIMIENTO:

Para caracterizar el suelo existente, se realizó tomas de muestras del suelo ejecutando una calicata a cielo abierto de la subrasante para verificar sus propiedades expansivas, se tomó aproximadamente 200 kg de muestra. Luego con esta se realizaron varios ensayos en el laboratorio; seguidamente se realizó el tratamiento de estabilización del suelo con cal y sal, utilizando porcentajes de 3%, 5% y 7%. En el caso de la geocelda se estudió su comportamiento al ser sometido a un ensayo de expansión en campo y en laboratorio recubriendo el suelo con este elemento observando su cambio de volumen.

CONCLUSIONES:

El método de estabilizante cal con una adición del 5,53 % como porcentaje óptimo, produce variaciones mecánicas con respecto al suelo natural reduciendo significativamente su índice de plasticidad, límite de contracción y su índice de expansibilidad, consiguiendo reducir el porcentaje de expansión catalogada como alta, pasando a ser considerada baja, reduciendo en un 49,74% el hinchamiento que el terreno natural presentaba originalmente, mejorando así la capacidad de soporte del suelo.

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE: BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO		NOMBRE: ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO	
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA RESUMEN			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR
		FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N° CIENTÍFICO	17	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ARTÍCULO
				TESIS

AÑO DE PUBLICACIÓN:

2015	2016	2017	2018	2019
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

TÍTULO: **AUTOR(ES):**

Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica.	Moale Quispe, Alexandra Brigitte Rivera Justo, Ebdy Josias
---	--

RESUMEN:

La investigación consiste en verificar cual es el óptimo porcentaje de contenido de cal para se aplicado en el mejoramiento de suelo de la subrasante de la localidad Villa Rica. Se realizo la prueba con varias dosificaciones de las cuales se analizaron en laboratorio de suelos según las normas correspondientes.

OBJETIVO GENERAL:

Mejorar la capacidad de soporte de la subrasante, mediante la estabilización química del suelo en estudio, con el óptimo porcentaje de cal.

METODOLOGÍA:

Consiste en una investigación experimental que es aquella investigación en que la hipótesis se verifica mediante la manipulación deliberada por parte del investigador de las variables; esta investigación determinará la relación causa - efecto de un fenómeno físico o social.

HIPÓTESIS:

Dosificaciones adecuadas de cal en muestras de suelos arcillosos mejoran su capacidad de soporte, mediante el proceso de floculación, para su uso en subrasantes.


PROCEDIMIENTO:


Se extrajo aproximadamente 200 kg de muestra para la realización del ensayo de Proctor y CBR, ya que se requiere aproximadamente 25 kg por cada ensayo de Proctor y 20 kg para cada ensayo de CBR. Se realizó ensayos para suelo natural y para muestras con 9%, 15% y 21% de cal para cada tipo de ensayo. Para el ensayo CBR se realizó un curado de 4 días.


CONCLUSIONES:

Se determinó la máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad del suelo con diferentes dosis de cal aplicando Proctor Modificado Método A. La MDS fue de 1.85 g/cm³ que se logra con un óptimo contenido de humedad de 13.40%. Del ensayo de Proctor se procedió a estimar el valor del CBR, en la condición de suelo natural, el cual fue igual a 3.3% al 95% de la máxima densidad seca, por lo que cualitativamente es de baja capacidad de soporte. De los estudios realizados se comprobó que con una adición del 15% de cal al suelo natural, el CBR se incrementó en 78.8%, esto significaba que el nuevo valor de CBR al 95% de la MDS para este suelo estabilizado fue de 5.9%.

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
FICHA RESUMEN						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021				
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO		
				FECHA DE REGISTRO		
ESTUDIO N° CIENTÍFICO	<input type="text" value="18"/>	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="text"/> <input checked="" type="checkbox"/> ARTÍCULO <input type="checkbox"/> TESIS			
AÑO DE PUBLICACIÓN:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input checked="" type="text"/>	2015	2016	2017	2018	2019
TÍTULO:	Estudio exploratorio de estabilización con cemento portland de subrasante de suelo areno-arcilloso en carretera no pavimentada "El Paujil", Loreto. Iquitos, 2019		AUTOR(ES):	Alata Mestanza, Jhank Pier Vásquez Jo, Roque César		
RESUMEN:	La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas de la modificación de una subrasante de suelo areno-arcilloso, efecto de la adición en diferentes proporciones de cemento portland como material estabilizante en la carretera no pavimentada "El Paujil" código LO-524, para así poder cumplir con los requerimientos de las normas establecidas. Se busca obtener valores adecuados de las propiedades del suelo natural conformante de la subrasante de la carretera de bajo tránsito y no pavimentada en mención, habiéndose aplicado proporciones de 4%, 6% y 8% de cemento portland.					
OBJETIVO GENERAL:	Evaluar las propiedades mecánicas de la modificación de una subrasante de suelo areno-arcilloso, efecto de la adición en diferentes proporciones de cemento portland como material estabilizante en la carretera no pavimentada "El Paujil"					
METODOLOGÍA:	La investigación será aplicada, pues se trata de un estudio sobre el tratamiento con cemento portland del suelo areno-arcilloso de la subrasante de la Carretera: "El Paujil" código LO-524, ubicada en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto y Región Loreto; a una altitud promedio de 124.00 m.s.n.m. Une la progresiva del Km. 35+500 lado Derecho de la carretera Iquitos – Nauta, con la Comunidad de El Paujil, alcanzando una longitud de 10 Km camino a nivel de Trocha Carrozable. Correspondiéndole un diseño experimental transversal.					
PROCEDIMIENTO:	La cantidad de muestra se determinará a criterio no probabilístico, considerándose objeto de estudio una (01) calicata de suelo areno-arcilloso de la carretera El Paujil con la cual elaboraremos ensayos adicionándolo porcentajes de cemento portland de 0%, 4%, 6% y 8%. Los datos acerca de la efectividad del cemento portland como estabilizador, se determinará mediante ensayos realizados sobre probetas estabilizadas y sobre probetas del suelo de la subrasante de la carretera El Paujil; teniendo como criterio de efectividad, la mejora en una propiedad de desempeño de los resultados obtenidos de las probetas estabilizadas sobre las otras (Adaptado de Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Norma Técnica de estabilizadores químicos).					
CONCLUSIONES:	Los valores de expansión de las muestras suelos-cemento (4%), suelos-cemento (6%) y suelos-cemento (8%) con distintos números de golpes, no sufrieron variación alguna, resistiendo a la infiltración del agua. Los resultados de la investigación fueron satisfactorios, pues los porcentajes de 4%, 6% y 8% de cemento portland lograron obtener valores de CBR elevados mayores a los esperados.					
AUTOR			ASESOR			
FIRMA:			FIRMA:			
NOMBRE:			NOMBRE:			
FECHA:			FECHA:			
BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO			ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO			

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
FICHA RESUMEN				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021		
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO
		FECHA DE REGISTRO		
ESTUDIO N° CIENTÍFICO	19	TIPO DE ESTUDIO:	<input type="checkbox"/> ARTÍCULO <input checked="" type="checkbox"/> TESIS	
AÑO DE PUBLICACIÓN:	<input type="checkbox"/> 2015 <input type="checkbox"/> 2016 <input type="checkbox"/> 2017 <input type="checkbox"/> 2018 <input checked="" type="checkbox"/> 2019			
TÍTULO:	AUTOR(ES):			
Influencia de la cal y el cemento portland tipo I en la subrasante de la trocha del Distrito de Chillia, Provincia de Pataz - 2019		Cinthia Karel Góngora Velásquez		
RESUMEN:				
La presente investigación se realizó en Trujillo, en la Universidad Privada del Norte, tiene como propósito determinar la influencia de la cal y el cemento portland tipo I en la subrasante de la trocha del distrito de Chillia, para la ejecución de la tesis se utilizó un diseño de tipo experimental bifactorial, el muestreo fue no probabilístico, la técnica de recolección de datos fue la observación.				
OBJETIVO GENERAL:				
Determinar la influencia de la cal y el cemento portland tipo I en la subrasante de la trocha del distrito de Chillia, provincia de Pataz – 2019.				
METODOLOGÍA:				
Esta investigación es de tipo experimental bifactorial porque se manejan y manipulan de manera deliberada las variables en estudio pudiendo modificar sus propiedades o cambiar a estas; además que presentan dos variables independientes siendo la Cal y el Cemento Portland tipo I, quienes servirán para estabilizar a la variable dependiente que es la capacidad de soporte de la subrasante.				
HIPÓTESIS:				
La utilización de cierto porcentaje de Cal y Cemento Portland tipo I como adición al suelo natural de la trocha del distrito de Chillia provincia de Pataz, influye positivamente mejorando la capacidad de soporte de su subrasante de acuerdo a los resultados del ensayo CBR, desarrollados en el Laboratorio de Suelos.				
PROCEDIMIENTO:				
Para realizar esta tesis tomaremos 4km de la trocha, porque presenta un bajo volumen de tránsito. Se debe realizar 1 calicata x km y estas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada- El muestreo y la respectiva exploración a cielo abierto se harán a las 4 calicatas según indica la NTP 339.127, cada calicata será de 1mx1mx1.50m de profundidad respecto al nivel de la sub rasante. Cada calicata presenta diferentes estratos, Calicata 1 (C1- 2 estratos), Calicata 2 (C2- 3 estratos), Calicata 3 (C3- 2 estratos) y Calicata 4 (C4- 2 estratos), dando como resultado 11 muestras de suelo; a estos suelos se les somete a los diversos ensayos para determinar el tipo de suelo predominante.				
CONCLUSIONES:				
Se determinó que la cal y el cemento portland tipo I si mejoran las propiedades físicas del suelo encontrado en la calicata C3 para sus dos estratos; mediante el ensayo California Bearing Ratio (CBR) se estableció que el cemento portland tipo I (4%) aumenta a un 57.33% al CBR natural 2.77% convirtiendo la subrasante de inadecuada a excelente y presentando mejores resultados que la cal (4%) que tiene 3.73% de aumento y modifica la subrasante de inadecuada a pobre. Lo mismo sucede en el estrato 0.80m cuando se le adiciona 4% de cemento portland tipo I se logra aumentar del 1.93% a 45.83% convirtiendo a la subrasante de inadecuada a excelente, lo opuesto con el 4% de cal que solo aumenta a 3.27% creando una subrasante pobre.				
AUTOR		ASESOR		
FIRMA:		FIRMA:		
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO	
FECHA:		FECHA:		

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA RESUMEN			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR
		FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N° CIENTÍFICO	20	TIPO DE ESTUDIO:	X	ARTÍCULO
				TESIS

AÑO DE PUBLICACIÓN:

2015	2016	2017	X	2019
------	------	------	---	------

TÍTULO: **AUTOR(ES):**

Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018.	Cairo Venjamín, Ventura Martel Adilio Luis, Alarcón Mestanza
--	--

RESUMEN:

Esta investigación se desarrolló en el camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, teniendo como finalidad aplicar cemento y aditivo Con-aid, en los suelos arcillosos para obtener suelos mejorados a nivel de subrasante, el objetivo es utilizar los propios materiales de la zona y evaluar las propiedades físicas y mecánicas. Realizamos una investigación aplicada con ensayos del CBR y resistencia a la compresión simple en laboratorio con certificación garantizada para determinar la resistencia del suelo natural y estabilizado, donde nuestro principal componente es la aplicación del cemento y aditivo Con-aid. El diseño para emplear es experimental sobre la muestra obtenida en el Km. 8+500 de la ruta antes mencionado, la cual fue considerada por el investigador como vulnerable, afín de poder determinar la estabilidad de la subrasante.

OBJETIVO GENERAL:

Mejorar la capacidad portante de los suelos arcillosos aplicando Cemento y aditivo Con-aid, para la estabilización de la subrasante del camino vecinal Ruta N° PA-701, Pasco.

METODOLOGÍA:

Según este análisis presentado en este trabajo se tendrá una investigación aplicada; pues, se desarrollarán ensayos de laboratorio para determinar la resistencia optimo requerido según las normas peruanas para la subrasante de caminos vecinales.

HIPÓTESIS:

La capacidad portante de los suelos arcillosos mejorados se determinará aplicando Cemento y aditivo Con-aid, para la estabilización de la subrasante del camino vecinal Ruta N° PA-701, Pasco.

PROCEDIMIENTO:


Para el proceso del suelo - cemento se empleará cemento portland tipo I, la cual deberá hacerse algunos procedimientos para tratarlo. Uno de los factores importantes en el mecanismo de mejoramiento de suelos es la transformación en la estabilidad de suelos, proceso en el cual es sometido el suelo natural a cierta maniobras o procedimiento de tal forma que se pueda generar excelentes condiciones, lográndose un suelo compacto, que puede resistir la circulación continua de los vehículos y las inclemencias del clima.

CONCLUSIONES:

Al adicionar el aditivo CON-AID, esta se disminuyó en un 40% (recomendado por la Empresa CONAID Argentina S.A.C.) siendo estas el % de cemento considerada 6%,7.2%,8.4% mas 0.007lts. de CON-AID para cada proporción. El valor CBR del suelo tipo A7-5(11) se ve incrementar en 9.1%, 10.6%, 12.7%, al adicionarse Cemento y CON-AID, lo que tiene influencia directa en el desempeño de la vía.

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

ANEXO 4: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021.		
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO
	FECHA DE REGISTRO			

ESTUDIO N°: **TÍTULO:**

TIPO DE SUELO: SUCS **TIPO DE ESTABILIZACIÓN:** ESTABILIZADOR AASHTO

PROCESO: FÍSICO QUÍMICO

PORCENTAJES DE ADICIÓN: / **TIPO:**

LUGAR DE APLICACIÓN:

PROFUNDIDAD DE CALICATA: m


NUMERO DE MUESTRAS:

RESULTADOS:

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO			
	CALICATA 1	CALICATA 2	S90-CA10	S85-CA15	S80-CA20	S75-CA25
Gravas (%)	0.95	0.00				
Arenas (%)	27.90	29.87				
Limos y arcilla (%)	71.15	70.14				
Humedad (%)	23.70	17.86				
Clasificación SUCS	CH	MH				
Clasificación AASHTO	A-7-6 (17)	A-7-6 (16)				
Límite Líquido (%)	54.40	50.80				
Límite Plástico (%)	28.10	28.40				

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO			
	CALICATA 1	CALICATA 2	S90-CA10	S85-CA15	S80-CA20	S75-CA25
OCH (%)	11.20	11.00	9.40	8.60	8.10	7.80
MDS (g/cm ³)	1.85	1.83	1.85	1.86	1.88	1.86
CBR al 95%	8.00	9.70	9.00	11.50	13.80	11.30
CBR al 100%	8.20	9.80	10.80	13.20	15.20	14.80

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE: BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO		NOMBRE: ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO	
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
		FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N°:

TÍTULO: Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018.

TIPO DE SUELO: SUCS **TIPO DE ESTABILIZACIÓN:** ESTABILIZADOR AASHTO

PROCESO: FÍSICO QUÍMICO

PORCENTAJES DE ADICIÓN: / / **TIPO:**

LUGAR DE APLICACIÓN:

PROFUNDIDAD DE CALICATA: m


NUMERO DE MUESTRAS:


RESULTADOS:


ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO		
	CALICATA 1	CALICATA 5	5%	10%	15%
Gravas (%)					
Arenas (%)					
Limos y arcilla (%)					
Humedad (%)	26.65	29.48			
Clasificación SUCS	CL	CL			
Clasificación AASHTO	A-4	A-6			
Límite Líquido (%)	26.30	35.67			
Límite Plástico (%)	16.75	22.42			


ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO		
	CALICATA 1	CALICATA 2	5%	10%	15%
OCH (%)	11.05	14.18	12.20	12.60	13.60
MDS (g/cm ³)	1.987	1.83	2.072	2.086	2.091
CBR al 95%	1.888	1.739	22.50	22.40	21.90
CBR al 100%	2.65	2.98	24.10	23.50	23.40


AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																												
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																												
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021																																										
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO																																									
		FECHA DE REGISTRO																																										
ESTUDIO N°:	TÍTULO:																																											
3	Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018																																											
TIPO DE SUELO:	Arcilloso	SUCS AASHTO	TIPO DE ESTABILIZACIÓN: Aditivos Químicos ESTABILIZADOR																																									
PROCESO:		X																																										
	FISICO	QUIMICO																																										
PORCENTAJES DE ADICIÓN:	23%	/	TIPO:																																									
	27%																																											
	30%																																											
	33%																																											
LUGAR DE APLICACIÓN:	La Libertad – Perú																																											
PROFUNDIDAD DE CALICATA:	1.50																																											
NUMERO DE MUESTRAS:	10.00																																											
RESULTADOS:	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYOS</th> <th colspan="2">SUELO NATURAL</th> </tr> <tr> <th>CALICATA 3</th> <th>CALICATA 9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gravas (%)</td> <td>0.7</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>Arenas (%)</td> <td>28.9</td> <td>29.0</td> </tr> <tr> <td>Limos y arcilla (%)</td> <td>70.4</td> <td>70.6</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>5.6</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td>CL</td> <td>ML</td> </tr> <tr> <td>Clasificación AASHTO</td> <td>A-6</td> <td>A-4</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (%)</td> <td>37.5</td> <td>38.8</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (%)</td> <td>22.10</td> <td>30.4</td> </tr> </tbody> </table>			ENSAYOS	SUELO NATURAL		CALICATA 3	CALICATA 9	Gravas (%)	0.7	0.5	Arenas (%)	28.9	29.0	Limos y arcilla (%)	70.4	70.6	Humedad (%)	5.6	5.0	Clasificación SUCS	CL	ML	Clasificación AASHTO	A-6	A-4	Límite Líquido (%)	37.5	38.8	Límite Plástico (%)	22.10	30.4												
ENSAYOS	SUELO NATURAL																																											
	CALICATA 3	CALICATA 9																																										
Gravas (%)	0.7	0.5																																										
Arenas (%)	28.9	29.0																																										
Limos y arcilla (%)	70.4	70.6																																										
Humedad (%)	5.6	5.0																																										
Clasificación SUCS	CL	ML																																										
Clasificación AASHTO	A-6	A-4																																										
Límite Líquido (%)	37.5	38.8																																										
Límite Plástico (%)	22.10	30.4																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYOS</th> <th colspan="2">SUELO NATURAL</th> <th colspan="4">SUELO ESTABILIZADO</th> </tr> <tr> <th>CALICATA 3</th> <th>CALICATA 9</th> <th>0.23</th> <th>0.27</th> <th>0.30</th> <th>0.33</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>OCH (%)</td> <td>19.00</td> <td>14.00</td> <td>16.10</td> <td>18.57</td> <td>20.90</td> <td>21.62</td> </tr> <tr> <td>MDS (g/cm³)</td> <td>1.37</td> <td>1.70</td> <td>1.57</td> <td>1.66</td> <td>1.59</td> <td>1.54</td> </tr> <tr> <td>CBR al 95%</td> <td>6.90</td> <td>7.54</td> <td>78.40</td> <td>109.80</td> <td>79.30</td> <td>65.40</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100%</td> <td>6.10</td> <td>7.51</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO				CALICATA 3	CALICATA 9	0.23	0.27	0.30	0.33	OCH (%)	19.00	14.00	16.10	18.57	20.90	21.62	MDS (g/cm ³)	1.37	1.70	1.57	1.66	1.59	1.54	CBR al 95%	6.90	7.54	78.40	109.80	79.30	65.40	CBR al 100%	6.10	7.51				
ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO																																									
	CALICATA 3	CALICATA 9	0.23	0.27	0.30	0.33																																						
OCH (%)	19.00	14.00	16.10	18.57	20.90	21.62																																						
MDS (g/cm ³)	1.37	1.70	1.57	1.66	1.59	1.54																																						
CBR al 95%	6.90	7.54	78.40	109.80	79.30	65.40																																						
CBR al 100%	6.10	7.51																																										
AUTOR		ASESOR																																										
FIRMA:		FIRMA:																																										
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO																																									
FECHA:		FECHA:																																										

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																						
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																						
	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021																																				
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR																																			
			ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO	FECHA DE REGISTRO																																		
ESTUDIO N°:	4	TÍTULO:	Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de El Salvador.																																			
TIPO DE SUELO:	Arcilloso	TIPO DE ESTABILIZACIÓN:	Cal ESTABILIZADOR																																			
PROCESO:	FISICO	X	QUIMICO																																			
PORCENTAJES DE ADICIÓN:	2%	6%	TIPO:																																			
	3%	8%																																				
	4%	10%																																				
	5%																																					
LUGAR DE APLICACIÓN:	San Miguel – El Salvador																																					
PROFUNDIDAD DE CALICATA:	1.00	m																																				
NUMERO DE MUESTRAS:	5.00																																					
RESULTADOS:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">ENSAYOS</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">SUELO NATURAL</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">CALICATA 2</th> <th style="text-align: center;">CALICATA 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Gravas (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Arenas (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Limos y arcilla (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Humedad (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td style="text-align: center;">CL</td><td style="text-align: center;">ML</td></tr> <tr><td>Clasificación AASHTO</td><td style="text-align: center;">A-7-5</td><td style="text-align: center;">A-4</td></tr> <tr><td>Límite Líquido (%)</td><td style="text-align: center;">47.00</td><td style="text-align: center;">30.00</td></tr> <tr><td>Límite Plástico (%)</td><td style="text-align: center;">22.00</td><td style="text-align: center;">25.00</td></tr> </tbody> </table>			ENSAYOS	SUELO NATURAL		CALICATA 2	CALICATA 5	Gravas (%)			Arenas (%)			Limos y arcilla (%)			Humedad (%)			Clasificación SUCS	CL	ML	Clasificación AASHTO	A-7-5	A-4	Límite Líquido (%)	47.00	30.00	Límite Plástico (%)	22.00	25.00						
ENSAYOS	SUELO NATURAL																																					
	CALICATA 2	CALICATA 5																																				
Gravas (%)																																						
Arenas (%)																																						
Limos y arcilla (%)																																						
Humedad (%)																																						
Clasificación SUCS	CL	ML																																				
Clasificación AASHTO	A-7-5	A-4																																				
Límite Líquido (%)	47.00	30.00																																				
Límite Plástico (%)	22.00	25.00																																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">ENSAYOS</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">SUELO NATURAL</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">SUELO ESTABILIZADO *</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">CALICATA 2</th> <th style="text-align: center;">CALICATA 5</th> <th style="text-align: center;">5%</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>OCH (%)</td><td style="text-align: center;">16.20</td><td style="text-align: center;">21.00</td><td style="text-align: center;">19.40</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>MDS (g/cm3)</td><td style="text-align: center;">1.75</td><td style="text-align: center;">1.55</td><td style="text-align: center;">1.53</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CBR al 95%</td><td style="text-align: center;">1.17</td><td style="text-align: center;">2.67</td><td style="text-align: center;">54.00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CBR al 100%</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO *			CALICATA 2	CALICATA 5	5%			OCH (%)	16.20	21.00	19.40			MDS (g/cm3)	1.75	1.55	1.53			CBR al 95%	1.17	2.67	54.00			CBR al 100%					
ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO *																																			
	CALICATA 2	CALICATA 5	5%																																			
OCH (%)	16.20	21.00	19.40																																			
MDS (g/cm3)	1.75	1.55	1.53																																			
CBR al 95%	1.17	2.67	54.00																																			
CBR al 100%																																						
	<ul style="list-style-type: none"> • Óptimo porcentaje de cal. 																																					
AUTOR		ASESOR																																				
FIRMA:		FIRMA:																																				
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO																																			
FECHA:		FECHA:																																				

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA												
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS												
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021										
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO								
			FECHA DE REGISTRO									
ESTUDIO N°:	TÍTULO:											
5	Comportamiento de la subrasante de suelos con adición de escoria en pavimentos flexibles de la Universidad Agraria la Molina – 2016											
TIPO DE SUELO:	Arcilloso	TIPO DE ESTABILIZACIÓN:	Escoria ESTABILIZADOR									
PROCESO:	<input type="checkbox"/> FISICO <input checked="" type="checkbox"/> QUIMICO											
PORCENTAJES DE ADICIÓN:	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>10%</td></tr> <tr><td>20%</td></tr> <tr><td>30%</td></tr> <tr><td>40%</td></tr> </table>	10%	20%	30%	40%	/	TIPO:	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>				
10%												
20%												
30%												
40%												
LUGAR DE APLICACIÓN:	Lima-Perú											
PROFUNDIDAD DE CALICATA:	1.50											
NUMERO DE MUESTRAS:	2.00											
RESULTADOS:												
	ENSAYOS	SUELO NATURAL										
		CALICATA 1	CALICATA 2									
	Gravas (%)	1.00										
	Arenas (%)	38.80										
	Limos y arcilla (%)	60.20										
	Humedad (%)											
	Clasificación SUCS	CL										
	Clasificación AASHTO	A-6										
	Límite Líquido (%)	29.61										
	Límite Plástico (%)	18.15										
	ENSAYOS	SUELO NATURAL				SUELO ESTABILIZADO						
		CALICATA 1	CALICATA 2	10%	20%	30%	40%					
	OCH (%)	11.10		10.00	9.55	9.10	7.90					
	MDS (g/cm ³)	1.973		2.04	2.10	2.12	2.22					
	CBR al 95%	5.61		24.80	29.82	48.43	70.00					
	CBR al 100%											
AUTOR				ASESOR								
FIRMA:				FIRMA:								
NOMBRE: BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO				NOMBRE: ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO								
FECHA:				FECHA:								

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021				
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO		
			FECHA DE REGISTRO			
ESTUDIO N°:	TÍTULO:					
6	Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo TX140 y TX160, aplicado a un tramo de la calle Alemania – La molina - Cajamarca 2016					
TIPO DE SUELO:	Arcilloso	TIPO DE ESTABILIZACIÓN:	Geomallas Multiaxiales	ESTABILIZADOR		
PROCESO:	X					
	FISICO	QUIMICO				
PORCENTAJES DE ADICIÓN:		/	TIPO:	TX140		
				TX160		
LUGAR DE APLICACIÓN:	Cajamarca-Perú					
PROFUNDIDAD DE CALICATA:	1.50	m				
NUMERO DE MUESTRAS:	1.00					
RESULTADOS:						
ENSAYOS	SUELO NATURAL		ESPESOR DE CAPA	Para suelo en estado natural	Para suelo estabilizado	
	CALICATA 1	CALICATA 2			TX140	TX160
	Gravas (%)			54.00	25.00	15.00
	Arenas (%)					
	Limos y arcilla (%)					
	Humedad (%)					
	Clasificación SUCS	CL				
	Clasificación AASHTO	A-7-6				
Limite Líquido (%)	21.67					
Limite Plástico (%)	6.92					
ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO			
	CALICATA 1	CALICATA 3	TX140	TX160		
	OCH (%)	15.56	19.52			
	MDS (g/cm ³)	1.69	1.69			
	CBR al 95%	4.41	2.25	2.50	2.50	
	Esfuerzo (kg/cm ²)-0.1"	3.10	1.59	3.54	3.96	
Esfuerzo (kg/cm ²)-0.2"	3.57	1.75				
AUTOR			ASESOR			
FIRMA:			FIRMA:			
NOMBRE: BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO			NOMBRE: ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO			
FECHA:			FECHA:			

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR
			ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
			FECHA DE REGISTRO

ESTUDIO N°: **TÍTULO:**

TIPO DE SUELO: **TIPO DE ESTABILIZACIÓN:** ESTABILIZADOR

PROCESO: FISICO QUIMICO

PORCENTAJES DE ADICIÓN:

20%
45%
65%
80%

 / **TIPO:**

LUGAR DE APLICACIÓN:

PROFUNDIDAD DE CALICATA: m


NUMERO DE MUESTRAS:

RESULTADOS:

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO			
	CALICATA 1	CALICATA 2	20%	45%	65%	80%
Gravas (%)	3.0					
Arenas (%)	47.0					
Limos y arcilla (%)	20.0					
Humedad (%)	7.80					
Clasificación SUCS	GW					
Clasificación AASHTO	A-1-a					
Límite Líquido (%)	NP					
Límite Plástico (%)	NP					

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO			
	CALICATA 1	CALICATA 3	20%	45%	65%	80%
OCH (%)	6.50		7.40	6.00	4.60	2.50
MDS (g/cm3)	1.79		1.96	2.03	1.96	1.84
CBR al 95%	51.00		86.00	121.00	55.00	64.00
CBR al 100%	53.00		102.00	156.00	84.00	77.00

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO
			FECHA DE REGISTRO

ESTUDIO N°: **TÍTULO:**

TIPO DE SUELO: **TIPO DE ESTABILIZACIÓN:** ESTABILIZADOR

PROCESO: FISICO QUIMICO

PORCENTAJES DE ADICIÓN: / / **TIPO:**

LUGAR DE APLICACIÓN:

PROFUNDIDAD DE CALICATA: m


NUMERO DE MUESTRAS:

RESULTADOS:

ENSAYOS	SUELO NATURAL	
	CALICATA 1	CALICATA 4
Gravas (%)	4.00	0.26
Arenas (%)	22.82	34.72
Limos y arcilla (%)	73.18	65.02
Humedad (%)	33.55	28.73
Clasificación SUCS	CH	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6	A-7-6
Límite Líquido (%)	58.00	45.00
Límite Plástico (%)	23.00	21.00

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO		
	CALICATA 1	CALICATA 4	1%	3%	5%
OCH (%)	18.90		17.90	17.04	16.40
MDS (g/cm3)	1.52		1.68	1.71	1.74
CBR al 95%	1.44		4.45	7.70	15.70
CBR al 100%	1.30		3.50	6.63	13.75

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021		
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO
			FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N°: **TÍTULO:**

TIPO DE SUELO: **TIPO DE ESTABILIZACIÓN:** ESTABILIZADOR

PROCESO: FISICO QUIMICO

PORCENTAJES DE ADICIÓN: / **TIPO:**

LUGAR DE APLICACIÓN:

PROFUNDIDAD DE CALICATA: m

NUMERO DE MUESTRAS:


RESULTADOS:


ENSAYOS	SUELO NATURAL	
	CALICATA 1	CALICATA 3
Gravas (%)		
Arenas (%)		
Limos y arcilla (%)		
Humedad (%)	40.32	41.32
Clasificación SUCS	CL	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6	A-7-5
Límite Líquido (%)	41.56	47.33
Límite Plástico (%)	25.95	31.75


ESPESOR DE CAPA	Para suelo en estado natural	Para suelo estabilizado	
		MacGRID EGB 20	MacGRID EGB 30
Subrasante (cm)	40.00	-	-
Subbase (cm)	15.00	27.50	22.50
Base (cm)	15.00	15.00	15.00

ENSAYOS	SUELO NATURAL	SUELO ESTABILIZADO		
	CALICATA 1			
OCH (%)	10.20			
MDS (g/cm3)	1.88			
CBR al 95%	2.60			
CBR al 100%	4.90			

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																															
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																															
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021																																													
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO																																											
			FECHA DE REGISTRO																																												
ESTUDIO N°:	10	TÍTULO:	Mejoramiento del desempeño en la estabilización de suelos de subrasantes con cemento hidráulico en vías no pavimentadas.																																												
TIPO DE SUELO:	Arcilloso	TIPO DE ESTABILIZACIÓN:	Cemento ESTABILIZADOR																																												
PROCESO:	<input type="checkbox"/> FISICO <input checked="" type="checkbox"/> QUIMICO																																														
PORCENTAJES DE ADICIÓN:	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>1%</td></tr> <tr><td>3%</td></tr> <tr><td>5%</td></tr> <tr><td>7%</td></tr> </table>	1%	3%	5%	7%	/	TIPO:	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>																																							
1%																																															
3%																																															
5%																																															
7%																																															
LUGAR DE APLICACIÓN:	Cartago – Costa Rica																																														
PROFUNDIDAD DE CALICATA:	1.5	m																																													
NUMERO DE MUESTRAS:	3.00																																														
RESULTADOS:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYOS</th> <th colspan="2">SUELO NATURAL</th> </tr> <tr> <th>CALICATA 1</th> <th>CALICATA 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Gravas (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Arenas (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Limos y arcilla (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Humedad (%)</td><td>40.10</td><td>30.14</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td>CL</td></tr> <tr><td>Clasificación AASHTO</td><td>A-5</td><td>A-7-6</td></tr> <tr><td>Límite Líquido (%)</td><td>65.98</td><td>116.06</td></tr> <tr><td>Límite Plástico (%)</td><td>61.14</td><td>75.93</td></tr> </tbody> </table>			ENSAYOS	SUELO NATURAL		CALICATA 1	CALICATA 3	Gravas (%)			Arenas (%)			Limos y arcilla (%)			Humedad (%)	40.10	30.14	Clasificación SUCS	CL	CL	Clasificación AASHTO	A-5	A-7-6	Límite Líquido (%)	65.98	116.06	Límite Plástico (%)	61.14	75.93															
ENSAYOS	SUELO NATURAL																																														
	CALICATA 1	CALICATA 3																																													
Gravas (%)																																															
Arenas (%)																																															
Limos y arcilla (%)																																															
Humedad (%)	40.10	30.14																																													
Clasificación SUCS	CL	CL																																													
Clasificación AASHTO	A-5	A-7-6																																													
Límite Líquido (%)	65.98	116.06																																													
Límite Plástico (%)	61.14	75.93																																													
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYOS</th> <th colspan="2">SUELO NATURAL</th> <th colspan="4">SUELO ESTABILIZADO</th> </tr> <tr> <th>CALICATA 1</th> <th>CALICATA 3</th> <th>1%</th> <th>3%</th> <th>5%</th> <th>7%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>OCH (%)</td> <td>40.50</td> <td>26.00</td> <td>22.14</td> <td>22.70</td> <td>22.44</td> <td>22.43</td> </tr> <tr> <td>MDS (g/cm³)</td> <td>1.24</td> <td>1.47</td> <td>1.55</td> <td>1.59</td> <td>1.62</td> <td>1.60</td> </tr> <tr> <td>CBR al 95%</td> <td>5.00</td> <td>4.00</td> <td>10.00</td> <td>18.00</td> <td>19.00</td> <td>21.00</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO				CALICATA 1	CALICATA 3	1%	3%	5%	7%	OCH (%)	40.50	26.00	22.14	22.70	22.44	22.43	MDS (g/cm ³)	1.24	1.47	1.55	1.59	1.62	1.60	CBR al 95%	5.00	4.00	10.00	18.00	19.00	21.00	CBR al 100%						
ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO																																												
	CALICATA 1	CALICATA 3	1%	3%	5%	7%																																									
OCH (%)	40.50	26.00	22.14	22.70	22.44	22.43																																									
MDS (g/cm ³)	1.24	1.47	1.55	1.59	1.62	1.60																																									
CBR al 95%	5.00	4.00	10.00	18.00	19.00	21.00																																									
CBR al 100%																																															
AUTOR			ASESOR																																												
FIRMA:			FIRMA:																																												
NOMBRE: BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO			NOMBRE: ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO																																												
FECHA:			FECHA:																																												

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021					
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR				
			ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO	FECHA DE REGISTRO			
ESTUDIO N°:		TÍTULO:					
11		Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca.					
TIPO DE SUELO:	Arcilloso	TIPO DE ESTABILIZACIÓN:	Aditivo Terrazyme ESTABILIZADOR				
PROCESO:	<input type="checkbox"/> FISICO <input checked="" type="checkbox"/> QUIMICO						
PORCENTAJES DE ADICIÓN:	10 ML / <input type="checkbox"/> 20 ML / <input type="checkbox"/> 30 ML / <input type="checkbox"/> 40 ML / <input type="checkbox"/> 60 ML / <input type="checkbox"/>	TIPO:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				
LUGAR DE APLICACIÓN:	Cajamarca - Perú						
PROFUNDIDAD DE CALICATA:	1.50 m						
NUMERO DE MUESTRAS:	7.00						
RESULTADOS:							
	ENSAYOS	SUELO NATURAL					
		CALICATA 3	CALICATA 5				
	Gravas (%)						
	Arenas (%)						
	Limos y arcilla (%)						
	Clasificación SUCS	CL	CL				
	Clasificación AASHTO	A-7-6	A-6				
	Límite Líquido (%)	43.18	36.54				
	Límite Plástico (%)	25.92	19.88				
ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO				
	CALICATA 3	CALICATA 5	10 ML	20 ML	30ML	40ML	60ML
OCH (%)	18.33	18.53					
MDS (g/cm ³)							
CBR al 95%	4.30	3.70	3.50	3.70	3.90	3.60	3.72
CBR al 100%	6.70	5.90	6.10	6.40	6.60	6.20	5.90
AUTOR			ASESOR				
FIRMA:			FIRMA:				
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO		NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO			
FECHA:			FECHA:				

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021			
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO	
	FECHA DE REGISTRO				

ESTUDIO N°: **TÍTULO:**

TIPO DE SUELO: **TIPO DE ESTABILIZACIÓN:** ESTABILIZADOR

PROCESO: FISICO QUIMICO

PORCENTAJES DE ADICIÓN: / / **TIPO:**

LUGAR DE APLICACIÓN:

PROFUNDIDAD DE CALICATA: m

NUMERO DE MUESTRAS:


RESULTADOS:

ENSAYOS	SUELO NATURAL	
	CALICATA 1	CALICATA 2
Gravas (%)		
Arenas (%)		
Limos y arcilla (%)		
Humedad (%)		
Clasificación SUCS		
Clasificación AASHTO		
Límite Líquido (%)		
Límite Plástico (%)		

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO		
	CALICATA 1	CALICATA	0.5 kg/m3	1 kg/m3	1.5 kg/m3
OCH (%)					
MDS (g/cm3)					
CBR al 95%	5.53		14.84	24.95	43.36
CBR al 100%					

- En este estudio no se encontraron más resultados

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO
			FECHA DE REGISTRO

ESTUDIO Nº: **TÍTULO:**

TIPO DE SUELO: **TIPO DE ESTABILIZACIÓN:** ESTABILIZADOR

PROCESO: FISICO QUIMICO

PORCENTAJES DE ADICIÓN:

2%
4%
5%
6%
8%

/

TIPO:

LUGAR DE APLICACIÓN:

PROFUNDIDAD DE CALICATA: m


NUMERO DE MUESTRAS:


RESULTADOS:

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO				
	CALICATA 2	CALICATA 3	2%	4%	5%	6%	8%
Gravas (%)							
Arenas (%)							
Limos y arcilla (%)							
Humedad (%)	16.33	29.12					
Clasificación SUCS	CL	CL					
Clasificación AASHTO	A-6	A-7-6					
Límite Líquido (%)	20.00	50.00					
Límite Plástico (%)	9.30	25.54					

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO				
	CALICATA 2	CALICATA 3	2%	4%	5%	6%	8%
OCH (%)	15.00	15.60	15.10	15.30	15.10	15.20	15.3
MDS (g/cm3)	1.77	1.67	1.77	1.76	1.76	1.76	1.76
CBR al 95%	6.15	5.54	6.95	8.08	8.79	9.63	7.24
CBR al 100%	11.80	6.12	10.30	12.95	16.50	12.78	11.82

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:	FIRMA:		
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																						
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																																						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021																																																				
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO																																																		
			FECHA DE REGISTRO																																																			
ESTUDIO N°:	14	TÍTULO:	Estabilización o mejoramiento de la capacidad portante de los suelos de la subrasante de carretera utilizando diferentes proporciones de arenas asfálticas de yacimientos naturales de la península de Santa Elena.																																																			
TIPO DE SUELO:	Arcilloso	TIPO DE ESTABILIZACIÓN:	Arenas Asfálticas																																																			
PROCESO:	<input type="checkbox"/> FISICO <input checked="" type="checkbox"/> QUIMICO	ESTABILIZADOR																																																				
PORCENTAJES DE ADICIÓN:	<table border="1" style="margin: 5px;"> <tr><td>10%</td></tr> <tr><td>20%</td></tr> <tr><td>30%</td></tr> <tr><td>40%</td></tr> </table>	10%	20%	30%	40%	<table border="1" style="margin: 5px;"> <tr><td>50%</td></tr> <tr><td>70%</td></tr> <tr><td>100%</td></tr> <tr><td></td></tr> </table>	50%	70%	100%		TIPO:	<table border="1" style="margin: 5px;"> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> </table>																																										
10%																																																						
20%																																																						
30%																																																						
40%																																																						
50%																																																						
70%																																																						
100%																																																						
LUGAR DE APLICACIÓN:	La Libertad - Ecuador																																																					
PROFUNDIDAD DE CALICATA:	1.50 m																																																					
NUMERO DE MUESTRAS:	2.00																																																					
RESULTADOS:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYOS</th> <th colspan="2">SUELO NATURAL</th> </tr> <tr> <th>CALICATA 1</th> <th>CALICATA 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Gravas (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Arenas (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Limos y arcilla (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Humedad (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> <tr><td>Clasificación AASHTO</td><td>A-7-6</td><td></td></tr> <tr><td>Límite Líquido (%)</td><td>NP</td><td></td></tr> <tr><td>Límite Plástico (%)</td><td>NP</td><td></td></tr> </tbody> </table>			ENSAYOS	SUELO NATURAL		CALICATA 1	CALICATA 2	Gravas (%)			Arenas (%)			Limos y arcilla (%)			Humedad (%)			Clasificación SUCS	CL		Clasificación AASHTO	A-7-6		Límite Líquido (%)	NP		Límite Plástico (%)	NP																							
ENSAYOS	SUELO NATURAL																																																					
	CALICATA 1	CALICATA 2																																																				
Gravas (%)																																																						
Arenas (%)																																																						
Limos y arcilla (%)																																																						
Humedad (%)																																																						
Clasificación SUCS	CL																																																					
Clasificación AASHTO	A-7-6																																																					
Límite Líquido (%)	NP																																																					
Límite Plástico (%)	NP																																																					
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYOS</th> <th colspan="2">SUELO NATURAL</th> <th colspan="5">SUELO ESTABILIZADO</th> </tr> <tr> <th>CALICATA 1</th> <th>CALICATA 2</th> <th>10%</th> <th>30%</th> <th>50%</th> <th>70%</th> <th>100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>OCH (%)</td> <td>11.40</td> <td></td> <td>12.30</td> <td>9.80</td> <td>10.56</td> <td>7.77</td> <td>7.15</td> </tr> <tr> <td>MDS (g/cm³)</td> <td>1.60</td> <td></td> <td>1.68</td> <td>1.78</td> <td>1.76</td> <td>1.77</td> <td>1.82</td> </tr> <tr> <td>CBR al 95%</td> <td>11.60</td> <td></td> <td>12.35</td> <td>5.55</td> <td>15.58</td> <td>8.89</td> <td>7.75</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO					CALICATA 1	CALICATA 2	10%	30%	50%	70%	100%	OCH (%)	11.40		12.30	9.80	10.56	7.77	7.15	MDS (g/cm ³)	1.60		1.68	1.78	1.76	1.77	1.82	CBR al 95%	11.60		12.35	5.55	15.58	8.89	7.75	CBR al 100%							
ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO																																																			
	CALICATA 1	CALICATA 2	10%	30%	50%	70%	100%																																															
OCH (%)	11.40		12.30	9.80	10.56	7.77	7.15																																															
MDS (g/cm ³)	1.60		1.68	1.78	1.76	1.77	1.82																																															
CBR al 95%	11.60		12.35	5.55	15.58	8.89	7.75																																															
CBR al 100%																																																						
AUTOR				ASESOR																																																		
FIRMA:				FIRMA:																																																		
NOMBRE: BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO				NOMBRE: ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO																																																		
FECHA:				FECHA:																																																		

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021			
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO	
				FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N°: **TÍTULO:**

TIPO DE SUELO: **TIPO DE ESTABILIZACIÓN:** ESTABILIZADOR

PROCESO: FISICO QUIMICO

PORCENTAJES DE ADICIÓN: / **TIPO:**

LUGAR DE APLICACIÓN:

PROFUNDIDAD DE CALICATA: m


NUMERO DE MUESTRAS:

RESULTADOS:

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO		
	CALICATA 1	CALICATA 2	S90/CV6/C3/C1	S80/CV16/C3/C1	S70/CV26/C3/C1
Gravas (%)	61.17				
Arenas (%)	23.90				
Limos y arcilla (%)	14.94				
Humedad (%)	12.08				
Clasificación SUCS	GM				
Clasificación AASHTO	A-7-2				
Límite Líquido (%)	44.91				
Límite Plástico (%)	28.54				

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO		
	CALICATA 1	CALICATA 3	S90/CV6/C3/C1	S80/CV16/C3/C1	S70/CV26/C3/C1
OCH (%)	10.18		9.84	9.73	9.69
MDS (g/cm ³)	2.08		2.11	2.11	2.11
CBR al 95%	33.10		63.80	52.70	64.20
CBR al 100%	46.10		84.40	91.80	97.20

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE: BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO		NOMBRE: ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO	
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021		
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO
			FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N°: **TÍTULO:** Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la comuna bajadita de Colonche de la parroquia Colonche.

TIPO DE SUELO: **TIPO DE ESTABILIZACIÓN:** **ESTABILIZADOR**

PROCESO: FISICO QUIMICO

PORCENTAJES DE ADICIÓN: / / **TIPO:**

LUGAR DE APLICACIÓN:

PROFUNDIDAD DE CALICATA: m


NUMERO DE MUESTRAS:


RESULTADOS:

ENSAYOS	SUELO NATURAL		Análisis de Costo - Beneficio					
	CALICATA 1	CALICATA 2	Costo por m ³					
Humedad (%)	15.63	16.40						
Clasificación SUCS	OH	OL						
Clasificación AASHTO	A-7-5	A-4						
Límite Líquido (%)	76.61	35.04						
Límite Plástico (%)	35.51	30.76						

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO CAL			SUELO ESTABILIZADO SAL		
	CALICATA 1		3%	5%	7%	3%	5%	7%
OCH (%)	26.15		26.00	25.63	24.43	19.05	16.57	24.66
MDS (g/cm ³)	1.48		1.50	1.53	1.52	1.57	1.63	1.56
CBR al 95%	2.19			15.98			11.56	

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE: BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO		NOMBRE: ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO	
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																									
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																									
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021																																							
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO																																					
			FECHA DE REGISTRO																																						
ESTUDIO N°:	TÍTULO:																																								
17	Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica.																																								
TIPO DE SUELO:	Arcilloso	TIPO DE ESTABILIZACIÓN:	Cal ESTABILIZADOR																																						
PROCESO:	<input type="checkbox"/> FISICO <input checked="" type="checkbox"/> QUIMICO																																								
PORCENTAJES DE ADICIÓN:	<input type="checkbox"/> 9% <input type="checkbox"/> 15% <input type="checkbox"/> 21%	/	TIPO:																																						
LUGAR DE APLICACIÓN:	Lima - Perú																																								
PROFUNDIDAD DE CALICATA:	1.50	m																																							
NUMERO DE MUESTRAS:	3.00																																								
RESULTADOS:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYOS</th> <th colspan="2">SUELO NATURAL</th> </tr> <tr> <th>CALICATA 1</th> <th>CALICATA 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Gravas (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Arenas (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Limos y arcilla (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Humedad (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td colspan="2" style="text-align: center;">CL</td></tr> <tr><td>Clasificación AASHTO</td><td colspan="2" style="text-align: center;">A-6</td></tr> <tr><td>Límite Líquido (%)</td><td style="text-align: center;">33.70</td><td></td></tr> <tr><td>Límite Plástico (%)</td><td style="text-align: center;">19.79</td><td></td></tr> </tbody> </table>			ENSAYOS	SUELO NATURAL		CALICATA 1	CALICATA 2	Gravas (%)			Arenas (%)			Limos y arcilla (%)			Humedad (%)			Clasificación SUCS	CL		Clasificación AASHTO	A-6		Límite Líquido (%)	33.70		Límite Plástico (%)	19.79										
ENSAYOS	SUELO NATURAL																																								
	CALICATA 1	CALICATA 2																																							
Gravas (%)																																									
Arenas (%)																																									
Limos y arcilla (%)																																									
Humedad (%)																																									
Clasificación SUCS	CL																																								
Clasificación AASHTO	A-6																																								
Límite Líquido (%)	33.70																																								
Límite Plástico (%)	19.79																																								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYOS</th> <th colspan="2">SUELO NATURAL</th> <th colspan="3">SUELO ESTABILIZADO</th> </tr> <tr> <th>CALICATA 1</th> <th>CALICATA 3</th> <th>9%</th> <th>15%</th> <th>21%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>OCH (%)</td> <td style="text-align: center;">13.40</td> <td></td> <td style="text-align: center;">14.60</td> <td style="text-align: center;">14.00</td> <td style="text-align: center;">13.60</td> </tr> <tr> <td>MDS (g/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.85</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1.87</td> <td style="text-align: center;">1.89</td> <td style="text-align: center;">1.88</td> </tr> <tr> <td>CBR al 95%</td> <td style="text-align: center;">3.30</td> <td></td> <td style="text-align: center;">3.80</td> <td style="text-align: center;">5.90</td> <td style="text-align: center;">4.10</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100%</td> <td style="text-align: center;">3.70</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5.10</td> <td style="text-align: center;">6.40</td> <td style="text-align: center;">5.10</td> </tr> </tbody> </table>						ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO			CALICATA 1	CALICATA 3	9%	15%	21%	OCH (%)	13.40		14.60	14.00	13.60	MDS (g/cm ³)	1.85		1.87	1.89	1.88	CBR al 95%	3.30		3.80	5.90	4.10	CBR al 100%	3.70		5.10	6.40	5.10
ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO																																						
	CALICATA 1	CALICATA 3	9%	15%	21%																																				
OCH (%)	13.40		14.60	14.00	13.60																																				
MDS (g/cm ³)	1.85		1.87	1.89	1.88																																				
CBR al 95%	3.30		3.80	5.90	4.10																																				
CBR al 100%	3.70		5.10	6.40	5.10																																				
AUTOR			ASESOR																																						
FIRMA:			FIRMA:																																						
NOMBRE: BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO			NOMBRE: ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO																																						
FECHA:			FECHA:																																						

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR
			ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO
		FECHA DE REGISTRO	

ESTUDIO N°: **TÍTULO:**

TIPO DE SUELO: **TIPO DE ESTABILIZACIÓN:** **ESTABILIZADOR**

PROCESO: FISICO QUIMICO

PORCENTAJES DE ADICIÓN: / / **TIPO:**

LUGAR DE APLICACIÓN:

PROFUNDIDAD DE CALICATA: m


NUMERO DE MUESTRAS:


RESULTADOS:

ENSAYOS	SUELO NATURAL	
	CALICATA 1	CALICATA 2
Gravas (%)		
Arenas (%)		
Limos y arcilla (%)		
Humedad (%)	30.64	
Clasificación SUCS	SC	
Clasificación AASHTO	A-2-4	
Límite Líquido (%)	29.61	
Límite Plástico (%)	21.85	

ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO		
	CALICATA 1	CALICATA 3	4%	6%	8%
OCH (%)	12.44		11.97	12.86	12.59
MDS (g/cm ³)	1.88		1.89	1.89	1.88
CBR al 95%	22.60		138.00	148.00	258.00
CBR al 100%	44.44		231.51	224.29	276.24

AUTOR		ASESOR	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO
FECHA:		FECHA:	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																					
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021																																			
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO																																	
			FECHA DE REGISTRO																																		
ESTUDIO N°:	19	TÍTULO:	Influencia de la cal y el cemento portland tipo I en la subrasante de la trocha del distrito de Chillia, Provincia de Pataz – 2019.																																		
TIPO DE SUELO:	Arenoso	TIPO DE ESTABILIZACIÓN:	Cal y Cemento																																		
		ESTABILIZADOR																																			
PROCESO:	<input type="checkbox"/> FISICO <input checked="" type="checkbox"/> QUIMICO																																				
PORCENTAJES DE ADICIÓN:	2%	/	TIPO:																																		
	4%																																				
LUGAR DE APLICACIÓN:	Trujillo - Perú																																				
PROFUNDIDAD DE CALICATA:	1.50		m																																		
NUMERO DE MUESTRAS:	4.00																																				
RESULTADOS:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYOS</th> <th colspan="2">SUELO NATURAL</th> </tr> <tr> <th>CALICATA 3</th> <th>CALICATA 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Gravas (%)</td><td>26.34</td><td>26.16</td></tr> <tr><td>Arenas (%)</td><td>68.65</td><td>68.46</td></tr> <tr><td>Limos y arcilla (%)</td><td>5.02</td><td>5.38</td></tr> <tr><td>Humedad (%)</td><td>6.60</td><td>8.28</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>SP-SM</td><td>SP-SM</td></tr> <tr><td>Clasificación AASHTO</td><td>A-2-6</td><td>A-2-6</td></tr> <tr><td>Límite Líquido (%)</td><td>39.18</td><td>26.76</td></tr> <tr><td>Límite Plástico (%)</td><td>27.82</td><td>14.67</td></tr> </tbody> </table>			ENSAYOS	SUELO NATURAL		CALICATA 3	CALICATA 4	Gravas (%)	26.34	26.16	Arenas (%)	68.65	68.46	Limos y arcilla (%)	5.02	5.38	Humedad (%)	6.60	8.28	Clasificación SUCS	SP-SM	SP-SM	Clasificación AASHTO	A-2-6	A-2-6	Límite Líquido (%)	39.18	26.76	Límite Plástico (%)	27.82	14.67					
ENSAYOS	SUELO NATURAL																																				
	CALICATA 3	CALICATA 4																																			
Gravas (%)	26.34	26.16																																			
Arenas (%)	68.65	68.46																																			
Limos y arcilla (%)	5.02	5.38																																			
Humedad (%)	6.60	8.28																																			
Clasificación SUCS	SP-SM	SP-SM																																			
Clasificación AASHTO	A-2-6	A-2-6																																			
Límite Líquido (%)	39.18	26.76																																			
Límite Plástico (%)	27.82	14.67																																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYOS</th> <th colspan="2">SUELO NATURAL</th> <th colspan="2">SUELO ESTABILIZADO CEMENTO</th> <th colspan="2">SUELO ESTABILIZADO CAL</th> </tr> <tr> <th>CALICATA 3</th> <th>CALICATA 4</th> <th>2%</th> <th>4%</th> <th>2%</th> <th>4%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>OCH (%)</td><td>6.50</td><td>6.70</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>MDS (g/cm3)</td><td>1.75</td><td>1.73</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CBR al 95%</td><td>2.77</td><td>2.77</td><td>32.00</td><td>57.33</td><td>3.37</td><td>3.73</td></tr> </tbody> </table>			ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO CEMENTO		SUELO ESTABILIZADO CAL		CALICATA 3	CALICATA 4	2%	4%	2%	4%	OCH (%)	6.50	6.70					MDS (g/cm3)	1.75	1.73					CBR al 95%	2.77	2.77	32.00	57.33	3.37	3.73
ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO CEMENTO		SUELO ESTABILIZADO CAL																																
	CALICATA 3	CALICATA 4	2%	4%	2%	4%																															
OCH (%)	6.50	6.70																																			
MDS (g/cm3)	1.75	1.73																																			
CBR al 95%	2.77	2.77	32.00	57.33	3.37	3.73																															
AUTOR		ASESOR																																			
FIRMA:		FIRMA:																																			
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO																																		
FECHA:		FECHA:																																			

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																						
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS																																						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN SUBRASANTES, CAJAMARCA 2021																																				
	TESISTA	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	ASESOR	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIERTO																																		
			FECHA DE REGISTRO																																			
ESTUDIO N°:	20	TÍTULO:	Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018.																																			
TIPO DE SUELO:	Arcilloso	TIPO DE ESTABILIZACIÓN:	Cemento + Aditivo Con-Aid ESTABILIZADOR																																			
PROCESO:	<input type="checkbox"/> FISICO <input checked="" type="checkbox"/> QUIMICO																																					
PORCENTAJES DE ADICIÓN:	<input type="checkbox"/> 6% C + 0.007 Lt Aid <input type="checkbox"/> 7.2% C + 0.007 Lt Aid <input type="checkbox"/> 8.4% C + 0.007 Lt Aid	/	TIPO: <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																																			
LUGAR DE APLICACIÓN:	Lima - Perú																																					
PROFUNDIDAD DE CALICATA:	1.50	m																																				
NUMERO DE MUESTRAS:	3.00																																					
RESULTADOS:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYOS</th> <th colspan="2">SUELO NATURAL</th> </tr> <tr> <th>CALICATA 1</th> <th>CALICATA 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Gravas (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Arenas (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Limos y arcilla (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Humedad (%)</td><td>47.05</td><td></td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>OL</td><td></td></tr> <tr><td>Clasificación AASHTO</td><td>A-7-5</td><td></td></tr> <tr><td>Límite Líquido (%)</td><td>48.08</td><td></td></tr> <tr><td>Límite Plástico (%)</td><td>35.35</td><td></td></tr> </tbody> </table>			ENSAYOS	SUELO NATURAL		CALICATA 1	CALICATA 2	Gravas (%)			Arenas (%)			Limos y arcilla (%)			Humedad (%)	47.05		Clasificación SUCS	OL		Clasificación AASHTO	A-7-5		Límite Líquido (%)	48.08		Límite Plástico (%)	35.35							
ENSAYOS	SUELO NATURAL																																					
	CALICATA 1	CALICATA 2																																				
Gravas (%)																																						
Arenas (%)																																						
Limos y arcilla (%)																																						
Humedad (%)	47.05																																					
Clasificación SUCS	OL																																					
Clasificación AASHTO	A-7-5																																					
Límite Líquido (%)	48.08																																					
Límite Plástico (%)	35.35																																					
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYOS</th> <th colspan="2">SUELO NATURAL</th> <th colspan="3">SUELO ESTABILIZADO "CEMENTO"</th> </tr> <tr> <th>CALICATA 1</th> <th>CALICATA 3</th> <th>6% C + 0.007 Lt Aid</th> <th>7.2% C + 0.007 Lt Aid</th> <th>8.4% C + 0.007 Lt Aid</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>OCH (%)</td><td>22.40</td><td></td><td>23.50</td><td>23.50</td><td>22.70</td></tr> <tr><td>MDS (g/cm3)</td><td>1.64</td><td></td><td>1.63</td><td>1.63</td><td>1.64</td></tr> <tr><td>CBR al 95%</td><td>6.20</td><td></td><td>7.00</td><td>8.40</td><td>10.1</td></tr> <tr><td>CBR al 100%</td><td>7.80</td><td></td><td>9.10</td><td>10.60</td><td>12.70</td></tr> </tbody> </table>			ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO "CEMENTO"			CALICATA 1	CALICATA 3	6% C + 0.007 Lt Aid	7.2% C + 0.007 Lt Aid	8.4% C + 0.007 Lt Aid	OCH (%)	22.40		23.50	23.50	22.70	MDS (g/cm3)	1.64		1.63	1.63	1.64	CBR al 95%	6.20		7.00	8.40	10.1	CBR al 100%	7.80		9.10	10.60	12.70
ENSAYOS	SUELO NATURAL		SUELO ESTABILIZADO "CEMENTO"																																			
	CALICATA 1	CALICATA 3	6% C + 0.007 Lt Aid	7.2% C + 0.007 Lt Aid	8.4% C + 0.007 Lt Aid																																	
OCH (%)	22.40		23.50	23.50	22.70																																	
MDS (g/cm3)	1.64		1.63	1.63	1.64																																	
CBR al 95%	6.20		7.00	8.40	10.1																																	
CBR al 100%	7.80		9.10	10.60	12.70																																	
AUTOR		ASESOR																																				
FIRMA:		FIRMA:																																				
NOMBRE:	BACH. HERALDINE MARIBEL MENDOZA GUERRERO	NOMBRE:	ING. ANITA ELISABET ALVA SARMIENTO																																			
FECHA:		FECHA:																																				

ANEXO 5: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EN SUBRASANTES

El presente documento intenta realizar una propuesta de estabilización de suelos con el tipo de estabilizante que según los resultados de la tesis “Caracterización de los tipos de estabilización de suelos utilizados para el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes, Cajamarca 2021”, fue el más utilizado y se obtuvo mejorar las propiedades del suelo como el contenido óptimo de humedad, la máxima densidad seca y el CBR que es el que definirá su utilización en subrasantes, se ha aplicado la estabilización a suelos arcillosos puesto que son los mas desfavorables al momento de encontrarnos en un proyecto, la mayoría de estos no llegan al CBR mínimo para conformar la subrasante.

I. IMPORTANCIA DE LA ESTABILIZACIÓN

Es de conocimiento que al momento de realizar un proyecto vial se necesita hacer un estudio de suelos y los resultados de estos, en su mayoría resulta que el suelo en estado natural no cumple con la resistencia al esfuerzo cortante (CBR) aceptable para utilizarlo como subrasante. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones recomienda en su Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013) que el CBR para un suelo de subrasante debe ser $\geq 6\%$.

La consecuencia de no realizar una estabilización de suelos arcillosos se ve reflejados en los daños posteriores causados por la expansión o retracción de arcillas expansivas, los cuales son muy variados y pueden ocasionar desde grietas, fisuración y rotura de elementos estructurales, rotura de cimientos y conducciones o deformación en pavimento. La gravedad de estos dependerá del potencial expansivo del suelo y las características estructurales de la obra, pudiendo ocasionarse daños irreversibles.

II. PROPIEDADES DE LOS SUELOS ARCILLOSOS

Las arcillas son cualquier sedimento o depósito mineral formado por partículas muy pequeñas cuyo tamaño es inferior a los 0,002mm, y que se componen principalmente de silicatos de aluminio hidratados. Se caracterizan por ser plásticas cuando se las humedecen y por la sonoridad y dureza al calentarla por encima de los 800°C (Zapata, 2018).

Cuando se refiere a la arcilla no se habla de un único material de composición simple, sino de uno muy diverso en origen y composición. Por ejemplo, se pueden observar muestras de arcilla con gamas de colores completamente diferentes.

Figura 61

Muestras de arcillas de distintos colores



En función de los cambios de contenido de humedad se dan diferentes estados físicos, siendo los límites para cada estado de consistencia los Límites de Atterberg: límite líquido, límite plástico y límite de contracción o retracción, que son el punto de partida para la estimación de la expansividad de un suelo. En general, el grado de expansividad se puede determinar en función de las propiedades geotécnicas de los suelos, un ejemplo es la Tabla 1.

Tabla 35

Grado de expansividad en función de distintas propiedades

Expansividad	Límite de retracción	Índice de plasticidad	Limite liquido	Contenido en finos
Baja	> 15	< 15	<30	< 30
Media	11 - 15	15 - 30	30 - 45	30 - 60
Alta	< 11	> 30	> 45	> 60

Nota. Fuente: Tipos de suelos: Caracterización de suelos arcillosos y limosos (Zapata, 2018)

III. ENSAYOS REQUERIDOS PARA EL SUELO EN ESTADO NATURAL Y ESTABILIZADO

Tabla 36

Ensayos requeridos para el suelo

ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D4318)
Limite Liquido y Limite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339. 138 (ASTM D 4254)
Peso volumétrico de suelo Cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)
Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)

IV. PROCEDIMIENTO PARA LA ELECCIÓN DE TIPO DE ESTABILIZACIÓN

1) Selección de los tipos de estabilización más utilizados.

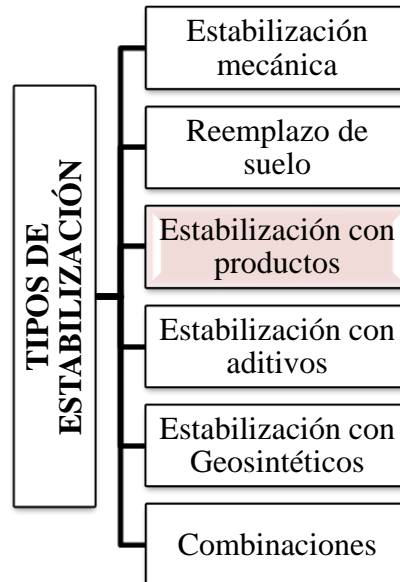
Para este primer paso, partiremos del planteamiento de uno de nuestros objetivos específicos:

Elaborar una propuesta tomando en cuenta los estudios recopilados sobre los tipos de estabilización más utilizado, tomando en cuenta el estabilizador que aporte la mejor elevación del CBR usando moderados porcentajes de adición.

Luego, basándonos en los resultados de la tesis en mención, encontramos los siguientes tipos de estabilización presentados en la siguiente figura:

Figura 62

Tipos de estabilización



Seguidamente, en la Figura 8, observamos que los estudios encontrados en su mayoría utilizan la estabilización con productos; por lo que nos enfocaremos en ese tipo de estabilización.

Tabla 37

Resumen de Resultados obtenidos en la Tesis según el estabilizante utilizado.

TIPO DE ESTABILIZACIÓN	ESTABILIZANTE	ADICIÓN	CBR INICIAL (SUELO NATURAL)	CBR FINAL (S. ESTABILIZADO)	INCREMENTO DE CBR%	SUELO	FIGURA	CÓDIGO
PRODUCTOS	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ	20%	8.00%	13.80%	5.80%	ARCILLOSO	24	E 01
	CBCA	5%	1.89%	22.50%	20.61%	ARCILLOSO	24	E 02
	CAL	5%	1.17%	54.00%	52.83%	ARCILLOSO	28	E 04
	CAL	15%	3.30%	5.90%	2.60%	ARCILLOSO	28	E 17
	CAL	5%	2.19%	15.98%	13.79%	ARCILLOSO	57	E 16
	CAL	4%	2.77%	3.73%	0.96%	ARENOSO	54	E 19
	CEMENTO	7%	4.00%	21.00%	17.00%	ARCILLOSO	31	E 10
	CEMENTO	8%	22.60%	258.00%	235.40%	ARENOSO	31	E 18
	CEMENTO	5%	1.44%	15.70%	14.26%	ARCILLOSO	31	E 08
	CEMENTO	4%	2.77%	57.33%	54.56%	ARENOSO	54	E 19
	SAL	5%	2.19%	11.56%	9.37%	ARCILLOSO	57	E 16
	SAL	6%	5.54%	9.63%	4.09%	ARCILLOSO	45	E 13
	ARENAS ASFÁLTICAS	50%	11.60%	15.58%	3.98%	ARCILLOSO	48	E 14
	ESCORIA	40%	5.61%	70.00%	64.39%	ARCILLOSO	39	E 05
	CONCHA DE ABANICO TRITURADA	45%	51.00%	121.00%	70.00%	ARENOSO	42	E 07
ADITIVOS	QUÍMICOS	0.27 L/m3	6.90%	109.80%	102.90%	ARCILLOSO	34	E 03
	TERRAZYME	30ml/m3	3.70%	3.90%	0.20%	ARCILLOSO	35	E 11
	ORGANOSILANOS	1.5kg/m3	5.53%	43.36%	37.83%	ARCILLOSO	36	E 12
COMBINACIONES	CEMENTO + ADITIVO CON-AID	8.4%C + 0.007Lt Aid	6.20%	10.10%	3.90%	ARCILLOSO	53	E 20
	CENIZAS VOLANTES + CEMENTO + CAL	S70/CV26/C3/C1	33.10%	97.20%	64.10%	GRAVAS LIMOSAS	60	E 15

En la tabla 3, se presenta el resumen de los resultados obtenidos en la tesis, donde claramente se observa que la estabilización con productos es la más utilizada. **La estabilización con productos** representa un 55% del total de los estudios encontrados.

2) Elegir estabilizante

Para la elección del estabilizante vamos a utilizar el proceso planteado en la Figura 3, donde se ha tomado en cuenta el tipo de estabilización, tipo de suelo, el % de adición, incremento de CBR > 6%, la accesibilidad y la economía de usar el aditivo.

Figura 63

Proceso de Selección del Estabilizante

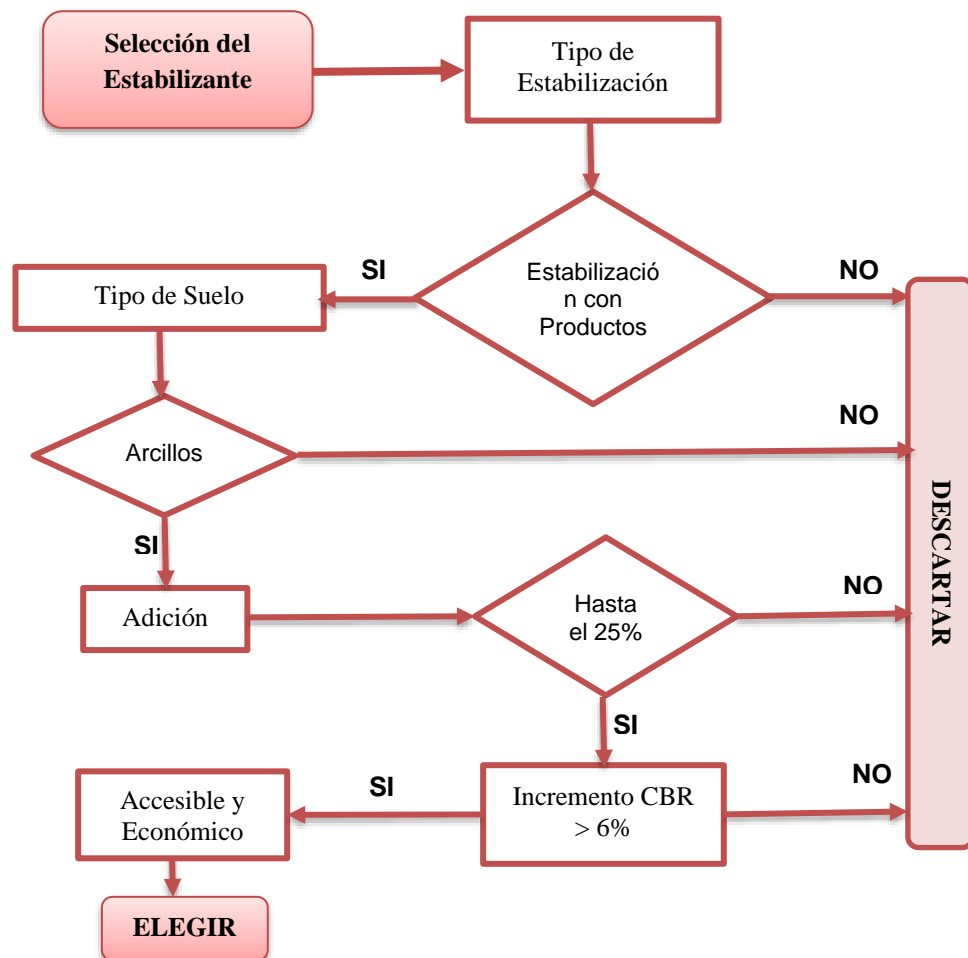


Tabla 38

Descarte de estabilizantes

ESTABILIZANTE	ADICIÓN	CBR INICIAL (SUELO NATURAL)	CBR FINAL (S. ESTABILIZADO)	INCREMENTO DE CBR%	SUELO	CÓDIGO
CENIZA CÁSCARA ARROZ	DE DE 20.0%	8.00%	13.80%	5.80%	ARCILLOSO	E 01
CBCA	5.0%	1.89%	22.50%	20.61%	ARCILLOSO	E 02
CAL	5.0%	1.17%	54.00%	52.83%	ARCILLOSO	E 04
CAL	15.0%	3.30%	5.90%	2.60%	ARCILLOSO	E 17
CAL	5.0%	2.19%	15.98%	13.79%	ARCILLOSO	E 16
CAL	4.0%	2.77%	3.73%	0.96%	ARENOSO	E 19
CEMENTO	7.0%	4.00%	21.00%	17.00%	ARCILLOSO	E 10
CEMENTO	8.0%	22.60%	258.00%	235.40%	ARENOSO	E 18
CEMENTO	5.0%	1.44%	15.70%	14.26%	ARCILLOSO	E 08
CEMENTO	4.0%	2.77%	57.33%	54.56%	ARENOSO	E 19
CEMENTO	4.0%	2.77%	57.33%	54.56%	ARENOSO	E 19
SAL	5.0%	2.19%	11.56%	9.37%	ARCILLOSO	E 16
SAL	6.0%	5.54%	9.63%	4.09%	ARCILLOSO	E 13
ARENAS ASFÁLTICAS	50.0%	11.60%	15.58%	3.98%	ARCILLOSO	E 14
ESCORIA	40.0%	5.61%	70.00%	64.39%	ARCILLOSO	E 05
CONCHA ABANICO TRITURADA	DE 45.0%	51.00%	121.00%	70.00%	ARENOSO	E 07

Descarte por tipo de suelo (color amarillo):

- Estudio E 19 con el uso de cal.
- Estudio E 18 y E 19 con el uso de cemento.
- Estudio E 07 con el uso de concha de abanico triturada.

Descarte por el porcentaje de adición (color azul):

- Estudio E 14 con el uso de un 50% de arenas asfálticas.
- Estudio E 05 con el uso de un 40% de escoria.

Descarte por el incremento del CBR < al 6% (color verde):

- Estudio E 01 con el uso de ceniza de cáscara de arroz, logrando un incremento del 5.80% del CBR inicial.
- Estudio E 17 con el uso de cal, logrando un incremento del 2.60% del CBR inicial.

- Estudio E 13 con el uso de sal, logrando un incremento del 4.09% del CBR inicial.

Tabla 39

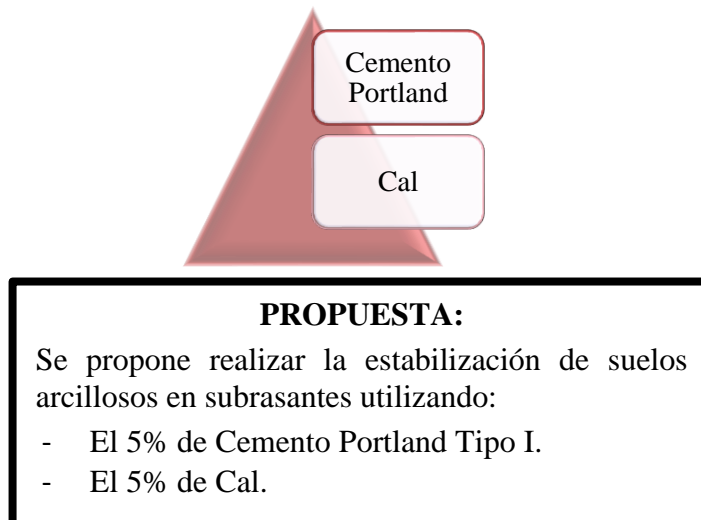
Estudios seleccionados para la propuesta de estabilización

ESTABILIZANTE	ADICIÓN	CBR INICIAL (SUELO NATURAL)	CBR FINAL (SUELO ESTABILIZADO)	INCREMENTO DE CBR%	SUELO	CÓDIGO
CBCA	5.0%	1.89%	22.50%	20.61%	ARCILLOSO	E 02
CAL	5.0%	1.17%	54.00%	52.83%	ARCILLOSO	E 04
CAL	5.0%	2.19%	15.98%	13.79%	ARCILLOSO	E 16
CEMENTO	7.0%	4.00%	21.00%	17.00%	ARCILLOSO	E 10
CEMENTO	5.0%	1.44%	15.70%	14.26%	ARCILLOSO	E 08
SAL	5.0%	2.19%	11.56%	9.37%	ARCILLOSO	E 16

Por último, para el descarte por accesibilidad y economía se tiene el siguiente análisis: Se descarta la ceniza de bagazo de caña de azúcar ya que se complica la obtención de ésta; con respecto a la cal y el cemento son materiales muy utilizados que se puede encontrar en diferentes partes de nuestro departamento, además de que tienen un costo moderado; por otro lado, el cloruro de calcio no es tan accesible como el cemento y la cal, además que no proporciona grandes incrementos en el CBR. Por lo que se tiene la siguiente figura con los estabilizadores elegidos.

Figura 64

Estabilizadores elegidos para la propuesta



V. PROCEDIMIENTO DE ESTABILIZACIÓN EN OBRA

Una vez determinado en laboratorio si la adición de los 2 estabilizantes mejora el CBR a un porcentaje mayor al 6%. Se procede a:

- ❖ Escarificar el suelo de fundación según el espesor de capa de la subrasante que se necesita según el diseño de pavimento.



- ❖ Una vez escarificado el suelo se procederá a agregar el cemento, la cal o la ceniza de bagazo de caña de azúcar en los porcentajes establecidos. Agregar agua para facilitar la homogeneidad, teniendo en cuenta el grado de compactación y la humedad óptima determinada en laboratorio.



- ❖ Se procede a compactar con un rodillo liso la subrasante según las capas determinadas para la compactación en campo. Dando el bombeo necesario y calculado para el pavimento.